

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELECTROMECAÁNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA  
OFICINAS ADMINISTRATIVAS DEL ALMACÉN  
LOGÍSTICO DE LA EMPRESA DROGUERÍA INTI S.A.  
SEDE EL ALTO**

Proyecto de Grado presentado para la obtención del Grado de Ingeniería Mecánica

**POR: MIJHAEL ANGEL FERNANDEZ MONTEMAYOR**

**TUTOR: ING. EDWIN LUIS FLORES MENACHO**

LA PAZ – BOLIVIA

2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

# **PROYECTO DE GRADO**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA OFICINAS  
ADMINISTRATIVAS DEL ALMACÉN LOGÍSTICO DE LA EMPRESA  
DROGUERÍA INTI S.A. SEDE EL ALTO**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Blanca Montemayor, por acompañarme y guiarme en cada etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a mi querida madre por brindarme su apoyo y amor incondicional para poder cumplir todas mis metas. También a mis hermanos por sus consejos, apoyo y comprensión.

A todos mis docentes por acompañarme y guiarme en esta etapa de mi vida, en especial a mi tutor por su dedicación, paciencia y transmitirme los conocimientos necesarios para poder estar aquí.

Agradecerles a todos mis compañeros, amigos y en especial a mi novia por las horas compartidas, los trabajos realizados y por estar en los momentos más importantes de mi vida.

# CONTENIDO

1. Generalidades .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	1
1.2.1. Identificación del problema.....	1
1.2.2. Formulación del problema .....	2
1.3. Objetivos del proyecto .....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Justificación.....	3
1.4.1. Justificación tecnológica .....	3
1.4.2. Justificación económica .....	3
1.4.3. Justificación social.....	3
1.5. Límites y alcances.....	3
1.5.1. Límites .....	3
1.5.2. Alcances .....	4
1.6. Antecedentes .....	4
1.6.1. Antecedentes institucionales .....	4
1.6.2. Antecedentes del proyecto .....	5
2. Marco teórico .....	7
2.1. Principios físicos.....	7
2.1.1. Energía .....	7
2.1.2. Calor y temperatura .....	7
2.1.3. Entalpía .....	8
2.1.4. Cantidad de calor, calor sensible y calor latente .....	8

2.1.4.1.	Calor específico .....	8
2.1.4.2.	Calor sensible .....	9
2.1.4.3.	Calor latente .....	9
2.2.	Transmisión de calor.....	10
2.2.1.	Conducción .....	10
2.2.2.	Convección.....	10
2.2.3.	Radiación .....	10
2.3.	Propiedades del aire psicrometría.....	10
2.3.1.	Composición del aire .....	10
2.3.2.	Temperatura de bulbo seco ( $t_{bs}$ ).....	11
2.3.3.	Temperatura del bulbo húmedo ( $t_{bh}$ ).....	11
2.3.4.	Temperatura del punto de rocío ( $t_{pr}$ ) .....	11
2.3.5.	Humedad específica o absoluta ( $w$ ) .....	11
2.3.6.	Humedad relativa ( $\varphi$ ).....	12
2.3.7.	Entalpía ( $h$ ) .....	13
2.3.7.	Volumen específico ( $v$ ) .....	13
2.3.8.	Factor de calor sensible ( $fcs$ ) .....	13
2.3.9.	Punto de referencia o foco .....	13
2.4.	Sensación de confort.....	14
2.4.1.	Calor cedido por el cuerpo humano.....	15
2.4.2.	Condiciones atmosféricas que afectan el confort .....	15
2.5.	Condiciones de diseño y estudio de las cargas de acondicionamiento .....	18
2.5.1.	Condiciones de diseño .....	18
2.5.1.1.	Condiciones de diseño exterior .....	18
2.5.1.2.	Condiciones de diseño interior.....	19

2.5.2.	Estudio de las cargas térmicas.....	19
2.5.2.1.	Clasificación de las cargas de acondicionamiento .....	20
2.5.2.2.	Cargas de calefacción en invierno .....	20
2.5.2.3.	Cargas de refrigeración en verano .....	22
2.5.3.	Cargas externas.....	23
2.5.3.1.	Ganancia de calor por radiación solar .....	23
2.5.3.2.	Acumulación de calor radiante en la estructura de los edificios .....	25
2.5.3.3.	Ganancias de calor por radiación a través de ventanas y puertas de vidrio .....	26
2.5.3.4.	Ganancia de calor por radiación a través de paredes y techos .....	27
2.5.3.5.	Ganancias de calor por transmisión.....	28
2.5.3.6.	Ganancias de calor por aire exterior .....	29
2.5.3.6.1.	Caudal de aire exterior .....	30
2.6.	Cargas internas .....	31
2.6.1.	Carga por personas .....	31
2.6.2.	Alumbrado.....	31
2.6.3.	Aparatos eléctricos y utensilios diversos .....	32
2.6.4.	Motores eléctricos.....	33
2.6.5.	Ganancias debidas a la instalación .....	33
2.7.	Clasificación de los sistemas de climatización.....	35
2.7.1.	Sistemas por refrigerante .....	37
2.7.1.1.	Equipos divididos simples .....	37
2.7.1.2.	Equipos divididos múltiples (multi - splits).....	38
2.7.1.3.	Sistema de flujo de refrigerante variable (vrf).....	39
2.7.1.3.1.	Descripción y características del sistema vrf .....	40



2.7.1.3.2.	Descripción de los sistemas vrf con recuperación de calor (heat recovery) .....	41
2.7.2.	Sistemas por agua .....	44
2.7.2.1.	Unidades terminales .....	45
2.7.2.1.1.	Fan - coils.....	45
2.7.2.1.2.	Radiadores.....	46
2.7.2.1.3.	Superficies radiantes.....	47
2.7.3.	Sistemas por aire.....	49
2.7.3.1.	Unidades terminales .....	50
2.8.	Distribución de aire y dispositivos .....	50
2.8.1.	Sistema de conductos de aire .....	50
2.8.1.1.	Factores a tener en cuenta para el diseño.....	52
2.8.1.2.	Dimensionamiento de la red de conductos .....	53
2.8.1.2.1.	Dimensionamiento de los conductos por el método de reducción de velocidad .....	54
2.8.1.2.2.	Dimensionamiento de los conductos por el método de igualdad de pérdida por rozamiento o pérdida de carga constante.....	54
2.8.1.2.3.	Recuperación estática.....	56
2.8.2.	Dimensionamiento de las unidades terminales .....	57
2.8.2.1.	Difusión de aire en recintos .....	58
2.9.	Sistema de ventilación mecánica.....	59
2.9.1.	Tipos de ventilación.....	59
2.9.2.	Caudal de aire.....	59
2.9.3.	Características de instalación .....	60
2.9.4.	Ventiladores .....	60
2.9.4.1.	Ventiladores centrífugos.....	61

2.9.4.2.	Ventiladores axiales.....	61
2.9.4.3.	Ventiladores helicocentrífugos.....	62
2.9.4.4.	Curva característica .....	62
2.9.4.4.1.	Punto de trabajo.....	63
2.10.	Extracción localizada.....	64
2.10.1.	Extracción de cocinas .....	64
2.10.2.	Tipos de campana para cocinas comerciales.....	65
2.10.3.	Determinación del valor de extracción .....	65
2.10.4.	Distancias recomendadas .....	66
2.10.5.	Suministro de aire.....	68
2.10.5.1.	Opciones de suministro.....	68
2.10.6.	Ductos y pérdidas de presión .....	68
2.11.	Elección de la mejor alternativa de sistema de climatización para el proyecto	69
2.11.1.	Sistema seleccionado .....	72
3.	Ingeniería del proyecto .....	74
3.1.	Parámetros de diseño .....	74
3.1.1.	Condiciones exteriores.....	74
3.1.2.	Condiciones interiores .....	74
3.1.3.	Descripción del edificio .....	75
3.1.4.	Propiedades y características de los ambientes .....	78
3.1.5.	Peso del edificio por metro cuadrado de superficie.....	79
3.2.	Cálculo de cargas térmicas.....	80
3.2.1.	Cálculo cargas externas.....	80
3.2.1.1.	Día de mayor aportación solar para el proyecto.....	80
3.2.1.2.	Calculo de carga radiante a través de ventanas y puertas de vidrio ...	81

3.2.1.3.	Cálculo de flujo radiante a través de paredes.....	84
3.2.1.4.	Cálculo de flujo radiante a través de techo .....	88
3.2.1.5.	Determinación de la mayor aportación solar .....	89
3.2.1.6.	Transmisión de calor a través de ventanas, puertas, paredes y techos	90
3.2.2.	Cálculo de cargas internas.....	92
3.2.2.1.	Ganancia por ocupantes .....	92
3.2.2.2.	Ganancias por alumbrado .....	93
3.2.2.3.	Ganancia por aparatos eléctricos.....	94
3.2.2.4.	Ganancias por equipos y fugas.....	95
3.2.2.5.	Factor por seguridad del sistema .....	95
3.2.3.	Resumen de ganancias de calor.....	95
3.2.3.1.	Cargas de refrigeración en verano .....	95
3.2.3.2.	Cargas de calefacción en invierno .....	98
3.3.	Cálculo de la capacidad del equipo .....	101
3.3.1.	Calculo de caudal de aire exterior .....	101
3.3.2.	Psicrometría de los equipos.....	102
3.3.3.	Calculo de la capacidad .....	107
3.3.3.1.	Capacidad en verano.....	107
3.3.3.2.	Capacidad en invierno .....	108
3.3.4.	Resumen de la capacidad de los equipos seleccionado .....	108
3.4.	Dimensionamiento del sistema vrf.....	109
3.5.	Dimensionamiento de ductos y accesorios .....	111
3.5.1.	Dimensionamiento de ductos .....	111
3.5.2.	Dimensionamiento de rejillas y difusores.....	116
3.5.3.	Dispositivo de desinfección del aire .....	117

3.5.4.	Filtración del aire.....	118
3.6.	Cálculo del sistema de ventilación .....	119
3.6.1.	Caudal de ventilación.....	119
3.6.2.	Dimensionamiento de ductos y accesorios .....	120
3.6.2.1.	Dimensionamiento de ductos de aire.....	120
3.6.2.2.	Ruta critica .....	125
3.6.2.3.	Cálculo de rejillas y difusores .....	126
3.6.2.4.	Pérdida de presión total del sistema .....	126
3.6.3.	Selección de equipos de ventilación .....	127
3.6.4.	Cálculo del sistema de inyección .....	128
3.7.	Cálculo del sistema de extracción localizada.....	129
3.7.1.	Dimensiones de la campana .....	129
3.7.2.	Caudal de extracción.....	130
3.7.3.	Caudal de inyección.....	130
3.7.4.	Dimensionamiento de ductos y accesorios. ....	130
3.7.4.1.	Dimensionamiento de ducto de extracción .....	130
3.7.4.2.	Dimensionamiento de ducto de inyección .....	132
3.7.4.3.	Dimensionamiento de rejillas.....	132
3.7.5.	Pérdida de presión .....	133
3.7.5.1.	Perdida de presión del sistema de extracción.....	133
3.7.5.2.	Pérdida de presión del sistema de inyección.....	133
3.7.6.	Selección de equipos de extracción localizada.....	134
3.7.6.1.	Extractor cocina.....	134
3.7.6.2.	Inyector de cocina.....	134
3.8.	Validación de resultados haciendo uso de software de climatización .....	135

3.9.	Diseño del sistema eléctrico .....	136
3.10.	Diseño del sistema de control.....	137
3.11.	Planos del sistema de aire acondicionado y ventilación .....	137
4.	Manufactura y montaje .....	138
4.1.	Montaje de equipos y accesorios .....	138
4.1.1.	Montaje del sistema de aire acondicionado .....	138
4.1.2.	Montaje de equipos ventiladores.....	139
4.1.3.	Montaje de rejillas y difusores .....	139
4.2.	Procedimiento de instalación.....	140
4.2.1.	Instalación del sistema de ductos .....	140
4.2.2.	Instalación del sistema eléctrico.....	142
4.2.3.	Instalación del sistema de tubería de cobre.....	142
4.3.	Diagrama de Gantt.....	144
4.4.	Manual de operación y mantenimiento.....	144
4.4.1.	Manual de operación.....	144
4.4.2.	Manual de mantenimiento.....	145
5.	Costos.....	147
5.1.	Costo de equipos y materiales .....	147
5.2.	Costo de mano de obra.....	147
5.3.	Costo de maquinaria y herramientas.....	148
5.4.	Otros costos .....	149
5.4.1.	Gastos generales .....	149
5.4.2.	Utilidad .....	149
5.4.3.	Impuestos .....	149
5.5.	Precios unitarios del proyecto .....	149

5.6.	Costo del proyecto .....	151
5.7.	Costo de operación y mantenimiento.....	152
5.7.1.	Costo de operación .....	152
5.7.2.	Costos de mantenimiento .....	153
3.12.	Costo total .....	154
6.	Conclusiones y recomendaciones .....	155
6.1.	Conclusiones .....	155
6.2.	Recomendaciones .....	156
	GLOSARIO.....	157
	BIBLIOGRAFÍA .....	158
	ANEXOS.....	160
	ANEXO I: Condiciones climáticas de diseño exteriores en Bolivia ASHRAE 2021	160
	ANEXO II: Condiciones interiores de diseño para invierno y verano.....	161
	ANEXO III: Máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo (Carrier Air Aconditioning Company, 1980).....	162
	ANEXO IV: Factores de almacenamiento sobre carga térmica, aportaciones solares sobre estructura y vidrio sencillo. ....	163
	ANEXO V: Diferencia de temperatura equivalente, para muros soleados y en sombra. .....	164
	ANEXO VI: Diferencia equivalente de temperatura para techo soleado o en sombra ... .....	165
	ANEXO VII: Tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración. Según (ANSI/ASHRAE, 2022).....	166
	ANEXO VIII: Tasas mínimas de extracción. Según (ANSI/ASHRAE, 2022).....	167
	ANEXO IX: Ganancia de calor sensible y latente por personas para diferentes actividades. ....	168

ANEXO x: Ganancia de calor sensible debido a iluminación por el método de metro cuadrado de superficie. (ASHRAE, 2017) .....	169
ANEXO XI: Ganancia de calor sensible y latente por diversos aparatos eléctricos (Carrier Air Aconditioning Company, 1980) .....	170
ANEXO XII: Diagrama de Moody, caída de presión para ductos circulares (ASHRAE, 2017). .....	171
ANEXO XIII: Rozamiento en los accesorios de un sistema de conductos rectangulares (Carrier Air Aconditioning Company, 1980). .....	172
ANEXO XIV: Guía de mantenimiento para sistemas VRF. (IDAE, 2007) .....	173
APÉNDICES .....	174
APÉNDICE A: Propiedades y Pesos de la estructura para cada ambiente .....	174
APÉNDICE B: Cargas radiantes a través de ventanas y puertas de vidrio para cada ambiente.....	179
APÉNDICE C: Cargas radiantes a través de paredes para cada ambiente.....	183
APÉNDICE D: Cargas radiantes a través de techo para cada ambiente. ....	188
APÉNDICE E: Transmisión de calor a través de paredes, techos, puertas y ventanas para todos los ambientes en verano e invierno. ....	190
APÉNDICE F: Tablas y gráficos de psicrométrica de cada ambiente.....	196
APÉNDICE G: Características eléctricas de cada equipo.....	202
APÉNDICE H: Diagrama de Gantt.....	204
APÉNDICE I Resultados del software de selección VRF. ....	206
APÉNDICE J Resultados de las cargas térmicas con el software HAP.....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
APÉNDICE K Precios unitarios. ....	208
APÉNDICE L Fichas técnicas. ....	209
APÉNDICE M Planos. ....	210

## Índice de figuras

Figura 1. Nueva construcción del almacén logístico INTI .....	5
Figura 2. Bloque de administración del almacén logístico INTI.....	5
Figura 3 Energía almacenada y transferida.....	7
Figura 4 Relación entre escala de temperatura.....	8
Figura 5. Esquema del diagrama psicrométrico .....	13
Figura 6. Representación de los procesos psicrométricos.....	14
Figura 7. Calor desprendido por conducción, convección y radiación.....	15
Figura 8. Factores que afectan el confort.....	16
Figura 9. Zonas de confort ASHRAE en invierno y verano .....	18
Figura 10. Perdidas de calor en invierno.....	21
Figura 11. Ganancias de calor en verano .....	23
Figura 12. Radiación solar sobre vidrio común a 30° y 80° .....	24
Figura 13. Equipos divididos simples.....	38
Figura 14. Equipos multisplit.....	39
Figura 15. Sistema de equipos VRF .....	40
Figura 16. Sistema VRF con mayores unidades en refrigeración.....	43
Figura 17. Sistema VRF con mayores unidades en calefacción.....	43
Figura 18. Sistema VRF con igual unidades de refrigeración y calefacción.....	44
Figura 19. Esquema de Sistema hidronico Caldera – Chiller.....	45
Figura 20. Fancoils de 3 y 4 tubos.....	46
Figura 21. Instalación monotubo de radiadores .....	47
Figura 22. Instalación bitubo de radiadores .....	47
Figura 23. Losa o piso radiante.....	48
Figura 24. Distribución de serpentín.....	48
Figura 25. Esquema de caudal constante y variable.....	49
Figura 26. Caja de volumen de aire variable.....	50
Figura 27. Esquema de volumen variable con control.....	50
Figura 28. Recuperación estática en ductos .....	56
Figura 29. Formas de ubicación de rejas de alimentación y retorno .....	57
Figura 30. Distribución de aire en ventilación.....	60



Figura 31. Extractor centrífugo .....	61
Figura 32. Tipos de rodete para ventiladores centrífugos .....	61
Figura 33. Ventiladores axiales .....	62
Figura 34. Rodete Helicocentrífugo.....	62
Figura 35. Curva característica de un ventilador.....	63
Figura 36. Punto de trabajo del ventilador .....	63
Figura 37. Extracción localizada: captación de contaminantes.....	64
Figura 38. Tipos de configuración para campanas Tipo I.....	65
Figura 39. Distancias recomendadas para campanas adosadas a la pared .....	67
Figura 40. Suministro integrado y separado de la campana.....	68
Figura 41. Tipo de sistema de climatización según su aplicación.....	72
Figura 42. Planta 1 del bloque de administración.....	75
Figura 43. Planta 2 del bloque de administración.....	76
Figura 44. Planta 3 del bloque de administración.....	76
Figura 45. Condiciones de instalación de los ambientes .....	103
Figura 46. Carta psicrométrica para el ambiente Oficinas y Recepción .....	105
Figura 47. Configuración de ductos del sistema 1 de aire acondicionado .....	112
Figura 48. Configuración de ductos del sistema 2 de aire acondicionado .....	113
Figura 49. Configuración de ductos del sistema 3 de aire acondicionado .....	114
Figura 50. Dispositivo de desinfección UTO.....	117
Figura 51. Esquema de partes del equipo fancoil.....	119
Figura 52. Configuración de ductos del sistema 1 de Ventilación. ....	122
Figura 53. Configuración de ductos del sistema 2 de ventilación. ....	124
Figura 54. Configuración de ductos del sistema 3 de ventilación. ....	125
Figura 55. Curva característica y selección del ventilador del sistema 1 .....	127
Figura 56. Curva característica y selección del ventilador del sistema 2 .....	128
Figura 57. Curva característica y selección del ventilador del sistema 3 .....	128
Figura 58. Dimensiones de la configuración de la cocina .....	129
Figura 59. Dimensiones consideradas para la cocina y la campana .....	130
Figura 60. Ductos de extracción para el sistema de cocina.....	131
Figura 61. Ductos de inyección para el sistema de cocina.....	132

Figura 62. Curva característica y selección del equipo de extracción cocina.....	134
Figura 63. Curva característica y selección del equipo de inyección cocina.....	135
Figura 64. Modelo de precios unitarios .....	150

## Índice de tablas

Tabla 1. Calor específico para varios materiales.....	9
Tabla 2. Fuentes de calor por almacenamiento de calor.....	25
Tabla 3. Ganancias por iluminación.....	31
Tabla 4. Potencia consumida para diferentes sistemas.....	41
Tabla 5. Velocidades admisibles de aire.....	52
Tabla 6. Velocidades recomendadas del aire en la zona ocupada de la habitación.....	58
Tabla 7. Velocidades recomendadas en las bocas de salida.....	58
Tabla 8. Velocidad de descarga volumen de flujo de aire para campanas de cocina.....	66
Tabla 9. Importancia de parámetros según su aplicación.....	71
Tabla 10. Condiciones exteriores del lugar de proyecto.....	74
Tabla 11. Condiciones interiores de proyecto.....	75
Tabla 12. Áreas para sistema de Aire acondicionado.....	77
Tabla 13. Areas para sistema de Ventilación.....	77
Tabla 14. Propiedades físicas de materiales compuestos.....	79
Tabla 15. Dia de mayor aportación solar para el proyecto.....	80
Tabla 16. Factores de almacenamiento para el proyecto.....	82
Tabla 17. Factores de almacenamiento para el ambiente específico.....	83
Tabla 18. Carga radiante sobre las superficies acristaladas para Oficinas en dirección SE. .....	84
Tabla 19. Diferencia de equivalente de temperatura para paredes de oficinas y recepción .....	86
Tabla 20. Diferencia equivalente de temperatura para techo de oficinas y recepción.....	88
Tabla 21. Mayor aportación solar de Oficinas y recepción.....	89
Tabla 22. Carga de transmisión por paredes, techo, puertas y ventanas para verano.....	92
Tabla 23. Ganancias por ocupantes.....	93
Tabla 24. Ganancias de calor debido al alumbrado.....	94
Tabla 25. Ganancia de calor sensible por aparatos eléctricos comunes.....	94
Tabla 26. Ganancias de calor debido a aparatos eléctricos.....	95
Tabla 27. Cargas de Refrigeración en verano.....	96
Tabla 28. Cargas de calefacción en invierno.....	99

Tabla 29. Tasas mínimas de ventilación para el proyecto. ....	102
Tabla 30. Condiciones exteriores e interiores de diseño.....	103
Tabla 31. Pérdida de calor de los ambientes y caudal de ventilación.....	104
Tabla 32. Condiciones psicrométricas a la salida del equipo (punto i) .....	106
Tabla 33. Condiciones psicrométricas para los ambientes.....	107
Tabla 34. Condiciones de mezcla para el equipo (punto M).....	107
Tabla 35. Capacidad del equipo en verano .....	108
Tabla 36. Capacidad del equipo en invierno .....	108
Tabla 37. Carga adoptada y selección del tipo de equipo. ....	109
Tabla 38. Selección del tipo y modelo de acondicionadores. ....	110
Tabla 39. Selección de la unidad exterior del sistema .....	110
Tabla 40. Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 1. ....	112
Tabla 41. Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 2. ....	113
Tabla 42. Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 3. ....	114
Tabla 43. Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 1. ....	115
Tabla 44. Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 2. ....	115
Tabla 45. Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 3. ....	115
Tabla 46. Selección de rejillas y difusores para inyección, retorno y toma de aire .....	116
Tabla 47. Tabla de selección UTO .....	118
Tabla 48. Caudal para los sistemas tipo ducto .....	118
Tabla 49. Caudal para los sistemas de tipo cassette .....	118
Tabla 50. Caudal de ventilación para los baños, duchas y vestidores, de acuerdo ASHRAE. .....	120
Tabla 51. Dimensionamiento de ductos para duchas y vestidores .....	120
Tabla 52. Dimensionamiento de ductos para baños de planta 1.....	122
Tabla 53. Dimensionamiento de ductos para baños de planta 2.....	124
Tabla 54. Selección de rejillas para el sistema de ventilación. ....	126
Tabla 55. Selección de rejillas para ingreso de aire.....	129
Tabla 56. Dimensiones de los artefactos de la cocina .....	129
Tabla 57. Dimensionamiento de ducto de extracción de la campana.....	131
Tabla 58. Dimensionamiento de ducto de inyección de la campana.....	132

Tabla 59. Dimensionamiento de rejillas de inyección para campana.....	132
Tabla 60. Comparación de resultados con el software. ....	136
Tabla 61. Costo de mano de obra .....	147
Tabla 62. Costo de máquinas y herramientas.....	148
Tabla 63. Costo total del proyecto .....	151
Tabla 64. Costo de operación .....	152
Tabla 65. Costos de mantenimiento.....	153
Tabla 66. Costo total del proyecto.....	154

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo tiene como finalidad el diseño de un sistema de climatización para oficinas administrativas del almacén logístico de la empresa "Droguería INTI S.A." sede El Alto, el mismo se divide en tres partes: análisis del diseño de aire acondicionado para las oficinas y ambientes ocupables, ventilación para baños, duchas y vestidores y extracción localizada de una cocina. Con estos sistemas se trata de brindar confort a los trabajadores de las oficinas del almacén para un mayor desempeño en sus funciones.

La estructura del proyecto contempla: Generalidades, que incluye los objetivos, justificación, límites y alcance del proyecto; Marco teórico, que recopila toda la información para sustentar la ingeniería del proyecto; Ingeniería del Proyecto, donde se realiza el cálculo de los sistemas en base a las características de los ambientes, carga térmica, caudal de ventilación, además de la selección de equipos y por último el dimensionamiento de ductos y rejillas; Manufactura y Montaje, donde se propone el procedimiento de instalación, operación y mantenimiento del sistema; Costos, donde se determinó el costo total del proyecto, costo de operación y costo de mantenimiento anual del sistema instalado.

Para el cálculo del sistema de climatización se consideró el método descrito por Carrier, así también, las recomendaciones que realiza la ASHRAE, obteniendo una carga térmica en refrigeración y calefacción de 37.12 kW y 39,8 kW respectivamente. El sistema VRF fue elegido por las recomendaciones realizadas por Néstor P. Quadri para ambientes de oficinas. El costo fue determinado en base a cotizaciones de fabricantes directos, considerando los tres sistemas y tableros de control, obteniendo un total de Bs. 528.302,61.

*Palabras clave: climatización, HVAC, ventilación, aire acondicionado.*

## SUMMARY

The purpose of the following project is to design an air conditioning system for administrative offices of the logistics warehouse of the company "Droguería INTI S.A." El Alto headquarters, it is divided into three parts: analysis of the air conditioning design for offices and occupiable environments, ventilation for bathrooms, showers and dressing rooms and localized extraction of a kitchen. These systems aim to provide comfort to warehouse office workers for greater performance in their duties.

The structure of the project includes: Generalities, which includes the objectives, justification, limits and scope of the project; Theoretical framework, which compiles all the information to support the engineering of the project; Project Engineering, where the calculation of the systems is carried out based on the characteristics of the environments, thermal load, ventilation flow, in addition to the selection of equipment and finally the sizing of ducts and grilles; Manufacturing and Assembly, where the installation, operation and maintenance procedure of the system is proposed; Costs, where the total cost of the project, operation cost and annual maintenance cost of the installed system were determined.

To calculate the air conditioning system, the method described by Carrier was considered, as well as the recommendations made by ASHRAE, obtaining a thermal load in cooling and heating of 37.12 kW and 39.8 kW respectively. The VRF system was chosen based on the recommendations made by Néstor P. Quadri for office environments. The cost was determined based on quotes from direct manufacturers, considering the three systems and control panels, obtaining a total of Bs. 528,302.61.

*Keywords: air conditioning, HVAC, ventilation, air conditioning.*

# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de El Alto, las temperaturas son extremadamente bajas en invierno y relativamente altas en verano, la necesidad de implementar un sistema de aire acondicionado, calefacción y enfriamiento, son convenientemente exigidas sobre todo en el primer caso. La presencia de aire acondicionado en ambientes donde hay personal de trabajo es de vital importancia para tener una buena sensación térmica, de la misma manera la ventilación es importante para tener aire limpio y libre de contaminantes, implementando estos dos sistemas podemos brindar confort al usuario que lo necesite.

El proyecto trata de mejorar estos aspectos que son relevantes para realizar un trabajo adecuado en cualquier ambiente donde se encuentra mucha abundancia de personas y sobre todo donde existe trabajo en condiciones móviles.

El presente proyecto tiene como objetivo principal realizar el “Diseño de Aire Acondicionado y Ventilación del bloque de Administración”, dicha instalación está ubicada en la ciudad de El Alto a una altura de 4062 metros sobre el nivel del mar, en inmediaciones a la carretera a Viacha.

Para tal caso será necesario realizar un estudio de todos los factores que intervienen en el diseño del presente proyecto, así también se deberá utilizar conceptos abordados durante la carrera como de termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos, psicrometría, ventilación, gestión, mantenimiento, etc., para determinar con mayor precisión y eficacia nuestro sistema planteado.

Por esta razón, en el presente proyecto se va desarrollando todo el sistema concerniente al planteamiento y al diseño de los sistemas ya mencionados.

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas farmacéuticas en la actualidad consiguieron una demanda insatisfecha en los productos, debido a la aparición de virus y enfermedades, es por eso que la empresa



DROGUERÍA INTI S.A. se vio en la necesidad de construir nuevos ambientes para cubrir el mercado. De la misma manera se vieron comprometidos a ingresar a mercados internacionales, los cuales requieren mayor compromiso de importación, por tal motivo se construyen almacenes logísticos, en varios departamentos del país.

Debido a la construcción de un almacén logístico que estará ubicado en la ciudad de El Alto, parte de esta construcción estará destinada a ser un bloque de administración, debido a que se contará con oficinas se ve necesario dar confort a los trabajadores mediante un sistema de aire acondicionado.

Los cambios de clima adversos que se tiene en esta ciudad y el lugar de ubicación del almacén, hacen que se requiera calentar o enfriar los ambientes ocupados.

El bloque de administración cuenta con baños, comedor y cocina, los cuales generan malos olores debido al flujo de personas que se tienen en el almacén, entonces se ve la necesidad de realizar un sistema de ventilación.

### **1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Se podrá mejorar el nivel de confort y calidad de ambiente de trabajo en el nuevo bloque de administración; con condiciones normalizadas para este tipo de edificaciones?

### **1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de climatización, para brindar confort a los trabajadores del bloque de administración del almacén logístico de la empresa DROGUERÍA INTI S.A. sede El Alto.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar una carga térmica que sea adecuada tanto en invierno como en verano, considerando la ubicación y las características del local donde se realizará el diseño.
- Determinar un caudal adecuado de aire para la ventilación y purificación de los ambientes.
- Seleccionar y dimensionar los diferentes equipos, accesorios y materiales necesarios para el correcto funcionamiento de los mismos, los cuales sean adecuados a la arquitectura de los ambientes.

- Proponer la instalación, operación y mantenimiento del proyecto.
- Determinar el costo total del proyecto.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

El sistema de aire acondicionado seleccionado para el diseño se encuentra actualmente en tendencia y los equipos se encuentran disponibles en el mercado para este tipo de instalaciones, ya que se tiene mayores ventajas por ser más eficientes, producir poco ruido y se pueden utilizar tanto para enfriar como para calentar los ambientes.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Con la construcción del nuevo bloque de administración, va a mejorar la organización del área de logística para la distribución de los productos, generando mayores ingresos económicos para la empresa.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El sistema de aire acondicionado que se pretende diseñar, contribuye con mejores condiciones de trabajo para el personal de las instalaciones, debido a que se verán cubiertas sus necesidades de confort térmico, lo cual es de gran valor para realizar un trabajo adecuado y cómodo, por ende, ayudará a mejorar la productividad de los trabajadores.

## **1.5. LÍMITES Y ALCANCES**

### **1.5.1. LÍMITES**

Obtener un diseño adecuado tal que mejore las condiciones ambientales y brinde confort, dentro de los requerimientos de la empresa solicitante.

El proyecto se limitará al diseño mas no así a la instalación y/o implementación del mismo.

Cumplir con las normas vigentes establecidas para el diseño de sistemas de climatización en lo referente a implementación en oficinas, como la ASHRAE, ISPE, ISO Y NFPA.

El diseño debe realizarse con un sistema que funcione con electricidad, debido a que el lugar no cuenta con una red de gas natural.

### **1.5.2. ALCANCES**

El proyecto tiene como alcance el diseño del bloque de oficinas y no así el almacén de medicamentos.

El sistema se proyectará con características ambientales únicas del lugar de diseño.

El diseño se dividirá en tres etapas: el sistema de aire acondicionado para oficinas y espacios ocupables, el sistema de ventilación para baños, duchas y vestidores y el sistema de extracción localizada para la cocina.

### **1.6. ANTECEDENTES**

#### **1.6.1. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES**

En marzo de 1936 se marca el inicio de la Industria Farmacéutica más importante de Bolivia, cuando el empresario alemán, Don Ernesto W. N. Schilling, funda en La Paz la “Droguería Hamburgo”, dedicada a la comercialización de Drogas Medicinales y Medicamentos. Once años después, luego de un proceso de transformaciones al interior de la firma, se produce el cambio de razón social a Droguería INTI S.A.

Para 2018 Droguería Inti S.A. llega a ser una de las empresas que contribuye más a la economía del país y se encuentra entre las 100 empresas con mejor reputación, exportando sus productos a Alemania, Estados Unidos, Francia, Macao, Panamá, Paraguay y Perú.

A la fecha la empresa continúa creciendo y teniendo alcance a nivel mundial es por eso que realiza nuevos proyectos y necesita de nuevos ambientes para cubrir la demanda de los productos que comercializa.

**Figura 1.** Nueva construcción del almacén logístico INTI



**Fuente.** Elaboración propia

De acuerdo a la nueva construcción del almacén logístico se tiene la implementación de un nuevo bloque de administración, además de la necesidad de brindar confort a los trabajadores, se realizará el diseño del sistema de aire acondicionado y ventilación, para dicho bloque.

**Figura 2.** Bloque de administración del almacén logístico INTI



**Fuente.** Elaboración propia

### **1.6.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

El diseño de un sistema de aire acondicionado es particular para cada caso debido a las condiciones ambientales, tipos de sistemas, tipo de materiales y ubicación de la

construcción, sin embargo, el procedimiento de cálculo en general sigue el mismo esquema para el diseño de sistemas de aire acondicionado, por lo tanto, como base para el presente proyecto se considerará las siguientes referencias.

Choquehuanca Mamani (2013), con su proyecto “Diseño de un sistema de aire acondicionado para el edificio SEI La Paz”, es un trabajo de diseño de un sistema de aire acondicionado del tipo todo aire para calefacción, mediante equipos a gas “furnace” y ventilación mecánica para oficinas, aulas y baños.

El trabajo realizado por Delgado Quirós (2019), “Diseño de un sistema de aire acondicionado para el edificio D-15 ubicado en Heredia, Costa Rica”, el cual plantea un sistema de tipo agua helada (chiller), determinando la carga térmica mediante el método de Edward Pita y con ayuda del software HAP de la compañía Carrier para comprobar los datos obtenidos manualmente.

Por otra parte, el “Proyecto de instalaciones termomecánicas (2019), Edificio Torre Mercedes Campos Sinergia”, diseñado por la empresa Prointegra Bolivia SRL, tiene el objetivo del diseño y cálculo del sistema de ventilación en sótanos, extracción de baños, extracción de cocinas y el sistema de calefacción en locales comerciales, oficinas y departamentos, así como también la elaboración del presupuesto de ejecución para el edificio y la ejecución del mismo, este edificio está ubicado en la ciudad de La Paz y cuenta con veintitrés pisos y tres sótanos, este proyecto se toma como referencia ya que fue parte de la experiencia adquirida como supervisor para diseñar este tipo de proyectos.

# CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

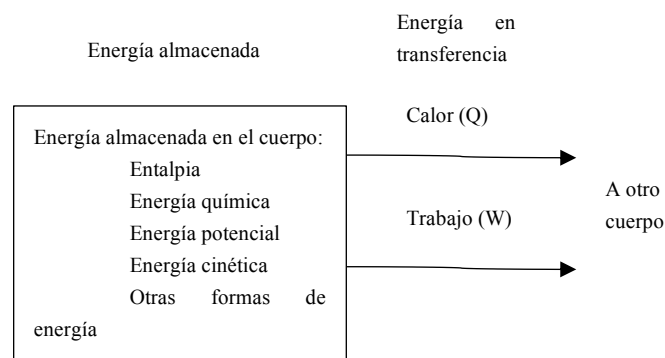
### 2.1. PRINCIPIOS FÍSICOS

#### 2.1.1. ENERGÍA

La energía se define como la capacidad de efectuar trabajo en un cierto tiempo. Existen varios tipos de energía dentro de los cuales nos incumbe es la energía térmica, que generalmente se representa en forma de calor.

La energía se puede almacenar y transferir en un cuerpo de diferentes formas como muestra la Figura 3.

**Figura 3** Energía almacenada y transferida



**Fuente.** (Pita, 2005)

#### 2.1.2. CALOR Y TEMPERATURA

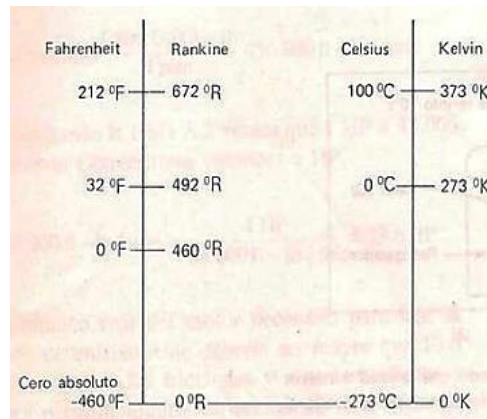
El calor se define como una forma de energía que se transmite de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura.

La temperatura es la medida de la actividad de un cuerpo, que depende del movimiento de las moléculas y partículas que se compone dicho cuerpo<sup>1</sup>.

Existen dos escalas para medir la temperatura, relativas y absolutas, que se diferencian porque en ellas el valor cero se asigna a la más baja temperatura que puede existir Rankine (R) y Kelvin (K), como se muestra en la Figura 4.

<sup>1</sup> (Pita, 2005)

**Figura 4** Relación entre escala de temperatura



**Fuente.** (Pita, 2005)

### **2.1.3. ENTALPÍA**

Para el propósito que nos concierne, se define como la energía almacenada en un cuerpo en forma de temperatura y presión.

### **2.1.4. CANTIDAD DE CALOR, CALOR SENSIBLE Y CALOR LATENTE**

La cantidad de calor representa la suma de todas las energías térmicas de todas las moléculas que lo componen. Por lo que está en función de la masa del cuerpo y de su temperatura.

#### **2.1.4.1. CALOR ESPECÍFICO**

Para determinar la cantidad de calor se utiliza el denominado calor específico, que se define como la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg de agua en 1°C a presión atmosférica normal. El calor específico para el agua es 1, pero varía para otros materiales, por ejemplo<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> (Pita, 2005)

**Tabla 1.** Calor específico para varios materiales

Material	Ce [kcal/kg °C]
Aluminio	0,220
Cobre	0,093
Corcho	0,490
Hielo	0,500
Hierro	0,115
Vapor	0,480
Aire Seco	0,240
Latón	0,090
Mercurio	0,030

Fuente. (Quadri N. P., 2008, pág. 7)

#### 2.1.4.2. CALOR SENSIBLE

Cuando el calor agregado o eliminado de una sustancia provoca un cambio de temperatura en el mismo sin el cambio de fase.

Se representa por la fórmula:

$$Q = C_e \cdot m \cdot (T_1 - T_2) \quad (1)$$

Donde:

Q: cantidad de calor agregado o sustraído [Kcal]

Ce: calor específico [kcal/kg °C]

m: masa del cuerpo o sustancia [kg]

T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub>: diferencia de temperatura [°C]

#### 2.1.4.3. CALOR LATENTE

Cantidad de calor requerida por una sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura.

Se representa por la fórmula:

$$Q = C_{lv} \cdot m \quad (2)$$

Donde:

Q: cantidad de calor latente agregado o sustraído [Kcal]



$C_{lv}$ : calor latente de vaporización o fusión, [kcal/kg]

m: masa del cuerpo o sustancia [kg]

## **2.2. TRANSMISIÓN DE CALOR**

Todo cuerpo con una determinada cantidad de calor, tiene la propiedad de cederlo a otro cuerpo, siempre que este se encuentre a menor temperatura.

### **2.2.1. CONDUCCIÓN**

Es la forma de transferencia de calor a través de un cuerpo sólido.

### **2.2.2. CONVECCIÓN**

Es la forma de transferencia de calor propia de los fluidos, por ejemplo, en nuestro caso aire o agua.

### **2.2.3. RADIACIÓN**

La forma de transferencia de calor por radiación se produce en el vacío igual que la radiación de la luz en forma de ondas electromagnéticas.

Existen varios métodos para calcular la transferencia de calor, en nuestro caso se recurrirá al concepto empírico denominado “diferencia equivalente de temperatura”. Esta diferencia equivalente a través de la estructura debe tener en cuenta los diferentes materiales, orientación, situación del edificio (latitud) y las condiciones de proyecto<sup>3</sup>, que se detallaran más adelante.

## **2.3. PROPIEDADES DEL AIRE PSICROMETRÍA**

### **2.3.1. COMPOSICIÓN DEL AIRE**

El aire atmosférico es la composición de aire seco y vapor de agua.

El aire seco es una mezcla de gases que se compone generalmente en porcentaje de 77% nitrógeno, 22% oxígeno y 1% otros gases como CO, Ar, Ne, etc.

---

<sup>3</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980, pág. 53)

La cantidad de vapor de agua es variable y es lo que constituye la humedad atmosférica, que tiene gran importancia para el confort humano y para el desarrollo de un gran número de procesos industriales<sup>4</sup>.

### **2.3.2. TEMPERATURA DE BULBO SECO ( $T_{BS}$ )**

Es la temperatura del aire, tal como la indica un termómetro. Las palabras temperatura y temperatura de bulbo seco se emplean para designar lo mismo tratándose del aire.

### **2.3.3. TEMPERATURA DEL BULBO HÚMEDO ( $T_{BH}$ )**

Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una tela o algodón empapada en agua, expuesto a una corriente constante de aire.

### **2.3.4. TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO ( $T_{PR}$ )**

Es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se comienza a condensar si se enfría el aire a presión constante.

Es la temperatura a la cual empieza la condensación de vapor de agua cuando el aire se enfría. Su obtención gráfica es muy sencilla: basta situar el estado correspondiente de aire húmedo en el diagrama psicrométrico y trazar, desde allí, una horizontal hasta cortar la curva de saturación.

### **2.3.5. HUMEDAD ESPECÍFICA O ABSOLUTA ( $W$ )**

Es la relación entre la masa de vapor contenida en el aire  $m_w$  y la masa de aire seco  $m_a$  se expresa en  $kg_v/kg_a$  es decir:

$$W = \frac{m_w}{m_a} \quad (3)$$

Donde:

$W$ : Humedad específica o absoluta [kg vapor/kg de aire seco]

---

<sup>4</sup> (Quadri N. P., 2008, pág. 19)

$m_w$ : masa de vapor de agua contenida en la masa de aire húmedo [kg vapor]

$m_a$ : masa de aire seco contenida en una masa de aire húmedo [kg aire seco]

Si la mezcla de aire seco y vapor de agua se encuentran a la presión  $p$ , suponiendo, separaremos las componentes aire seco y vapor de agua, con el mismo volumen y temperatura, las presiones del aire seco y del vapor de agua serían distintas y cada una recibe el nombre de presión parcial. Llamaremos  $p_a$  la del aire seco y  $p_w$  la del vapor de agua. Suponiendo un comportamiento ideal, deberá cumplirse, por una parte:

$$p = p_a + p_w \quad (4)$$

Donde:

$p$ : presión total de la mezcla de aire seco y vapor de agua [Pa]

$p_a$ : presión de aire seco [Pa]

$p_w$ : presión de vapor de agua [Pa]

Y por otra parte teniendo en cuenta, la ecuación de gases ideales:

$$pV = nRT \quad (5)$$

Reemplazando y dividiendo miembro a miembro se obtiene:

$$W = 0.622 \frac{\varphi p_{ws}(t)}{p - \varphi p_{ws}(t)} \quad (6)$$

### 2.3.6. HUMEDAD RELATIVA ( $\varphi$ )

Es la relación entre la presión de vapor de agua contenido en el aire,  $p_w$  y la presión del vapor saturante a la misma temperatura,  $p_{ws}$ . Es decir:

$$\varphi = \frac{p_w}{p_{ws}} \quad (7)$$

Donde:

$\varphi$ : humedad relativa

La presión saturante, o presión de saturación, depende de la temperatura.

---

<sup>5</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

### 2.3.7. ENTALPÍA (H)

Es la variable que utilizamos para determinar la energía térmica de un flujo de aire; se expresa en [kJ/kg a]. Puede determinarse a partir del diagrama psicrométrico, pero es aconsejable hacerlo mediante la fórmula que se muestra en Carrier.

Las líneas de entalpía cuentan con muy poca curvatura, casi rectas, que tienen la misma inclinación que las rectas de temperatura húmeda, por lo que estas pueden utilizarse como isoentálpicas.

### 2.3.7. VOLUMEN ESPECÍFICO (V)

Es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco. se expresa en [m<sup>3</sup>/kg] de aire seco.

### 2.3.8. FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)

Es la relación entre la carga sensible y la carga total (sensible más latente) del local.

$$FCS = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l} \quad (8)$$

Donde:

FCS: Factor de calor sensible

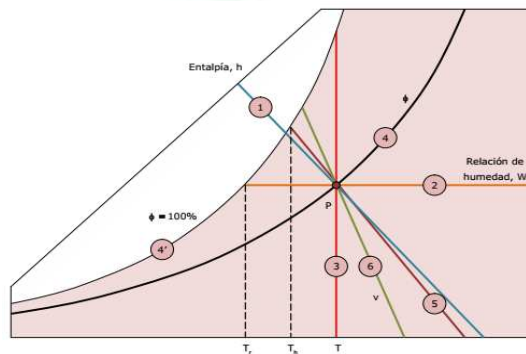
Q<sub>s</sub>: Calor sensible

Q<sub>l</sub>: Calor latente

### 2.3.9. PUNTO DE REFERENCIA O FOCO

Está situado a los 26,7 °C y 50% de humedad relativa y se emplea junto con la escala de factores de calor sensible para dibujar las líneas del proceso de aire acondicionado.

Figura 5. Esquema del diagrama psicrométrico

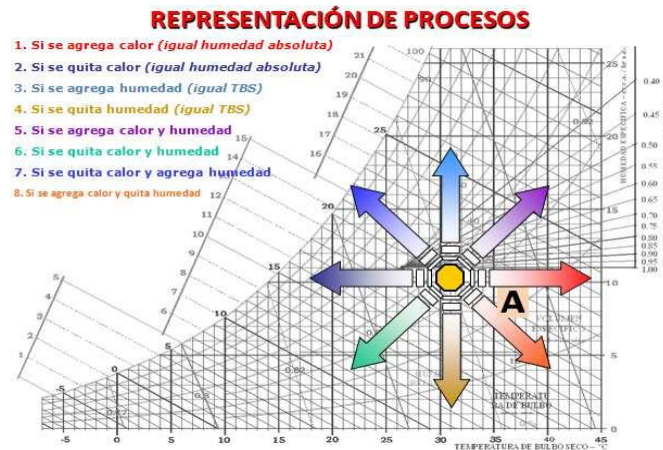


Fuente. (González Sierra, 2013)

Como se puede observar, es relativamente simple determinar las propiedades del aire en una carta psicrométrica, conociendo dos (cualquiera) de ellas. La precisión del resultado, depende grandemente de la visión individual, la habilidad para trazar líneas y el método de interpolación. Pero, el uso de la carta no se limita solamente a determinar las propiedades de una muestra de aire, también se pueden calcular las cargas térmicas al calentar o enfriar la muestra de aire, con o sin humidificación o deshumidificación, cambios en el volumen, mezclas de aire, etc.<sup>6</sup>.

Los distintos procesos que se pueden realizar quedan representados en la Figura 6:

**Figura 6.** Representación de los procesos psicrométricos



Fuente. (Canovas)

## 2.4. SENSACIÓN DE CONFORT

Se define confort como el bienestar físico del ser humano y este existirá cuando exista buenas condiciones de varios factores como ser lumínicos, térmicos, acústicos, etc. De estos factores se realizará un análisis físico para lograr obtener un confort térmico exclusivamente, para lograrlo se utilizará equipos de aire acondicionado.

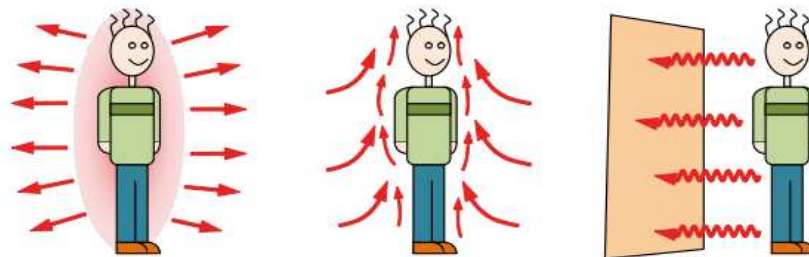
<sup>6</sup> (González Sierra, 2013)

### 2.4.1. CALOR CEDIDO POR EL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano tiende a mantener una temperatura de 37 °C aproximadamente mientras disipa continuamente el calor desarrollado por procesos químicos consecuencia de la asimilación de los alimentos, bebidas, etc.<sup>7</sup>.

El calor producido por el cuerpo humano se emite bajo dos formas: calor sensible, Figura 7 (conducción, convección y radiación), y calor latente (transpiración o evaporación). Todos estos componentes se hallan regulados de modo que la suma permanece constante.

**Figura 7.** Calor desprendido por conducción, convección y radiación.



**Fuente.** (González Sierra, 2013, pág. 209)

Según (Quadri N. P., 2008) “para personas en reposo y para temperaturas del aire del local de 20°C puede considerarse en invierno” (pág. 27):

<i>Calor total cedido por el cuerpo humano</i>	{	<i>Calor sensible o seco</i>	{	Radiación 46%
		79%	}	Conducción y convección 33%
		<i>Calor humedo o latente</i>	{	Evaporación 19%
		21%	}	Respiración 2%

La suma de  $Q_s$  y  $Q_l$  establece la transferencia de calor del cuerpo humano.

### 2.4.2. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS QUE AFECTAN EL CONFORT

Los factores determinantes para la sensación de calor y frío son esencialmente los siguientes, Figura 8:

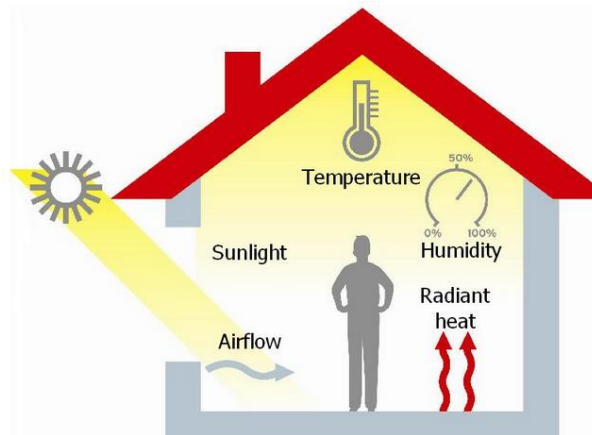
- a) Temperatura del aire
- b) Temperatura de las superficies
- c) Humedad relativa

<sup>7</sup> (Quadri N. P., 2008)

d) Velocidad en la zona de permanencia

Además, existen otros factores independientes del clima del local, como el ritmo de trabajo, el grado de fatiga, edad, sexo, vestimenta, estado de salud, etc.

**Figura 8.** Factores que afectan el confort



**Fuente.** (Hildenbrandt Gruppe, 2015)

**a) Temperatura del aire**

Los márgenes de temperatura dentro los cuales las personas se sienten confortables, depende de la época del año, ya sea en invierno o verano. Según Quadri (2008), puede considerarse de forma práctica los siguientes valores<sup>8</sup>:

- Invierno (ropa normal): 18 a 22 °C
- Verano (ropa liviana): 23 a 27 °C

Estos valores son referenciales ya que depende de varios factores como se verá más adelante.

**b) Temperatura de las superficies del local**

El cuerpo humano elimina calor por radiación, cediendo calor a las superficies del local, cuya temperatura es menor o recibiendo de las superficies más calientes.

---

<sup>8</sup> (Quadri N. P., 2008)

Para asegurar el confort, el calor que cede el cuerpo por radiación debe mantenerse dentro de ciertos límites, según la temperatura del aire circundante.

Las temperaturas de las superficies del local deben fijarse de modo de no impedir la eliminación necesaria del calor humano, ni que se produzca una aceleración ya que podría producir escalofríos.

### **c) Humedad relativa**

La humedad juega un papel muy importante en las condiciones de confort debido a que el cuerpo elimina calor por evaporación a través de la piel. Como establece Quadri (2008), pueden establecerse como límites entre 30 y 70 %, y como valor óptimo tanto en invierno como en verano el 50%<sup>9</sup>.

Si la humedad relativa baja sobre un 30% se provoca resecamiento de las mucosas respiratorias y si se supera el 70%, por el contrario, produce sensación de pesadez, dificultándose la función respiratoria pulmonar, afectando, además, al propio local en cuanto a pinturas y muebles.

### **d) Movimiento del aire**

El movimiento del aire incrementa la disipación de calor y humedad de transpiración, un movimiento alto de aire aumenta la disipación, dando en verano la sensación de frescura, tal es el caso del uso de ventiladores en verano. Si la temperatura es baja (invierno) dicho movimiento de aire es molesta.

Otros factores importantes que afectan el grado de confort es la ventilación del local para mantener cierta pureza del aire, olores y su vaciamiento. La eliminación de las partículas sólidas en suspensión o polvo es otro factor determinante, no solo para el bienestar si no para la salud de las personas, sobre todo en estos tiempos que aparecieron nuevas enfermedades como el COVID 19.

La norma 55 de la ASHRAE<sup>10</sup>, establece las condiciones requeridas para un ambiente térmico aceptable. La Figura 9 muestra rangos aceptables de temperatura y humedad para

---

<sup>9</sup> (Quadri N. P., 2008, pág. 28)

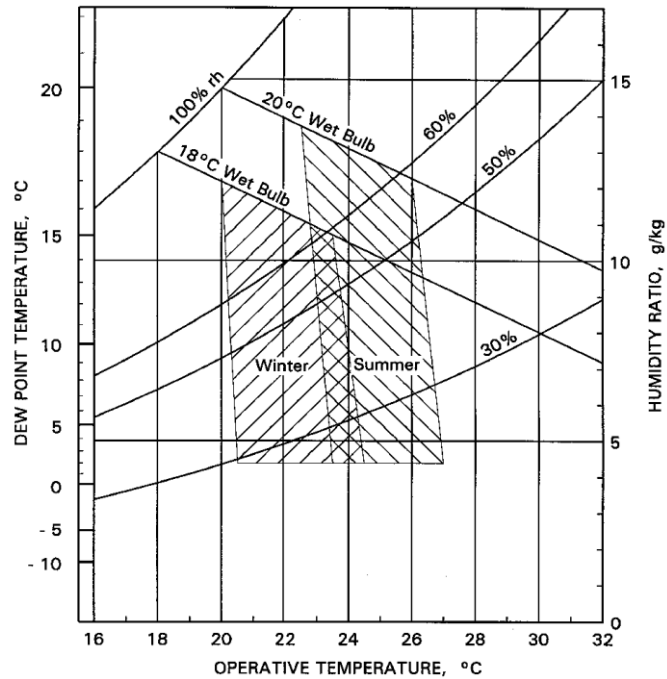
<sup>10</sup> (ASHRAE, 2017)



personas en ropa típica de verano y de invierno durante la realización de actividades ligeras y principalmente sedentarias.

La zona sombreada llamada zona de confort y señala combinaciones de temperatura y humedad según las cuales, al menos el 80% de las personas se encontrarían en un ambiente comfortable.

**Figura 9.** Zonas de confort ASHRAE en invierno y verano



**Nota.** Rangos aceptables de humedad y temperatura para personas en ropa típica en verano e invierno y actividad sedentaria. **Fuente.** ASHRAE Handbook Fundamentals. (ASHRAE, 2017)

## 2.5. CONDICIONES DE DISEÑO Y ESTUDIO DE LAS CARGAS DE ACONDICIONAMIENTO

### 2.5.1. CONDICIONES DE DISEÑO

#### 2.5.1.1. CONDICIONES DE DISEÑO EXTERIOR

Para determinar las condiciones de diseño exterior no se adoptan los valores extremos de temperatura y humedad relativa, ya que los mismos se presentan durante pocos días y por lo general son picos de corta duración.

El criterio que se adopta es el de promediar las condiciones de temperaturas extremas con las medias, lo mismo con las humedades relativas.

Para nuestro caso se utilizará las condiciones proporcionadas por el manual Fundamentals de ASHRAE<sup>11</sup>, que muestra el promedio de datos para valores anuales promedio de acuerdo a percentiles, ver ANEXO I.

### **2.5.1.2. CONDICIONES DE DISEÑO INTERIOR**

Los parámetros de diseño para lograr las condiciones de confort, depende principalmente de la estación del año, ya sea verano o invierno. Además del destino que le demos al local.

Según Carrier en la práctica, suelen adaptarse a las condiciones establecidas en la tabla del ANEXO II, que fueron deducidas de la experiencia y ratificadas por ensayos de la ASHRAE<sup>12</sup>.

Estas condiciones se basan en actividad metabólica de las personas, grado de vestimenta y porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). La tabla que se muestra es para personas con actividad metabólica sedentaria de 1.2 met, con grado de vestimenta de 0.5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD de 10 a 15%<sup>13</sup>.

Para el cálculo de las condiciones de diseño lo podemos realizar con la CBE, (Center for the Built Environment) que realiza un cálculo basado en el estándar ASHRAE 55<sup>14</sup>.

### **2.5.2. ESTUDIO DE LAS CARGAS TÉRMICAS**

Acondicionar térmicamente un local requerirá agregar o extraer tanto calor como sea necesario para alcanzar la temperatura interior deseada.

Se entiende como la carga de acondicionamiento la cantidad de calor que hay que extraer en verano o incorporar en invierno para producir y mantener en el espacio acondicionado ciertas temperatura y humedad prefijada, cuyo cálculo determinará las características y dimensiones de la instalación.

---

<sup>11</sup> (ASHRAE, 2017)

<sup>12</sup> (Carrier Air Conditioning Company, 1980)

<sup>13</sup> (González Sierra, 2013)

<sup>14</sup> (ANSI/ASHRAE Standard 55, 2010)

Antes de realizar el cálculo de cargas necesitamos realizar un estudio completo que garantice la exactitud de la evaluación, siendo este lo más preciso y completo, no debiendo subestimarse la importancia de ningún factor.

### **2.5.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE ACONDICIONAMIENTO**

Se clasifican de la siguiente manera<sup>15</sup>:

- 1) por la forma
  - Calor sensible
  - Calor latente
- 2) Por la fuente
  - Interna
  - Externa
- 3) Por el tipo
  - Transmisión
  - Radiación solar
  - Infiltración
  - Ventilación
  - Personas
  - Iluminación
  - Motores
  - Artefactos
  - Otras fuentes
- 4) Por la temporada
  - En invierno
  - En verano



### **2.5.2.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN EN INVIERNO**

El estudio de las cargas térmicas para el ciclo invierno de los locales a tratar, permite determinar cuánto calor debe suministrar el sistema de calefacción para compensar las

---

<sup>15</sup> (Quadri N. P., 2008)

pérdidas de calor que en el mismo se producen, lo cual me permitirá mantener la temperatura confortable de los ambientes tratados.

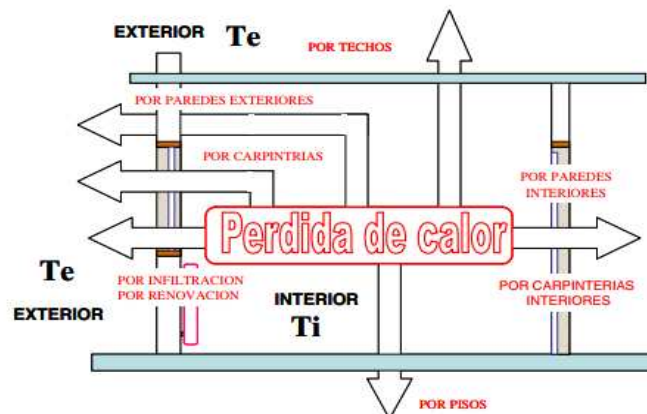
La valorización de la carga térmica para el ciclo invierno, sirve de base para seleccionar el equipo de calefacción.

Normalmente se calcula dicha carga con las temperaturas invernales que se producen generalmente de noche, por ese motivo no se toman en consideración las ganancias de calor producidas por las fuentes internas (personas, alumbrado, etc.).

La evaluación de la carga debe entonces tener en cuenta:

- Las pérdidas por transmisión de calor por cerramientos: Se producen a través de las paredes, ventanas, puertas, techos, pisos que componen los cerramientos del local estudiado.
- Las pérdidas por Ventilación: El calor necesario para compensar las entradas de aire exterior, producidas por infiltración a través de las puertas, ventanas, etc. que dan al exterior, o el necesario para la ventilación del local para conservar las condiciones de calidad del aire<sup>16</sup>.

Figura 10. Pérdidas de calor en invierno



Fuente. (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>16</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

### **2.5.2.3. CARGAS DE REFRIGERACIÓN EN VERANO**

La determinación de las cargas de refrigeración permite conocer la cantidad de calor que el sistema gana, y cuyo fin es el de diseñar y/o seleccionar el equipo de aire acondicionado, para producir y mantener, las condiciones de humedad y de temperatura, preestablecidas dentro de los locales acondicionados.

El estudio de las cargas de refrigeración es más complejo que el analizado para calefacción, debido a los diversos factores que actúan, y que deben ser tomados en cuenta, los cuales son:

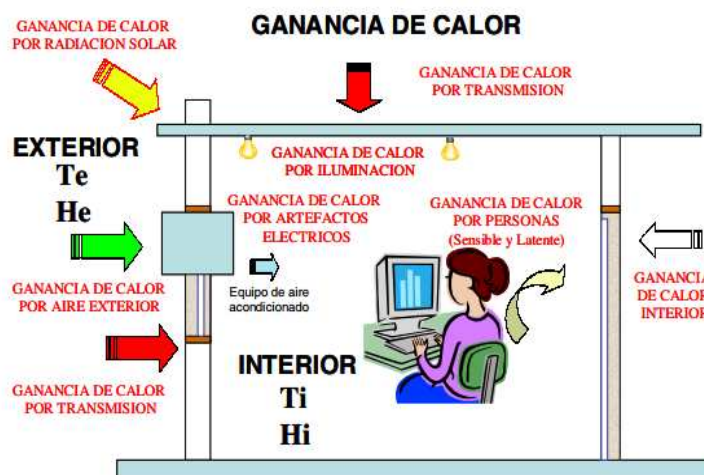
- En verano la variación diaria de la temperatura es más pronunciada que en invierno, por lo que las cargas de refrigeración varían mucho durante el día, lo que requiere estimar las ganancias de calor a distintas horas del día, con el objeto de determinar la condición más desfavorable y en qué momento se produce.
- En invierno no se considera la radiación solar, puesto que representa un beneficio en los cálculos, mientras que en verano es un factor muy importante, que debe tenerse en cuenta.
- En invierno no se consideran las disipaciones de calor de los elementos del interior de los locales, debido a que, como en el caso anterior, son cargas favorables en los cálculos. No ocurre lo mismo en la época de verano, dado que es una cantidad de calor a extraer con el equipo de aire acondicionado.
- La eliminación de humedad de las personas en invierno en cierta medida representa un beneficio para la instalación, pero en verano todo aporte de humedad o vapor de agua en el interior del local son una fuente de calor latente, que hay que considerar en los cálculos <sup>17</sup>.

Además, el aire exterior que incorporamos al sistema aporta calor sensible, y el calor latente en forma de vapor de agua, debido a que en general en verano es más húmedo que el aire interior.

---

<sup>17</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

Figura 11. Ganancias de calor en verano



Fuente. (Díaz & Barreneche, 2005)

La evaluación de la carga debe entonces tener en cuenta las ganancias por radiación solar a través de elementos que componen el contorno (exterior) del local estudiado, es decir ventanas, paredes, puertas, techos y pisos, las ganancias por transmisión de calor que se producen a través de las paredes, ventanas, puertas, techos y pisos, las ganancias por la incorporación de aire exterior (ya sea para que funcione correctamente el sistema, o para cumplir con las normas de ventilación del local para conservar las condiciones de salubridad y confort) y las ganancias por las cargas interiores (personas, iluminación, motores, etc.).

A continuación, se detalla cómo se determina las cargas térmicas dividiéndolas en dos, cargas externas y cargas internas para un mejor análisis.

### 2.5.3. CARGAS EXTERNAS

#### 2.5.3.1. GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar sobre una superficie plana en los límites de la atmósfera varía de un valor medio de aproximadamente 1308-1406 W por metro cuadrado de superficie<sup>18</sup>.

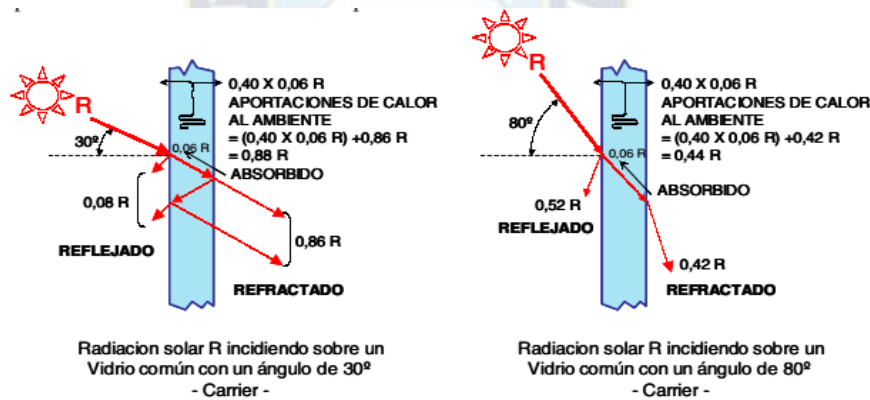
Los rayos del sol al atravesar la atmósfera disminuyen debido a la radiación difusa, que se debe al choque sobre las partículas atmosféricas y la radiación directa es parte de una

<sup>18</sup> (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

radiación inicial que incide directamente sobre la tierra, ambos son variables y dependen especialmente de:

- La distancia que recorren los rayos hasta impactar sobre la superficie.
- La limpieza de la atmósfera.
- La ganancia de calor depende de su situación geográfica (latitud, longitud), del instante considerado (hora, mes) y de su orientación.
- La magnitud de calor reflejada, transmitida y absorbida depende del ángulo de incidencia, para pequeños ángulos de incidencia se puede considerar que transmite entre 86 a 87% y refleja 8 a 9%, para mayores ángulos aumenta el calor reflejado y disminuye el transmitido, la ganancia total por insolación comprenderá el calor transmitido más un 40 % aproximadamente del calor absorbido por el cristal, como se muestra en la siguiente Figura 12<sup>19</sup>:

Figura 12. Radiación solar sobre vidrio común a 30° y 80°



Fuente. (Díaz & Barreneche, 2005)

La tabla que se muestra en ANEXO III, muestran las insolaciones a diferentes latitudes, para cada mes del año y hora del día, los datos comprenden valores de radiación directa y difusa<sup>20</sup>.

Los datos de la tabla están basados en las siguientes hipótesis:

<sup>19</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>20</sup> (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

- Superficie neta del vidrio igual al 85 % de la superficie medida por el exterior para marcos de madera, 90% para marcos metálicos y 100% para ventanas empotradas.
- Atmósfera limpia
- A nivel del mar
- Temperatura de rocío del aire exterior igual a 19,5 °C a nivel del mar, 35 °C temperatura de bulbo seco y 24 °C temperatura de bulbo húmedo.

Si estas hipótesis no corresponden a las condiciones de proyecto habrá que utilizar los coeficientes de corrección correspondientes, en el pie de cada tabla.

### 2.5.3.2. ACUMULACIÓN DE CALOR RADIANTE EN LA ESTRUCTURA DE LOS EDIFICIOS

La ganancia instantánea de calor se compone de cargas internas y externas ya mencionadas, calor solar, iluminación, personas, etc. gran parte es ganancia es calor radiante, debe incidir sobre una superficie antes de convertirse en carga para el equipo. Generalmente se descomponen de la siguiente manera:

**Tabla 2.** Fuentes de calor por almacenamiento de calor

Fuente de ganancia de calor	Calor de radiación	Calor de convección
Solar, sin persianas interiores	100%	-
Solar, con persianas interiores	58%	42%
Luces fluorescentes	50%	50%
Lámparas incandescentes	80%	20%
Personas*	40%	20%
Transmisión**	60%	40%
Infiltración y ventilación	-	100%
Maquinaria y utensilios***	20-80%	80-20%

**Nota:** \* El 40% restante disipa como carga latente. \*\* La carga de transmisión se considera convectiva en un 100%. \*\*\* La carga que origina la maquinaria varía en función de la temperatura de la superficie.

**Fuente:** (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

La radiación, al incidir sobre una pared o techo, es absorbida por su superficie elevando su temperatura por encima de la del aire ambiente.

La diferencia de temperatura así creada provoca un flujo de calor hacia el interior del material de la estructura por conducción y hacia el aire ambiente por convección. La



porción de calor transmitida por conducción se acumula en la pared o techo y sólo la porción transmitida por convección al aire ambiente representa una carga instantánea para la instalación.

Las tablas que se utilizaran en este proyecto fueron extraídas del libro Carrier<sup>21</sup>, dichas tablas dependen del tipo de material a ser utilizados en la estructura, la capacidad de retener el calor. La capacidad calorífica está en función de su peso específico, es por eso que en ANEXO IV se indica la capacidad de calor por metro cuadrado de superficie.

### 2.5.3.3. GANANCIAS DE CALOR POR RADIACIÓN A TRAVÉS DE VENTANAS Y PUERTAS DE VIDRIO

Para determinar las cargas por radiación se debe tener en cuenta los puntos anteriores descritos, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_{rad}(v) = \text{Max. aportación solar} \times A \times \text{Fact. varios} \quad (9)$$

Donde:

$Q_{rad}(v)$  = Calor radiante por superficies acristaladas [kcal/h]

Max. aportación solar = La determinamos según la orientación del vidrio, la hallaremos con las tablas del ANEXO III [kcal/h/ m<sup>2</sup>]

$A$  = Área de la ventana o puerta de vidrio [m<sup>2</sup>]

Fact. varios = Factores varios, donde nos indica el pie de página del ANEXO III, dada por la siguiente ecuación.

$$F = f_{mar} \times f_{atm} \times f_{alt} \times f_{Pr} \times f_{som} \times f_{alm} \quad (10)$$

Donde:

$f_{mar}$  = Factor de marco metálico (si el marco es metálico)

$f_{atm}$  = Factor atmosférico (Grado de limpieza de la atmosfera), en tablas meteorológicas.

$f_{alt}$  = Factor de altitud (altura respecto al nivel del mar)

<sup>21</sup> (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

$f_{Pr}$  = Factor punto de rocío (mayor o menor a 19.5°C)

$f_{som}$  = Factor de sombra (factor de sombra que produce la ventana) 0.92

$f_{atm}$  = Factor de almacenamiento, se determinará con la tabla del ANEXO IV, que está en función de horas, orientación, peso y sombras.

Fact.de almacenamiento = f (hrs.de funcionamiento del equipo, orientación, kg/m2 de piso, sombras)

#### 2.5.3.4. GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS

Para determinar la ganancia de calor se determinará por el método de temperatura equivalente como menciona Carrier<sup>22</sup>. El flujo de calor por radiación y transmisión a cada pared o techo está dado por la ecuación:

$$Q_{rad(p)} = U \times A \times \Delta T_{equiv} \quad (11)$$

Donde:

Q<sub>rad</sub>=Calor radiante por paredes o techo [kcal/h]

U=1/R=Coeficiente global [kcal/h m<sup>2</sup> °C]

A=Área de la pared [m<sup>2</sup>]

$\Delta T_{equiv}$ =Diferencia de temperatura equivalente [°C]

La  $\Delta T_{equiv}$  se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta T_{equiv} = a + \Delta T_{es} + b \times \frac{R_s}{R_m} \times (\Delta T_{em} - \Delta T_{es}) \quad (12)$$

Donde:

a=Corrección proporcionada por la tabla del ANEXO V

b=Coeficiente de color de las paredes exteriores (Oscuro: b=1; Medio b=0.78; Claro b=0.55)<sup>23</sup>

<sup>22</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

<sup>23</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

$R_s$  =máxima insolación [kcal/h m<sup>2</sup>], correspondiente al mes y la latitud analizada.

$$R_s = (max. aportación solar) \times (Fact. atm) \times (Fact. Altitud) \times (Fact. pto. Rocio) \quad (13)$$

$R_m$  =Máxima insolación [kcal/h m<sup>2</sup>] De la tabla del ANEXO III a 40° Latitud Norte, en el mes de julio y la orientación de la pared, en este caso es SE y NE, con latitud Sur.

$\Delta T_{es}$ =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para pared o techo en sombra. ANEXO V y VI.

$\Delta T_{em}$ =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para pared o techo soleada. ANEXO V y VI.

### 2.5.3.5. GANANCIAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN

Las ganancias o pérdidas de calor por las paredes exteriores y superficies vidriadas se calculan a la hora de máximo flujo térmico. Por lo tanto, se utilizará el método “diferencia de temperatura”. Esta diferencia de temperatura a través de la estructura debe tener en cuenta los diferentes materiales de construcción, área considerada y la temperatura exterior e interior.

$$Q_{trans} = U \times A \times \Delta t = U \times A \times (T_e - T_i) \quad (14)$$

Donde:

$Q_{trans}$  = flujo de calor [W]

$U$ =Coeficiente global de transmisión [W/m<sup>2</sup> °C]

$A$ =Área considerada [m<sup>2</sup>]

$T_e$ =temperatura del aire exterior [°C]

$T_i$ =temperatura del aire interior [°C]

Cuando los elementos del contorno del local estudiado, limitan locales no acondicionados, la temperatura de dichos locales debe estimarse en función de las características del mismo

y su vinculación con el exterior, la temperatura que se adopta es de 3 a 5 °C menos que la temperatura exterior<sup>24</sup>.

Para el cálculo de las pérdidas de calor en el caso de pisos sobre tierra se emplea también la ecuación de transmisión, adoptando un coeficiente U práctico de 1,16 W/m<sup>2</sup> °C o 1 kcal/h m<sup>2</sup> y una temperatura de piso igual a la temperatura de diseño exterior más 10 °C<sup>25</sup>.

#### **2.5.3.6. GANANCIAS DE CALOR POR AIRE EXTERIOR**

El aire exterior que introducimos es una carga relevante para el sistema de climatización. Sin embargo, esta es una carga para el equipo y no así para el ambiente. Por lo que se debe tomar en cuenta al determinar la capacidad del equipo. Se puede introducir aire de las siguientes formas:

**Ventilación natural:** Flujo de aire a través de aberturas (ventanas y puertas abiertas) o por infiltraciones (fisuras y rendijas). El caudal de aire de renovación no se controla y normalmente lo que interesa es evitar que este caudal sea demasiado elevado.

**Ventilación forzada:** Flujo de aire mediante equipos de impulsión y extracción de aire (ventiladores y extractores) y con rejillas de toma y descarga.

Introducimos aire exterior al sistema para renovar el aire ambiente y, además, provocar una sobrepresión en el local a fin de que el sistema funcione correctamente. La renovación del aire de circulación en el local es a fin de evitar el viciamiento producido por humo del tabaco, olores producidos por la permanencia de las personas, olores por los alimentos, por la recirculación del aire dentro del local, etc. Este aire nuevo es uno de los requisitos básicos que debe cumplir una eficiente instalación de aire acondicionado.

Para nuestro caso realizaremos una sobrepresión en los ambientes y además que las puertas y ventanas son casi herméticas, por lo que no se realizará el cálculo de las infiltraciones.

---

<sup>24</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>25</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

### 2.5.3.6.1. CAUDAL DE AIRE EXTERIOR

Para estimar el caudal de aire exterior existen varios métodos, esto depende de la experiencia y de la bibliografía consultada, renovaciones por hora, que es el método de cuanto volumen debemos cambiar del ambiente en una hora para tener una ventilación adecuada.

Otra manera de determinar y el cual usaremos es mediante el empleo del estándar ANSI/ASHRAE ANSI 62.<sup>26</sup> que tiene como objetivo: Especificar las tasas mínimas de ventilación y otras medidas para proporcionar una Calidad de Aire Interior, adecuada para la ocupación humana.

En ANEXO VII y VIII, se muestra la tabla para el cálculo de ventilación adecuada, que depende del número de personas y el área de piso para cada tipo de aplicación, como muestra la siguiente ecuación.

$$V_{ex} = \frac{R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z}{E_z} \quad (15)$$

Donde:

V<sub>ex</sub>: Flujo de aire exterior requerido de la zona [L/s]

R<sub>p</sub>: Tasa de flujo de aire exterior requerido por persona [L/s/persona]

P<sub>z</sub>: Número máximo de personas

R<sub>a</sub>: Tasa de flujo de aire exterior requerido por unidad de área [L/s/m<sup>2</sup>]

A<sub>z</sub>: Área neta de piso, [m<sup>2</sup>]

E<sub>z</sub>: Factor de distribución de aire

Se debe tener en cuenta las diferentes recomendaciones que nos da el estándar para tener un cálculo más certero, como por ejemplo configuración de distribución de aire, ubicación de las rejillas de suministro y retorno, aire frío o aire caliente, etc.

El estándar también nos indica las tasas mínimas de extracción de aire para diferentes ambientes que se las verá en el acápite del sistema de extracción de aire.

---

<sup>26</sup> (ANSI/ASHRAE, 2022)

## 2.6. CARGAS INTERNAS

Se denominan a todas las ganancias de calor latente y sensible que se producen en el interior de los ambientes a ser acondicionados, como, por ejemplo: ocupantes, alumbrado, aparatos eléctricos, motores, etc.

### 2.6.1. CARGA POR PERSONAS

Como ya dijimos en el capítulo de confort el cuerpo humano produce calor de varias formas, dependiendo el individuo y la actividad desarrollada produce calor sensible y latente.

Las ganancias de calor por ocupantes se determinan de la siguiente manera, donde las ganancias se determinan del ANEXO IX, extraída de ASHRAE<sup>27</sup>:

$$Q_{sensible} = No. de personas \times Ganancia sensible \quad (16)$$

$$Q_{latente} = No. de personas \times Ganancia latente \quad (17)$$

### 2.6.2. ALUMBRADO

La iluminación constituye una carga de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción.

Las lámparas incandescentes disipan una cantidad de calor de 0,86 Kcal/h por cada Watt de potencia.

Las lámparas fluorescentes emiten un 25% más de calor que las lámparas incandescentes.

**Tabla 3.** Ganancias por iluminación

Tipo	Ganancias sensibles	Ganancias latentes
Fluorescente	Potencia útil vatios x 1.25 x 0.86	Potencia útil vatios x 1.25
Incandescente	Potencia útil vatios x 0.86	Potencia útil vatios

**Fuente:** (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

El calor proveniente de la iluminación se encuentra entre los 10 W a 50 W por m<sup>2</sup> de superficie del local, dependiendo del uso que se le dé al local, y del tipo de artefactos de iluminación instalados.

<sup>27</sup> (ASHRAE, 2017)

En los ambientes oficina varía de 10 W a 20 W por m<sup>2</sup> de superficie. Pero debido al aumento de la aplicación de computadoras, se tornan entre 20 a 25 W/m<sup>2</sup> <sup>28</sup>

Otra alternativa de cálculo es el procedimiento de metro cuadrado de piso. El ANEXO X ha sido extraída de ASHRAE<sup>29</sup>, que muestra la densidad de potencia de iluminación (LDP) Ganancia de calor de iluminación por metro cuadrado de piso, permitido por la ASHRAE Standard 90.1-2013 para un rango de tipos de espacios.

$$Q_{sensible} = \text{Área de piso} \times \text{Ganancia calor [W/m2]} \times \text{Factor} \quad (18)$$

Donde:

Área de piso: área del ambiente tratado

Ganancia de calor: Densidad de potencia de iluminación ANEXO X.

Factor: 1.30 = Factor de aumento (edificios GREEN BUILDING tomar 1).

### 2.6.3. APARATOS ELÉCTRICOS Y UTENSILIOS DIVERSOS

Una estimación de la carga de refrigeración debe tener en cuenta la ganancia de calor de todos los aparatos (eléctricos, de gas o de vapor). Debido a la variedad de electrodomésticos, aplicaciones, horarios, usos e instalaciones, las estimaciones pueden ser muy subjetivas. A menudo, la única información disponible sobre la ganancia de calor del equipo es la que figura en su placa de identificación, que puede sobrestimar la ganancia de calor real para muchos tipos de aparatos.

La mayor parte de los aparatos producen calor sensible y latente al mismo tiempo, en todos los casos se produce una disminución de ganancias de calor, tanto sensibles como latente, por medio de campanas de extracción ventiladas mecánicamente y bien concebidas, (podemos estimar que solamente el 50% de la ganancia de calor generado por el equipo es disipado al ambiente).

Las ganancias de calor por aparatos están descritas en el ANEXO XI que fueron extraídas del libro Carrier<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>29</sup> (ASHRAE, 2017)

<sup>30</sup> (ASHRAE, 2017)

La ASHRAE<sup>31</sup> nos proporciona varios valores recomendados por los fabricantes para diversos tipos de aplicaciones y aparatos, oficinas, laboratorios, hospitales, computadoras y laptops de diferentes capacidades, se recomienda al lector consultar el mismo para otras aplicaciones que no están anexadas en el documento.

#### **2.6.4. MOTORES ELÉCTRICOS**

Los motores eléctricos constituyen fuentes de ganancias sensibles por el hecho de transformar una parte más o menos grande de energía absorbida en calor. En la carcasa, el calor que se disipa es igual al producto:

$$Q_m = \text{Potencia absorbida} \times (1 - \text{rendimiento del motor}) \quad (19)$$

El resto de la potencia absorbida, es utilizada por la máquina conectada al motor y por la transmisión. La máquina utiliza la potencia útil para efectuar un trabajo que podrá o no contribuir a las ganancias de calor.

#### **2.6.5. GANANCIAS DEBIDAS A LA INSTALACIÓN**

Puede ser necesario aplicar un adicional de seguridad a las ganancias sensibles de un local, como objeto de compensar cierto elemento mal o deficientemente conocidos como son:

- Las ganancias que corresponden al calentamiento del aire en los conductos.
- Las ganancias equivalentes en las fugas.
- Las ganancias en el ventilador.
- Por seguridad del sistema.

#### **Ganancias de calor que corresponden al calentamiento del aire en los conductos.**

El aire enviado a los ambientes acondicionados se encuentra normalmente a una temperatura que oscila entre los 283 °K (10 ° C) y los 288 ° K (15 ° C), en refrigeración.

Nótese que, si el conducto no aislado recorre un ambiente acondicionado, el calentamiento del aire no debe ser añadido a la carga térmica de la instalación, pero obligará a estudiar cuidadosamente la distribución de los caudales de aire en los diferentes ambientes.

---

<sup>31</sup> (ASHRAE, 2017)



**Ganancias por fugas de aire en los conductos de impulsión:** Las fugas de aire frío y deshumidificado de los conductos de impulsión, si se verifican en ambientes acondicionados, pueden, lógicamente, no ser tomadas en consideración por lo que respecta al cálculo térmico.

Si las fugas se verifican que en los falsos techos enfrían los mismos y, por lo tanto, no es necesario tener en cuenta el calentamiento del aire en los conductos.

Si los conductos efectúan todo su recorrido por ambientes no acondicionados y el sistema de distribución es bastante largo, la pérdida de aire puede, en muchos casos, alcanzar el 10 % del caudal total.

En el caso de conductos a alta presión estas fugas no son admisibles ya que estos conductos deben ser construidos de manera que éstas no existan.

**Ganancias en el ventilador:** La potencia empleada para el accionamiento del ventilador se transforma en calor que eleva la temperatura del aire. Este calor puede, para los efectos del cálculo, considerarse como parte del calor sensible ambiente si el ventilador está situado detrás de las baterías de refrigeración.

Si el ventilador se encuentra delante de éstas, el calor debido al ventilador entra a formar parte de la carga frigorífica (calor total general), pero no del calor sensible del ambiente.

**Por seguridad del sistema:** Generalmente se toma como adicional del calor sensible un 10% del calor sensible total.

Para calcular, el adicional del calor latente, debemos tomar solamente los adicionales producidos por las fugas en los conductos y el coeficiente de seguridad adoptado. Por lo general se toma un 5% del calor latente total como adicional<sup>32</sup>.

En el cálculo de la carga de refrigeración de los edificios debe cuidarse de no sumar los máximos de cargas de refrigeración de los distintos ambientes que se producen a las distintas horas del día, sino sumar las cargas hora a hora de los distintos locales,

---

<sup>32</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

obteniéndose un máximo para el edificio. Con ello se compensan automáticamente el corrimiento de fase entre las distintas direcciones geográficas.

## **2.7. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

Según Quadri, las instalaciones de aire acondicionado se pueden clasificar según los siguientes criterios<sup>33</sup>:

### **POR SU MISIÓN**

- a) Para el confort, con el propósito de lograr el bienestar de las personas.
- b) Para procesos industriales, tienen el objetivo de conseguir determinadas condiciones ambientales para mejorar la elaboración de los procesos de producción influyendo sobre las características y calidad.

Para este caso, nuestro propósito es brindar confort a los trabajadores de las oficinas del bloque de administración, por lo que nos abocaremos a brindar condiciones de bienestar en las personas.

### **POR SU INSTALACIÓN**

Las instalaciones según su instalación pueden ser de los siguientes tipos:

- Central
- Semi central
- Individual

En las instalaciones del tipo central, la planta de calefacción o refrigeración se ubica en un lugar del edificio, denominado sala de máquinas, sirviendo a todas las zonas del edificio.

En las del tipo semi central, se emplean equipos de calefacción o refrigeración, pero de uso totalmente independiente por piso o departamento y en las individuales, se utilizan unidades por local como equipos autocontenidos o estufas.

---

<sup>33</sup> (Quadri N. P., 2008)

En el caso específico de instalaciones de departamentos en propiedad horizontal o edificios con oficinas individuales, el usuario con las instalaciones semi centrales o individuales tiene dos ventajas básicas en el uso que son:

- El funcionamiento de la instalación a sus propias necesidades y usos particulares.
- Asegura sus propios gastos de operación y mantenimiento.

### **POR SU TIPO DE EQUIPAMIENTO**

Según los tipos de equipamientos a emplear para el ciclo de refrigeración se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Sistemas de expansión directa.
- Sistema de expansión indirecta o agua enfriada.

En los sistemas de expansión directa, el refrigerante enfría directamente el aire que se distribuye a los locales en los serpentines de los equipos, constituyendo la manera más efectiva de lograr el objetivo de enfriar y des humectar el aire, dado que se logra el intercambio directo con el refrigerante.

En los sistemas de expansión indirecta, se los suele denominar de agua enfriada porque una enfriadora de líquidos enfría un refrigerante secundario como el agua, el cual es distribuido en forma adecuada a unidades terminales ubicadas en los locales, denominadas fan-coil (ventilador–serpentin), inductores o a unidades de tratamiento de aire centrales denominadas manejadoras de aire o fan-coil centrales que son las que a su vez enfrían el aire que se circulan en los locales.

### **POR SU SISTEMA**

- Sistemas por refrigerante
- Sistemas por agua
- Sistemas por aire

### **2.7.1. SISTEMAS POR REFRIGERANTE**

Pueden consistir en equipos compactos (autónomos o unitarios) o equipos divididos (split-systems) de expansión directa, sin utilización de conductos o con algún tramo pequeño de distribución.

Los equipos compactos reúnen en un solo gabinete todas las funciones requeridas para el funcionamiento del aire acondicionado y se ubican dentro de los mismos recintos a climatizar.

Los equipos divididos constan de dos unidades (unidad exterior y unidad interior) unidas mediante dos tubos por los que circula el refrigerante.

#### **2.7.1.1. EQUIPOS DIVIDIDOS SIMPLES**

##### **SPLIT DE PARED O MURO**

Son equipos domésticos y divididos cuya unidad interior se coloca en la pared, a una altura de unos 2,0 metros. La distancia mínima que los separa del techo es de unos 8 a 10 cm.

El aire entra por la parte superior (donde están colocados los filtros, fácilmente desmontables y lavables) y sale por la parte frontal inferior. El flujo de aire puede orientarse a voluntad a través de rejillas móviles. En general, son equipos muy silenciosos. El equipo se controla remotamente mediante un mando a distancia.

##### **SPLIT DE CASSETTE**

Son equipos comerciales y divididos cuya unidad interior se coloca ocupando una placa de un falso techo. Es ideal para oficinas, salas de reuniones, tiendas, etc. Disponen de toma de aire exterior y bomba de condensados para vencer una altura manométrica de 50-75 cm.

##### **SPLIT PISO-TECHO**

Son equipos domésticos y divididos, cuya unidad interior se puede colocar de dos formas:

- a) Adosadas a la pared y apoyadas en el suelo. El aire entra por la parte frontal inferior y sale por la parte superior. El panel de mandos suele ubicarse en el mismo mueble. Existe un modelo donde el aire entra por los cuatro laterales e impulsa por la parte

superior (en modo refrigeración) o por la parte inferior (en modo calefacción); de esta forma se mejora la sensación de confort y se evita la estratificación.

- b) Colgadas del techo. El aire entra por la parte posterior (por lo que la unidad debe estar separada de la pared unos 10 cm como mínimo) y sale por la parte frontal. Estos equipos se controlan mediante mando a distancia, ya que el panel de mandos queda inaccesible.

## SPLIT DE CONDUCTOS

Son equipos divididos cuya unidad interior dispone de un ventilador de baja presión a la que se les puede añadir un tramo pequeño de conducto, pudiendo acondicionar únicamente una sala. La unidad interior se coloca en un falso techo.

En estos equipos, por disponer de conductos para la canalización del aire tratado, si se desea disponer de aire renovado, se podrá instalar una cámara de mezcla de aire de entrada en la que, a través de una compuerta, se mezcla el aire recirculado con el aire del exterior.

**Figura 13.** Equipos divididos simples



**Nota.** Una unidad exterior controla una unidad interior. **Fuente.** Catalogo LG.

### 2.7.1.2. EQUIPOS DIVIDIDOS MÚLTIPLES (MULTI - SPLITS)

Son equipos domésticos divididos, que constan de una unidad exterior y de dos a seis unidades interiores. La unidad interior puede ser mural, suelo-techo, cassette o conductos.

Las unidades interiores funcionan independientemente, es decir, puede estar una apagada y las otras encendidas, o funcionar todas al mismo tiempo. Esto se debe a que la unidad exterior cierra por medio de electroválvulas la salida de una u otra unidad interior.

**Figura 14.** Equipos multisplit



**Nota.** Una unidad exterior controla varias unidades interiores. **Fuente:** Catalogo LG

### **2.7.1.3. SISTEMA DE FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE (VRF)**

Los sistemas de caudal de refrigerante variable son conocidos en el mercado con las iniciales en inglés VRF (Variable Refrigerant Flow), VRV (Variable Refrigerant Volume) o en español CRV (Caudal de Refrigerante Variable).

El parámetro o variable que se modifica en estos sistemas de climatización es el caudal o flujo (flow en inglés), que se regula gracias a la tecnología inverter de los compresores y a las válvulas de expansión electrónicas PMV (Pulse Motor Valve) o válvulas de modulación de impulsos, incorporadas en unidades interiores y exteriores, con el fin de ajustar la capacidad a la demanda. La idea es entregar a cada unidad interior el refrigerante (potencia frigorífica) que demanda la zona que climatiza.

El régimen del compresor inverter se adapta a la variabilidad de la carga térmica del edificio. Estos sistemas presentan múltiples aplicaciones: oficinas, hoteles, comercios, residencias, viviendas unifamiliares, bloques de apartamentos, etc.

**Figura 15.** Sistema de equipos VRF



**Nota.** Una unidad exterior controla varias unidades interiores. **Fuente:** Catalogo LG

Existen en el mercado 2 tipos de sistemas:

1. Bomba de calor. Todas las unidades interiores funcionan en modo frío o calor, con dos tuberías de refrigerante, una de líquido y una de gas.
2. Recuperación de calor. Proporciona refrigeración y calefacción simultáneamente adecuándose a las necesidades de cada zona, principalmente en épocas intermedias, con tres tuberías de refrigerante, una de líquido, una de aspiración de gas y una de descarga de gas.

#### **2.7.1.3.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA VRF**

Los sistemas VRF son sistemas que permiten conectar varias unidades interiores (mediante kits de distribución o derivadores, uno para la tubería de líquido y otro para la de gas) a una sola unidad exterior o conjunto de unidades exteriores por medio de un circuito frigorífico principal de 2 tubos de cobre debidamente aislados. En el caso de sistemas de recuperación de calor se utilizan 2 ó 3 tubos desde la unidad exterior hasta las cajas repartidoras o selectoras de flujo y, posteriormente, 2 tubos desde estas hasta las unidades interiores.

Con la tecnología inverter se consiguen grandes ahorros energéticos, gracias a la gestión del régimen del compresor (se reducen los ciclos marcha/paro), y se reducen las fluctuaciones de temperatura (mayor confort). Los elementos fundamentales del sistema inverter son:

- Convertidor: Transformar la corriente alterna (CA) en corriente continua (CC).
- Inverter: Dispositivo electrónico de control situado en la unidad exterior que permite modificar la frecuencia de la corriente y, de este modo, la velocidad del compresor.
- Compresor: Compresor especial de velocidad variable (scroll o rotativo). Modula la capacidad para ajustarse a la demanda.

Existen gran variedad de unidades interiores (mural, suelo-techo, cassette, conducto), permitiendo que encajen con el espacio a acondicionar o con las necesidades del usuario.

En la mayoría de los sistemas por agua o por aire, el sistema de transporte (bombas, ventiladores) permanece durante todo el año en funcionamiento al 100%, mientras que la potencia térmica producida varía en función de las necesidades. En los sistemas VRF, se transporta únicamente el caudal de refrigerante necesario para satisfacer la demanda térmica del edificio. En la Tabla 4 se compara la potencia consumida que supone el transporte de los fluidos empleados para el caso de un edificio tipo, con una demanda de 120 kW.

**Tabla 4.** Potencia consumida para diferentes sistemas

<b>Fluido</b>	<b>Fuente de consumo</b>	<b>Potencia consumida</b>
Agua	Bomba y ventiladores	4.7 kW
Aire	Ventiladores	7.4 kW
Refrigerante	Compresor y ventiladores	3.5 kW

Fuente: (González Sierra, 2013)

### **2.7.1.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS VRF CON RECUPERACIÓN DE CALOR (HEAT RECOVERY)**

Los sistemas VRF con recuperación de calor permiten tener refrigeración y calefacción simultáneamente en las salas.

El sistema aprovecha el calor residual generado en las zonas que requieren refrigeración para transportarlo a las zonas que necesitan calefacción. La recuperación de calor se concreta transportando el líquido a alta presión saliente de las unidades de calefacción hacia las unidades interiores que, estando en refrigeración, expandirán y evaporarán el refrigerante antes de completar el ciclo de nuevo con la compresión del gas frío.



El ahorro energético es superior, puesto que la cantidad de refrigerante que se hace circular por el compresor depende de las necesidades frigoríficas de las unidades interiores que estén en el tipo de funcionamiento mayoritario, y no de la suma de todas ellas.

El controlador es el elemento del sistema que efectúa la recuperación de calor, distribuyendo a su vez el gas y el líquido a alta presión a las unidades interiores que lo solicitan. Para ello consta principalmente de un separador de fases por densidad y una serie de válvulas gobernadas electrónicamente que dirigen el fluido en el sentido adecuado en cada caso. Por tanto, la misión del controlador se divide en dos etapas principales<sup>34</sup>:

- a. Separar el fluido refrigerante, proveniente de la unidad exterior a través de la tubería de alta presión, de dos fases: gas a alta presión y líquido a alta presión.
- b. Distribuir líquido a las unidades que requieren refrigeración y gas a las que requieren calefacción, a través de la disposición de válvulas que incorpora el controlador.

**a) La mayoría de las unidades interiores tienen demanda de refrigeración**

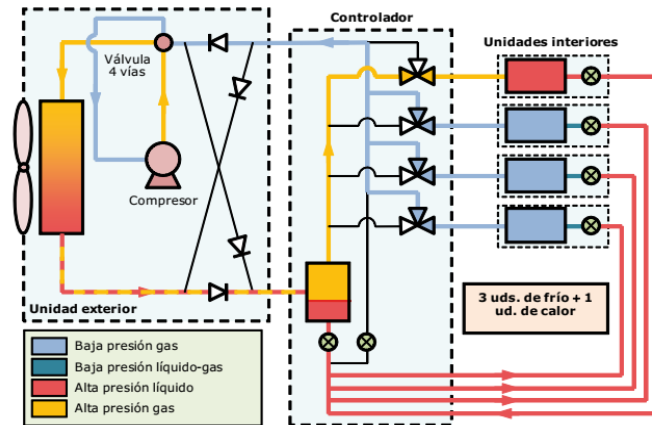
El gas de descarga del compresor es impulsado hacia la batería de la unidad exterior, donde es condensado solo parcialmente. La tubería de alta presión transporta dos fases (líquido a alta presión y gas a alta presión), las cuales llegan al controlador y se separan en gas y líquido. El gas se envía a las unidades interiores que trabajan en calefacción, recogándose de nuevo en el controlador el líquido a alta presión que saldría como residuo. El líquido se hace circular, junto con el proveniente de las unidades que daban calefacción, hacia las unidades interiores que trabajan en refrigeración; en ellas se produce la expansión y evaporación; finalmente el gas a baja presión se transporta a la unidad exterior.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> (González Sierra, 2013)

<sup>35</sup> (González Sierra, 2013)

**Figura 16.** Sistema VRF con mayores unidades en refrigeración.

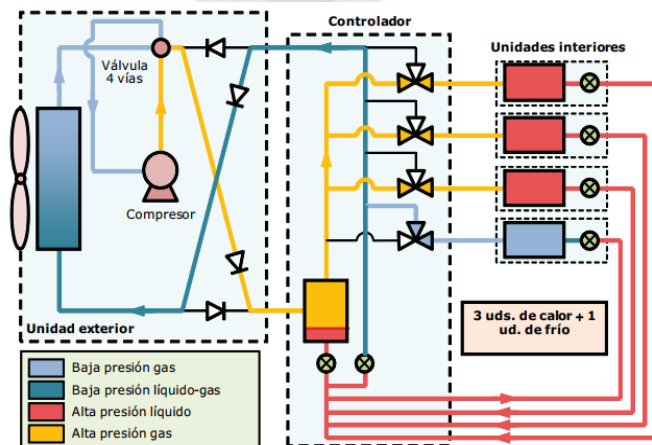


Fuente: (González Sierra, 2013)

### b) La mayoría de las unidades interiores tienen demanda de calefacción

El gas caliente a la salida del compresor se envía a través de las válvulas del controlador a las unidades interiores que requieren calefacción. El líquido a alta presión que se obtiene a la salida de cada condensador puede aprovecharse para alimentar las unidades que requieren refrigeración, antes de llevarlo hacia la unidad exterior. En este caso, la batería de la unidad exterior deberá completar el intercambio energético entre el refrigerante y el aire exterior para evaporar el fluido que no haya sido utilizado en las unidades interiores en refrigeración.

**Figura 17.** Sistema VRF con mayores unidades en calefacción.

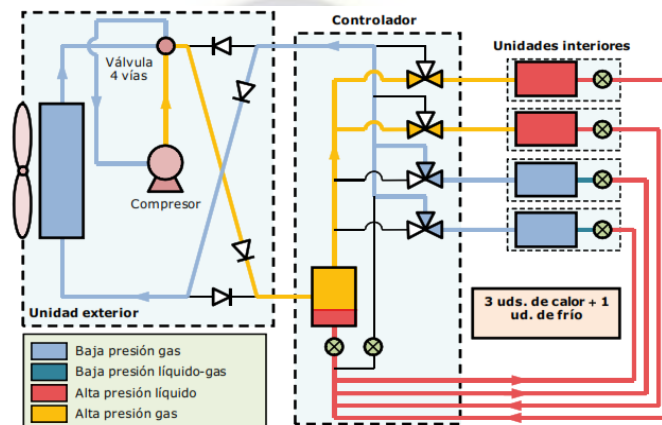


Fuente: (González Sierra, 2013)

### c) Igual demanda frigorífica y calorífica de las unidades interiores (caso óptimo)

El gas comprimido procedente de la unidad exterior se usa para alimentar las unidades en calefacción, y el líquido obtenido se recircula hasta las unidades en refrigeración. Habiendo completado los dos cambios de fase del ciclo termodinámico en las unidades interiores, el gas a baja presión es devuelto de nuevo al compresor para recomenzar el ciclo.<sup>36</sup>

**Figura 18.** Sistema VRF con igual unidades de refrigeración y calefacción.



Fuente: (González Sierra, 2013)

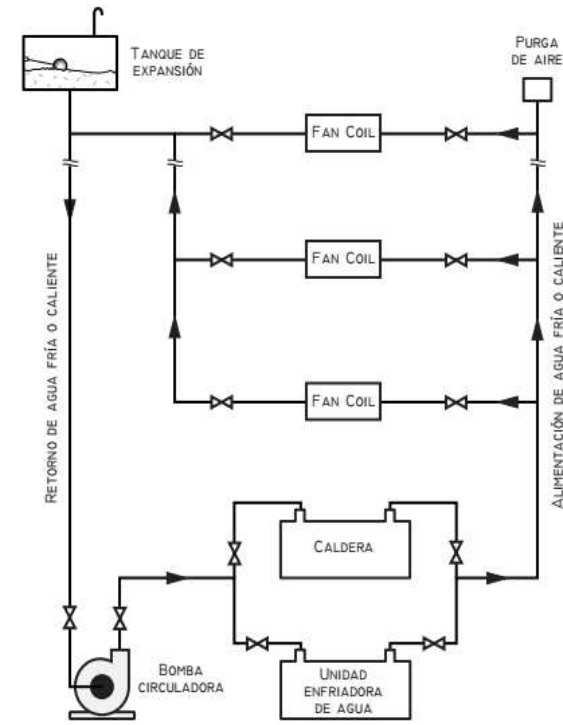
### 2.7.2. SISTEMAS POR AGUA

Los sistemas por agua (sistemas hidrónicos) distribuyen agua fría o caliente desde la planta central (enfriadora y/o caldera) hasta cada recinto. Cada recinto contiene unidades terminales hidrónicas (fan-coils, radiadores, terminales radiantes, etc.) calientan o enfrían el aire del recinto, como muestra la figura 19.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> (González Sierra, 2013)

<sup>37</sup> (Quadri N. P., 2008)

**Figura 19.** Esquema de Sistema hidronico Caldera – Chiller.



Fuente: (Quadri N. , 2001)

## 2.7.2.1. UNIDADES TERMINALES

### 2.7.2.1.1. FAN - COILS

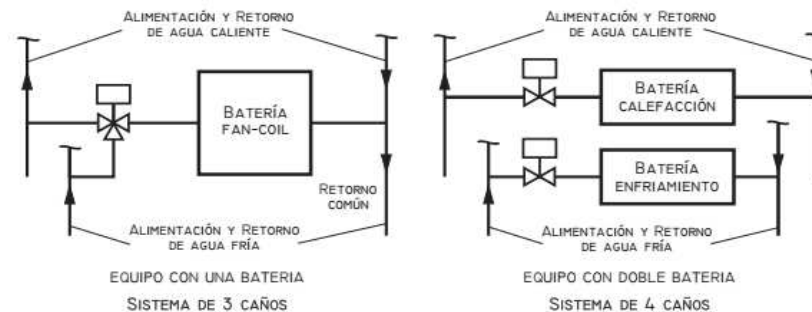
Los sistemas con unidades terminales tipo fan-coil, son un gabinete cerrado que contiene uno o dos serpentines (coil) por el cual circula el agua caliente o fría que con la acción de un ventilador (fan) provoca la circulación del aire climatizado al ambiente.

La instalación de los equipos suele ser en general de tres tipos:

- Sistema Fan-coil de dos tubos, este tipo de instalación cuenta con una tubería de llegada y una tubería de salida, por la tubería solo puede circular agua fría o agua caliente según el requerimiento de la instalación.
- Sistema Fan-coil de tres tubos, en este sistema llega dos tuberías que son una de agua caliente y otra de agua fría y una tubería de salida que es un retorno común como se muestra en la figura.

- Sistema Fan-coil de cuatro tubos, en este caso llegan dos tuberías de alimentación y dos de retorno, en las cuales son independientes para cada serpentín, como se muestra en la figura 20.<sup>38</sup>

**Figura 20.** Fancoils de 3 y 4 tubos



**Fuente:** (Quadri N. , 2001)

A su vez se puede clasificar en sistemas de retorno inverso y retorno directo, cada uno de ellos tiene sus características en relación al costo-beneficio, los de retorno directo son más económicos en instalación, pero se tiene mayores pérdidas de carga en los emisores más alejados y los de retorno inverso tienen un precio más elevado en instalación, pero esto compensa con las pérdidas de carga que se tiene.

### 2.7.2.1.2. RADIADORES

Los radiadores son aparatos metálicos por el interior de los cuales circula el agua de la instalación que ha sido previamente calentada en las calderas; emiten el calor por radiación y por convección, variando el porcentaje entre ambas formas de emisión de calor según el tipo de radiador y la condición de funcionamiento, siendo en la mayoría de los casos muy superior la fracción de convección que la de radiación.

Se pueden clasificar según el material del que están fabricados<sup>39</sup>:

- Radiadores de hierro fundido
- Radiadores de acero
- Radiadores de aluminio

<sup>38</sup> (Quadri N. P., 2008)

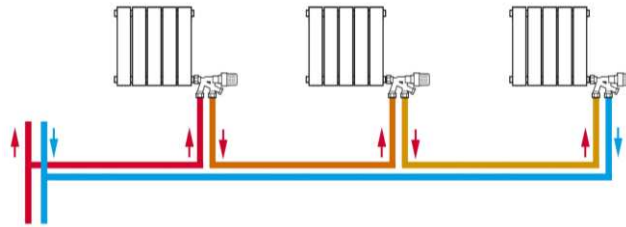
<sup>39</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

- Toalleros, para calentar toallas en las duchas.

## TIPOS DE INSTALACIÓN

**Conexión monotubo**, en la que la tubería por la que circula el agua, entra al primer emisor y tras enfriarse al atravesarlo sale de la misma toma hacia el siguiente radiador, ver Figura 21.

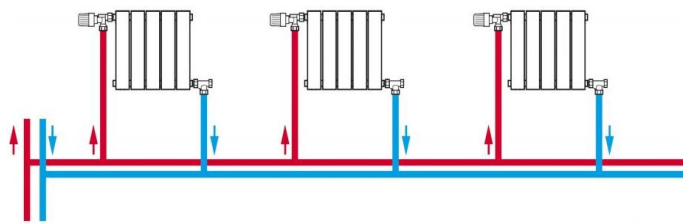
**Figura 21.** Instalación monotubo de radiadores



**Fuente:** <https://sthexpert.standardhidraulica.com/instalaciones-bitubo-y-monotubo/>

**Conexión bitubo**, en las que el emisor se conecta por una de sus tomas a la tubería que viene desde la caldera con agua caliente y por otra a la tubería que retorna por el agua fría.

**Figura 22.** Instalación bitubo de radiadores



**Fuente:** <https://sthexpert.standardhidraulica.com/instalaciones-bitubo-y-monotubo/>

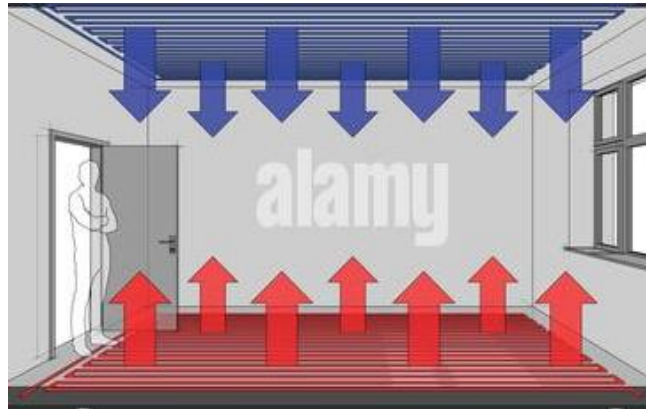
### 2.7.2.1.3. SUPERFICIES RADIANTES

Este tipo de sistemas que son los denominados y utilizados losas o pisos radiantes para sistemas de refrigeración o calefacción respectivamente.

Estos sistemas se basan en compensar parte del calor sensible de ganancia en los locales mediante el enfriamiento o calentamiento de los elementos estructurales, usualmente se utilizan los denominados techos fríos o pisos radiantes que consisten en paneles radiantes en la que circula agua, por tubos solidariamente fijado sobre las superficies que constituyen la superficie en los locales.

Para un sistema de enfriamiento se puede utilizar un techo frío y para un sistema de calefacción se utilizan los pisos radiantes, como se ve en la Figura 23.

**Figura 23.** Losa o piso radiante.



**Fuente:** <https://www.alamy.es/imagenes/sistema-de-enfriamiento-de-techo.html?imgt=8&sortBy=relevant>

Para conseguir la homogeneidad de temperatura sobre la superficie radiante se recurre a tres tipos básicos de disposición de los tubos sobre el suelo, que pueden tener diversas variantes para adaptarse a las peculiaridades de las distintas soluciones constructivas.

El diseño aconsejado de los circuitos es: en doble serpentín o en espiral; en estas configuraciones, las tuberías de ida y de retorno siempre son contiguas, estando siempre la tubería más caliente próxima a la más fría, asegurando una homogeneización de la emisión térmica.

- Distribución de serpentín simple
- Distribución de serpentín doble
- Distribución de serpentín en espiral

**Figura 24.** Distribución de serpentín



**Fuente:** <https://bravoclimatizacion.com.ar/calor/piso-radiante/>

### 2.7.3. SISTEMAS POR AIRE

Los sistemas de climatización por aire pueden diseñarse para suministrar un caudal de aire constante o variable. Cuando los equipos son grandes (unidades de tratamiento de aire, roof-tops), se sitúan fuera del espacio acondicionado, en el área de servicios del edificio o en la cubierta. Cuando los equipos son pequeños (compactos horizontales, compactos verticales, etc.), pueden situarse en el área acondicionada (falso techo).

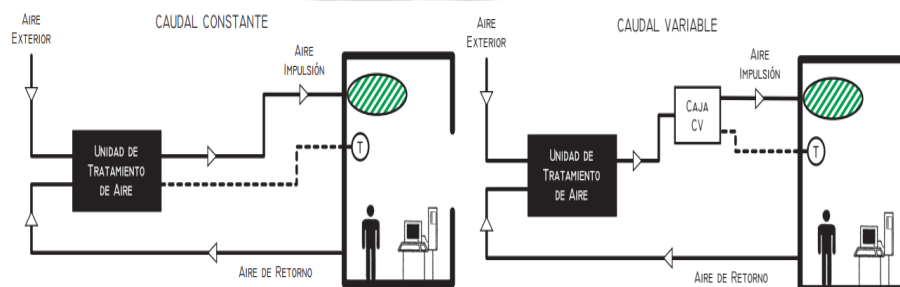
En los sistemas por aire, el aire de impulsión combate totalmente las cargas de calor (sensibles y latentes), consiguiendo el confort deseado en el local. Además, el aire de ventilación también se puede tratar dentro del mismo equipo.

Como desventaja se puede mencionar que se necesita mayor espacio para la distribución de los conductos, especialmente cuando las unidades de tratamiento están muy alejadas y existe limitación de la altura de vigas y losas de los techos. Por otra parte, se requiere la regulación de los caudales de aire por los conductos para cada uno de los locales servidos que a veces se hace dificultosa <sup>40</sup>.

Aunque existen variedad de sistemas por aire, se pueden considerar dos sistemas:

- Sistemas de volumen de aire constante (V.A.C.: Constant Air Volume).
- Sistemas de volumen de aire variable (V.A.V.: Variable Air Volume).

**Figura 25.** Esquema de caudal constante y variable.



**Fuente:** (Quadri N. , 2001)

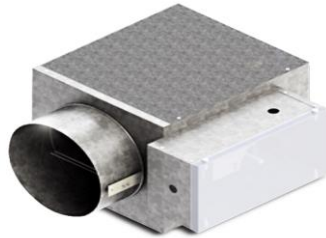
<sup>40</sup> (Quadri N. , 2001)



### 2.7.3.1. UNIDADES TERMINALES

En un sistema VAV, la unidad terminal es la pieza fundamental, ya que es la encargada de realizar la función de regular el caudal de aire, en función de la carga térmica.

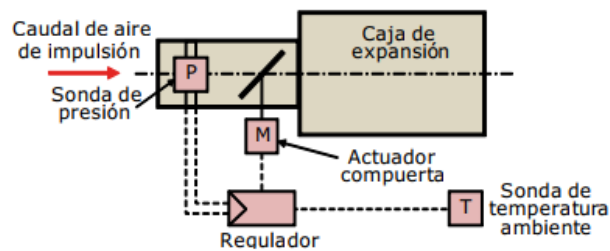
**Figura 26.** Caja de volumen de aire variable



**Fuente:** Productos Laminaire

El control de temperatura se realiza con un termostato situada en el recinto (T), el cual mandará una señal al regulador, el cual comparará la señal procedente de la sonda de temperatura con la señal procedente de la sonda de presión (P), ordenando la apertura o el cierre de la compuerta (M) para impulsar mayor o menor caudal de aire al ambiente (del 10% al 100%), con posibilidad de cierre total, Figura 27.<sup>41</sup>

**Figura 27.** Esquema de volumen variable con control



**Fuente:** (Quadri N. , 2001)

## 2.8. DISTRIBUCIÓN DE AIRE Y DISPOSITIVOS

### 2.8.1. SISTEMA DE CONDUCTOS DE AIRE

Los sistemas de aire impulsión y retorno se clasifican según su velocidad y presión dentro del conducto.

<sup>41</sup> (Quadri N. , 2001)

## Velocidad

Según Carrier, se puede dividir en sistemas de baja y alta velocidad, en retorno e impulsión, para locales comerciales e industriales<sup>42</sup>.

### 1. Acondicionamiento de aire para locales comerciales

- a) Baja velocidad: hasta 12 m/seg. – Entre 6 y 12 m/seg
- b) Alta velocidad: más de 12 m/seg

### 2. Acondicionamiento de aire para locales industriales

- a) Baja velocidad: hasta 12 m/seg. – Entre 11 y 12 m/seg
- b) Alta velocidad: de 12 m/seg a 15 m/seg

Normalmente los sistemas de retorno se proyectan a baja velocidad:

### 1. Acondicionamiento de aire para locales comerciales

- a) baja velocidad hasta 10 m/s Entre 8 y 10 m/s

### 2. Acondicionamiento de aire para locales industriales

- a) baja velocidad hasta 12 m/s Entre 10 y 12 m/s

Para locales domésticos y oficinas pequeñas podemos considerar bajas velocidades menores a 6 m/s.

## Presión

Los sistemas de distribución de aire según su presión se dividen en baja, media y alta presión<sup>43</sup>.

- Baja presión - Hasta 90 mmca.
- Media presión - De 90 a 180 mmca.
- Alta presión - De 180 a 300 mmca.

---

<sup>42</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

<sup>43</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

### 2.8.1.1. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO

Los factores a tener en cuenta para el correcto diseño de la red, son los siguientes<sup>44</sup>.

- Espacios disponibles para el pasaje de conductos.
- Velocidades admisibles del aire.
- Niveles de ruido tolerados.
- Pérdidas o ganancias de calor a través de los conductos.
- Fugas de aire.
- Pérdidas por fricción.
- Secciones a adoptar.
- Trazado de la red

**Espacios disponibles para el pasaje de conductos:** A la hora de pensar en el diseño se debe proyectar las limitaciones ya que obligan al proyectista a adoptar un determinado sistema de distribución. Por ello el trabajar con conductos embutidos o a la vista, en espacios previstos, facilita el trazado y nos permite un desarrollo más coherente. El presente proyecto tiene la dificultad de no tener cielos falsos para la ubicación de los ductos y también limitaciones por la misma infraestructura, por lo que se deberá jugar con elementos que no dañen la arquitectura y sean eficientes.

**Velocidades admisibles del aire:** Las mismas dependen del tipo de local a acondicionar y variarán no sólo en función de ello, sino del tipo de conducto y la ubicación del mismo.

**Tabla 5.** Velocidades admisibles de aire

Designación	Residencias		Escuelas-teatros- edificios		Edificios industriales	
	Recom. m/min	Max. m/min	Recom. m/min	Max. m/min	Recom. m/min	Max. m/min
Tomas de aire ext.	150	240	150	270	150	360
Salida ventilador	400	500	500	600	600	800
Conductos principales	250	300	350	400	500	600
Ramales horiz.	180	250	200	300	300	400
Ramales vert.	150	200	200	300	250	400

Fuente: (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>44</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

**Niveles de ruido:** Las velocidades planteadas en el punto anterior son consecuencia inmediata de los niveles de ruido tolerados. Estos valores dependen de la función del local y de las reglamentaciones vigentes en cada lugar.

**Pérdidas por fricción:** Se ocasionan en la resistencia que ofrece la red de conductos al pasaje del aire y se las debe evaluar a efectos de conseguir un trazado racional de dicha red. Cuando la relación de forma de la sección rectangular es mayor a 3:1 se incrementa considerablemente las pérdidas por fricción. La sección circular es la de menor pérdida y por ende menor costo de explotación.

**Secciones a adoptar:** Las secciones utilizadas son circulares, cuadradas y rectangulares. La circular es la más conveniente en cuanto a la eficiencia en la distribución del aire y en cuanto a economía de chapa a utilizar. Su principal desventaja es el alto costo de la mano de obra de fabricación para la ejecución de conductos, uniones, etc., además, ocupa mayor altura que las otras secciones.

Las secciones cuadradas le siguen en eficiencia en cuanto a la circulación de aire y en cuanto a economía de chapa a utilizar, su desventaja es la necesidad de mayores alturas, que no siempre existen en los entretechos de los locales a acondicionar.

Los rectangulares son los menos eficientes y esa eficiencia disminuye a medida que aumenta la relación ancha/alto. Es el más utilizado pues posee la ventaja de poder utilizar bajas alturas y aprovechar al máximo los espacios disponibles. Nunca debe sobrepasarse de la relación ancho/alto igual a 5:1, si ello no es posible es conveniente utilizar dos conductos adosados.

#### **2.8.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE CONDUCTOS**

Según el libro Carrier, el dimensionamiento de los diferentes tramos de la red de conductos puede realizarse por los siguientes métodos:

- Reducción de velocidad.
- Igualdad de pérdida por rozamiento o pérdida de carga constante.
- Recuperación de presión estática

#### **2.8.1.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS POR EL MÉTODO DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD**

Los conductos son dimensionados fijando la velocidad a la salida del ventilador de impulsión y reduciendo empíricamente dicha velocidad en los tramos sucesivos normalmente en correspondencia con alguna de las derivaciones.

Para limitar convenientemente el nivel sonoro, las velocidades que se adoptarán en los diferentes casos no deberán superar a los valores máximos indicados en la tabla anterior.

#### **2.8.1.2.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS POR EL MÉTODO DE IGUALDAD DE PÉRDIDA POR ROZAMIENTO O PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE.**

Es el método más empleado para las instalaciones de baja presión. El dimensionado de los conductos se basa en la hipótesis de que se mantenga constante la pérdida de carga por metro lineal en toda la red.

El proceso de cálculo es el siguiente, se debe adoptar la velocidad en el conducto de mando principal a la salida en el ventilador, de acuerdo con los niveles sonoros admisibles, (adoptar el máximo posible), y determinar el caudal de aire de mando en el conducto de mando principal, ubicándolos en el diagrama “Pérdidas por rozamiento en conductos circulares” podrá determinar en su intersección el diámetro necesario si la sección fuera circular y en abscisa el valor de la pérdida de carga en este tramo de conducto, mediante la ecuación (20) “Diámetros equivalentes” podremos pasar de la sección circular a la rectangular. El valor de la pérdida de carga determinada en este tramo de conducto se mantendrá constante para dimensionar la totalidad de la red. La caída de presión en el sistema de distribución del aire se obtendrá multiplicando la longitud total equivalente del circuito más desfavorable, (generalmente el que conduce al difusor más alejado), por la pérdida de carga anteriormente fijada. Como la pérdida unitaria es constante para toda la red de conductos, los difusores más próximos al ventilador precisarán normalmente compuertas destinadas a estrangular el paso del aire; sin embargo, deberemos tener siempre en cuenta que la pérdida de presión a través de las mismas deberá permanecer dentro de ciertos límites para evitar que se produzcan ruidos que podrían ser molestos.

## **PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO**

La caída de presión debida al rozamiento puede determinarse matemáticamente, sin embargo, se utiliza preferentemente el diagrama de Moody del ANEXO XII extraída de ASHRAE, que en el eje de las ordenadas tiene el caudal de aire en L/s y en el eje de las abscisas la caída de presión en Pascales por metro de agua. El diagrama de “Pérdidas por rozamiento en conductos circulares (Darcy y Colebrook)” nos permite calcular las pérdidas de carga por rozamiento producidas en un conducto circular rectilíneo de sección constante construido con chapa galvanizada de rugosidad de 0.09 mm y por el que circula aire en condiciones estándar, de presión y temperatura, (760 mmHg. a 21°C).

Como mencionamos, el diagrama de Moody fue realizado para condiciones estándar, por lo que es necesario corregir multiplicando por un factor que es menor a la unidad, según Carrier podemos utilizar un factor de 0.7, para alturas mayores a 3500 msnm.

## **PÉRDIDAS LOCALIZADAS O ACCIDENTALES**

Estas pérdidas de carga se verifican cuando la velocidad del aire en el conducto experimenta variaciones en su dirección y/o en su magnitud, debidas a la presencia de acoplamientos, curvas, derivaciones, obstrucciones, etc.

Un método para valorar las pérdidas accidentales o localizadas es el conocido como método de la longitud equivalente, en las que las pérdidas de presión dependen también del coeficiente de rozamiento.

Esta longitud equivalente adicional, multiplicada por la caída de presión por metro lineal propia del conducto que conduce el caudal de aire en objeto, nos dará la caída de presión adicional a través del accidente que debe añadirse a la que se verifica a lo largo del citado tramo de conducto recto.

Las tablas que se muestran en ANEXO XIII, indican las pérdidas de carga para codos rectangulares y circulares, para una relación R/D variable.

Para las pérdidas de codos se usa la relación L/D, longitud equivalente adicional dividida por el diámetro del codo. Las pérdidas de T y crucetas se expresan en términos de n, que indica en el pie de cada tabla.

## DIÁMETRO EQUIVALENTE

Debido a que el diagrama de Moody, está basada en función del diámetro circular del conducto, los cálculos están restringidos solo para ductos circulares por tal motivo deben hacerse transformaciones, uno de los más importante es el diámetro equivalente se define como aquel conducto que tiene la misma longitud, el mismo caudal y la misma pérdida de carga por rozamiento que el conducto rectangular. Su cálculo se obtiene con la siguiente ecuación:

$$De = \frac{1.3 \times (a \cdot b)^{5/8}}{(a + b)^{1/4}} \quad (20)$$

Dónde:

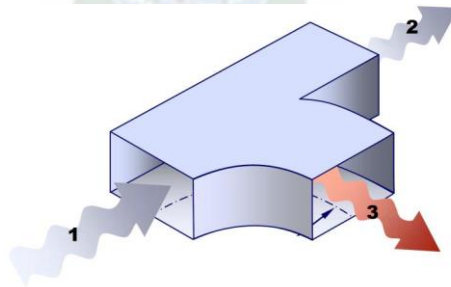
De: Diámetro equivalente.

a y b: Lados de ducto rectángulo

### 2.8.1.2.3. RECUPERACIÓN ESTÁTICA

Debido al concepto de Bernoulli, el cual propone que si la presión disminuye la velocidad aumenta, y si la presión aumenta la velocidad disminuye; en el caso de diseño de ductos la velocidad va disminuyendo gradualmente por lo tanto existe un aumento de presión el cual es el denominado recuperación estática, que normalmente se lleva a cabo en las derivaciones tal como se ilustra en la figura en donde la velocidad en el punto 1 es superior al punto 2, esto ocurre debido a la derivación en el punto 3.

Figura 28. Recuperación estática en ductos



Fuente: (Díaz & Barreneche, 2005)

$$\text{Recuperación} = \Delta P = 0.75\rho \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \quad (21)$$

Donde:

$\Delta P$ : Recuperación estática en Pa

$\rho$ : Densidad del aire en kg/m<sup>3</sup>

$v_1$  y  $v_2$ : Velocidades a la salida del ventilador y en el último difusor respectivamente m/s

0.75: Coeficiente de recuperación

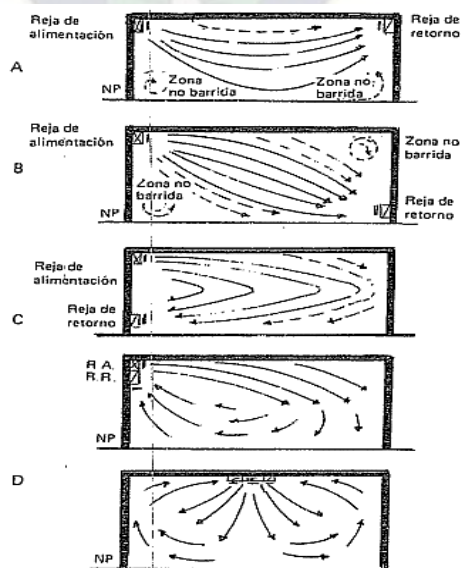
### 2.8.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES TERMINALES

Seleccionado el tipo de reja de acuerdo a la forma, material y ubicación, procedemos a dimensionarla, para ello se utilizan tablas o gráficos, suministrados por el fabricante.

Para nuestro caso tomaremos los pasos a seguir por el fabricante LAMINAIRE, que nos proporciona para diferentes tipos de rejillas y difusores, métodos dependiendo el caudal, la velocidad recomendada para distintos tipos de ambientes y por ende el ruido permisible, en algunos difusores debemos tomar en cuenta el alcance de tiro que tiene cada unidad terminal. Se anexan los catálogos para un mayor entendimiento.

La ubicación de las rejillas y difusores también es importante a la hora del diseño, puesto que no se tiene demasiada información al respecto, se tomará las referencias que realiza Quadri, como se muestra en la siguiente figura 29.

**Figura 29.** Formas de ubicación de rejillas de alimentación y retorno



**Fuente:** (Quadri N. P., 2008)



Se debe tener en cuenta si la instalación se realizará para verano o invierno, dado que el aire caliente es más liviano se magnifica por la parte alta del local y lo contrario sucede en verano. En tal caso entonces se puede decir que la mejor ubicación para invierno es la figura 29C y para verano la figura 29D.

### 2.8.2.1. DIFUSIÓN DE AIRE EN RECINTOS

Lo necesario para una buena difusión de aire en el recinto son los siguientes:

- Fluctuación de temperatura en el recinto es de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en la zona de ocupación, el no cumplimiento provocaría incomodidad.
- Determinar una velocidad en el recinto de la siguiente tabla, sin que produzca fatiga.

**Tabla 6.** Velocidades recomendadas del aire en la zona ocupada de la habitación.

Velocidad del aire [m/s]	Reacción	Aplicación
0-0.08	Estancamiento	Ninguna
0.08-0.12	Ideal	Comerciales
0.12-0.25	Probablemente favorable	Comerciales
0.35	Desfavorable	
0.4	Límite máximo – favorable	Almacenes y comercio
0.4-1.5	Instalaciones fabrica	Instalaciones de refrigeración

**Fuente:** (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

Según CARRIER las limitaciones de ruido en las bocas de impulsión, es un criterio muy importante a la hora de seleccionar rejillas o difusores, por el nivel de ruido que ocasiona, la siguiente tabla muestra las velocidades recomendadas para niveles de ruido aceptables según el tipo de aplicación.

**Tabla 7.** Velocidades recomendadas en las bocas de salida

Aplicación	Velocidad [m/s]
Residencias	2.5-4
Apartamentos	2.5-4
Dormitorios de hotel	2.5-4
Teatros	2.5-4
Oficinas particulares	2.5-4
Salas de cine	5
Oficinas publicas	5-6.5
Almacenes comerciales	7.5-10

**Fuente:** (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)

## 2.9. SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

El objetivo principal de la ventilación es mantener la calidad y el movimiento del aire en los lugares de trabajo, en condiciones convenientes para la protección de la salud. De igual manera contribuye al bienestar físico y a la mejora del rendimiento en la actividad desarrollada en diferentes trabajos.

### 2.9.1. TIPOS DE VENTILACIÓN

La ventilación se puede dividir en dos:

**Ventilación general**, consiste en la renovación de un caudal total de aire, entre el interior y el exterior de un ambiente, para reducir contaminantes a valores permisibles.

**Ventilación localizada**, pretende captar el aire contaminado en el mismo lugar de su producción, evitando que se extienda por el local. Generalmente se trata la extracción localizada en el rango comercial e industrial, ya sean cocinas comerciales, manufactureras, laboratorios, etc.

### 2.9.2. CAUDAL DE AIRE

La cantidad de aire para efectuar la ventilación puede depender de los siguientes factores:

- Dimensiones y características del local
- Actividad a la que está destinado
- Calor a disipar (en algunos casos)
- Contaminantes o sólidos a transportar

Como se mencionó anteriormente, una manera práctica de calcular la cantidad de aire por circular es la establecida en el Estándar de ASHRAE 62.1, para nuestro caso determinaremos la extracción general de baños, duchas y vestidores, ya generalmente en estos ambientes son donde se producen el aire viciado.

De acuerdo a la tabla del ANEXO VIII, se determinará las tasas mínimas de extracción por piso cuadrado o por unidad.

Para otro tipo de aplicaciones se recomienda seguir el estándar mencionado ya que nos muestra concentraciones mínimas que deberían tener diferentes aplicaciones.

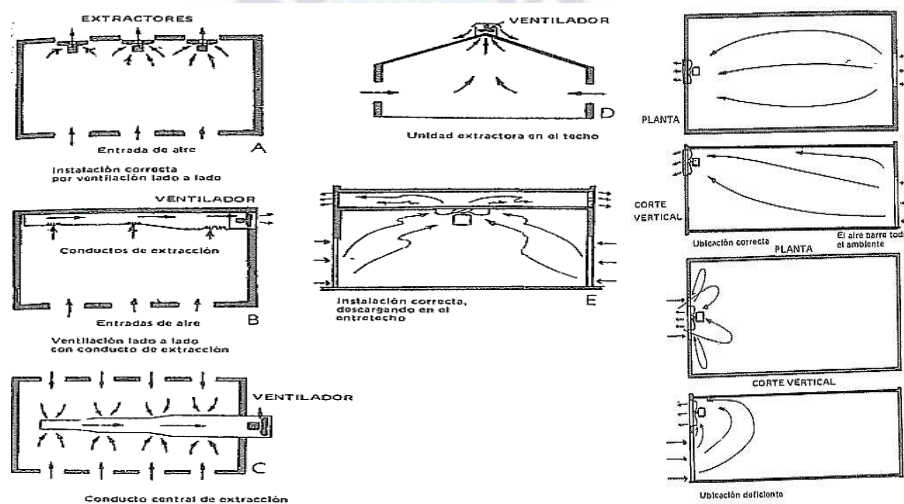
Otro método de calcular el aire a transportar es por el de renovaciones o cambios de aire por hora, el cual no se muestra aquí, pero si se requiere, consultar la norma DIN 1946 que según la aplicación nos dicta las renovaciones de hora a determinar.

### 2.9.3. CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

El diseño debe tener en cuenta la distribución de aire, la entrada y salida de aire.

Para lograr que el aire introducido barra todo el lugar los extractores deben estar ubicados opuestos a la entrada de aire. Según Quadri en la siguiente Figura 30, nos muestra diferentes distribuciones para instalaciones de ventilación, de diferentes formas.

Figura 30. Distribución de aire en ventilación.



Fuente: (Quadri N. P., 2008)

Para la ubicación de las descargas de aire viciado e ingreso de aire se recomienda seguir las recomendaciones que hace ASHRAE en el estándar 62.1.

### 2.9.4. VENTILADORES

Los ventiladores son necesarios para la impulsión de aire a través de la trayectoria de los ductos, para luego llegar a las habitaciones con la temperatura y movimiento de aire que proporcionan confort.

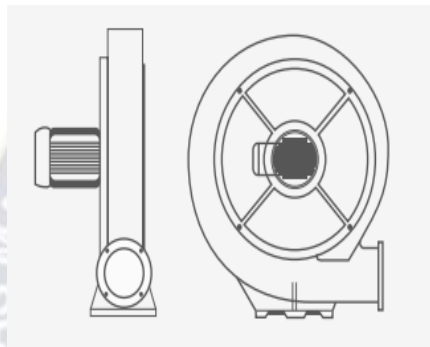
También son utilizados para la extracción en ambientes de aire viciado o donde se generan debido a baños, laboratorios y sobre todo en el sector industrial y comercial.

Entre los ventiladores usados con más frecuencia están los centrífugos, axiales y helicocentrífugos (que son una combinación de los dos).

#### 2.9.4.1. VENTILADORES CENTRÍFUGOS

En los que el aire entra en el rodete con una trayectoria esencialmente axial y sale en dirección perpendicular.

**Figura 31.** Extractor centrifugo



**Fuente:** (Soler&Palau)

Los rodetes de los ventiladores centrífugos pueden ser de tres tipos, Figura 32:

**Figura 32.** Tipos de rodete para ventiladores centrífugos



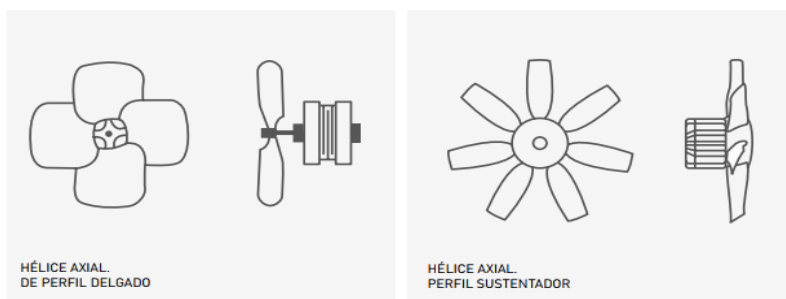
**Fuente:** (Soler&Palau)

#### 2.9.4.2. VENTILADORES AXIALES

En los cuales el aire entra y sale de la hélice con trayectorias a lo largo de superficies cilíndricas coaxiales al ventilador.

Las hélices de los ventiladores axiales pueden ser de dos tipos, Figura 33:

**Figura 33.** Ventiladores axiales

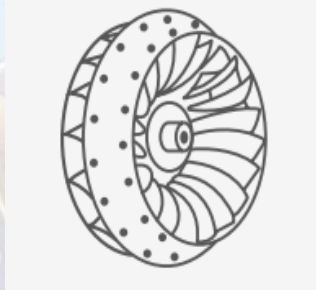


**Fuente:** (Soler&Palau)

### 2.9.4.3. VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS

En este tipo de ventiladores la trayectoria del aire en el rodete es intermedia entre la del ventilador centrífugo y axial. Fig. 6.13.

**Figura 34.** Rodete Helicocentrífugo



**Fuente:** (Soler&Palau)

### 2.9.4.4. CURVA CARACTERÍSTICA

La curva característica de un ventilador es la gráfica donde se muestra la curva de trabajo que tiene este a una determinada velocidad.

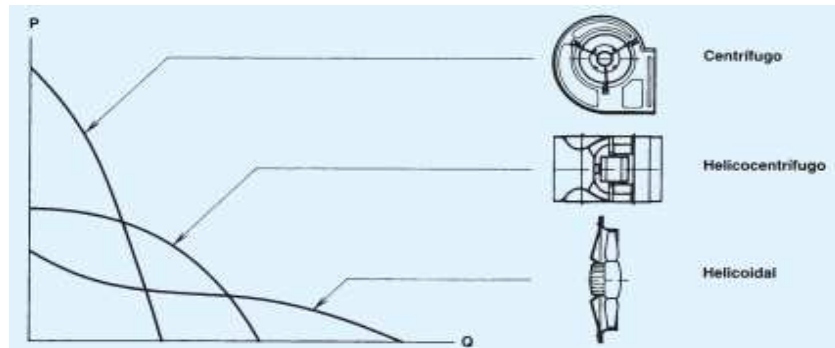
El ventilador se hace funcionar a un régimen de giro constante, tomando valores de diferentes caudales movidos, según sea la pérdida de carga que debe vencerse.

La curva característica de un ventilador se obtiene dibujando en unos ejes de coordenadas los distintos valores caudal-presión, obtenidos mediante ensayo en un laboratorio.

Cada fabricante debe proporcionar su curva característica para ver el rango de trabajo del ventilador.

Como dijimos la curva depende de cada tipo de ventilador el cual nos proporciona el fabricante a continuación se muestra las curvas de trabajo para cada tipo de ventilador.

**Figura 35.** Curva característica de un ventilador



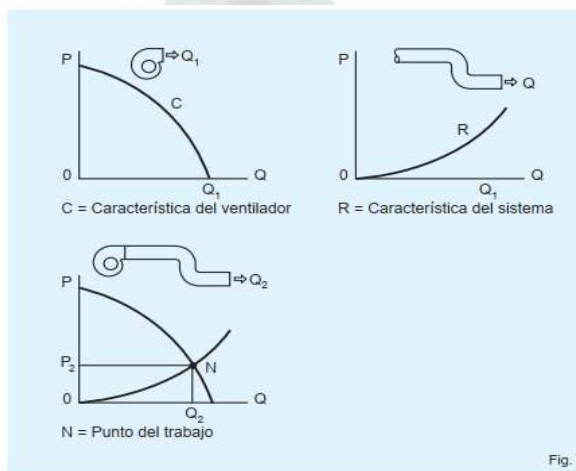
**Fuente:** (Salvador Escoda S.A.)

Como podemos observar, un ventilador centrífugo tiene mayor presión, pero manejan menor caudal y viceversa con los helicoidales y los helicocentrífugos son intermedios donde pueden usarse para pequeñas aplicaciones.

#### 2.9.4.4.1. PUNTO DE TRABAJO

A continuación, se muestra una gráfica donde muestra el punto de trabajo depende de la característica del ventilador y la del sistema, donde el mayor rendimiento según los fabricantes es a  $\pm 20\%$  del punto medio de la curva.

**Figura 36.** Punto de trabajo del ventilador

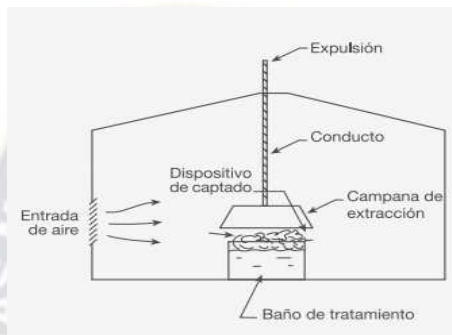


**Fuente:** (Salvador Escoda S.A.)

## 2.10. EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Para la evacuación de polvos, humos, gases, etc. debido a contaminantes que se generan en el mismo lugar que se producen, siendo estos más utilizados para la captación las campanas, sobre todo en el sector industrial para laboratorios, talleres de soldadura, manufactura, etc. y en el sector comercial para campanas de cocina, que es nuestro caso en particular.

**Figura 37.** Extracción localizada: captación de contaminantes.



**Fuente:** (Soler&Palau)

### 2.10.1. EXTRACCIÓN DE COCINAS

El propósito de un sistema de escape para equipos de cocina es controlar el calor, la humedad y el vapor de grasa liberado en el espacio con equipo para cocinar o lavar platos y una consideración no menos importante es el control de los productos de combustión asociados con la fuente de calor que se puede ventilar por separado o a través de la propia campana.

Estándar de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) 96 (10) 01 describe la construcción del filtro de grasa, así como la campana construcción necesaria para mantener la integridad del capó en caso de fuego Se prefiere la construcción con costura soldada y, a veces, las autoridades de salud pública la exigen para garantizar la limpieza y la facilidad de mantenimiento. En todos los casos, la sanidad local se debe consultar a las autoridades competentes sobre los requisitos de construcción antes de la fabricación de la campana.

En la actualidad una campana no es solo una caja, cada cocina comercial requiere un sistema de ventilación adecuado, poniendo énfasis en todo, el sistema consta de la

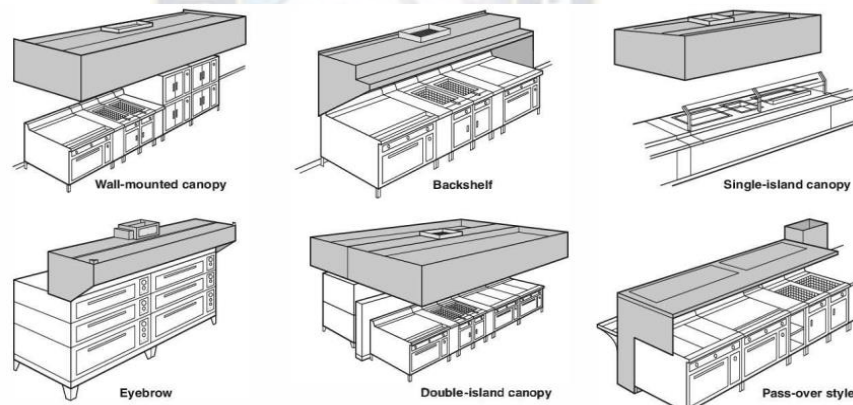
campana de extracción, ventiladores, equipos para eliminar la grasa y en algunos casos una manejadora. Un sistema de ventilación apropiadamente diseñado para cocinas, puede incrementar la salud y seguridad de los operadores de la cocina.

### 2.10.2. TIPOS DE CAMPANA PARA COCINAS COMERCIALES

Segun la NFPA 96, existen dos tipos de campanas para cocinas comerciales, las de TIPO I y las de TIPO II. Las campanas TIPO I se utilizan sobre equipos de cocina que producen masas de calor y grasa. Estas campanas requieren un sistema de ductos totalmente soldados. Las campanas TIPO II se usan sobre equipos de cocina que no producen grasa y solo extraen calor y condensación. Hay varias categorías de campanas de ventilación TIPO I y TIPO II para diferentes aplicaciones y preferencias personales.

En este documento sólo se tratarán sobre campanas tipo I, a continuación, en la Figura 38, se muestran las diferentes configuraciones para campanas tipo I.

**Figura 38.** Tipos de configuración para campanas Tipo I.



**Fuente:** (NFPA 96, 2001)

Las campanas más utilizadas son:

- Campanas de pared (Wall mounted canopy)
- Isla individual (Single – island canopy)
- Isla doble (Double – island canopy)

### 2.10.3. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE EXTRACCIÓN

Según el método utilizado se categoriza a los equipos según el valor de captación o volumen de flujo de aire por cada pie. Estos valores pueden ser utilizados para el cálculo



de los CFM o m<sup>3</sup>/h de las campanas. La Tabla 8 categoriza los equipos más comunes y provee los factores para el cálculo de caudal.

**Tabla 8.** Velocidad de descarga volumen de flujo de aire para campanas de cocina.

	<b>Ligero</b>	<b>Mediano</b>	<b>Pesado</b>	<b>Extra Pesado</b>
Equipo (Clasificación de los equipos según Greenheck)	Hornos, vaporizadores y estufas a gas y eléctricos Calentadores de comida Ollas de pasta, Hornos para pizzas	Hornos combinados Freidoras eléctricas y de gas Planchas Sartenes Freidora para sartenes	Parrilla Plancha eléctrica	Parrilla de gas Mezquite Parrilla infrarroja Plancha con piedra lava Parrillas en cadena
Método de Greenheck (velocidad de descarga en ft/min)	50	85	150	185
Código Mecánico Internacional 2003 (ft <sup>3</sup> /min por pie lineal)	200	300	400	550

Fuente: (GreenHeck, 2005)

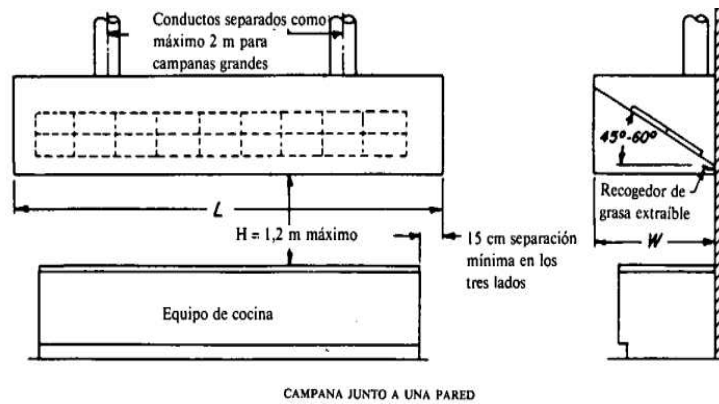
Por el método de Greenheck, el valor del caudal (CFM) será la multiplicación de la velocidad de descarga en pies/min por el área de la campana en pies cuadrados.

Por el método de IMC, el valor del caudal (CFM) será el valor de pcm por pie lineal multiplicado por el largo de la campana.

#### **2.10.4. DISTANCIAS RECOMENDADAS**

Según la ACGIH, las medidas recomendadas para la campana de cocina son como se muestra en la siguiente figura 39.

**Figura 39.** Distancias recomendadas para campanas adosadas a la pared



**Fuente:** (ACGIH, 1998)

Según la ACGIH, nos da las siguientes recomendaciones<sup>45</sup>:

Filtros:

- Seleccione el tamaño adecuado, generalmente 500x500 mm
- Determine el número necesario de filtros a partir de los datos del fabricante (usualmente el caudal máximo es el orden de 0.12 m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup> de área de filtro)
- Instalar de 45 a 60° de la horizontal, nunca horizontales)
- Altura de montaje del filtro.
- No expuesto a llama directa a 4 cm como mínimo del lado inferior del filtro
- Fuegos de carbón y similares a 10 cm como mínimo del lado inferior del filtro.
- Instale un recogedor de grasa extraíble
- Limpie regularmente los filtros y el recogedor

Ventilador

- Emplee el ventilador de descarga hacia arriba. La descarga hacia abajo no se recomienda.
- Seleccione el ventilador en función del caudal y la resistencia de los filtros y conductos.

<sup>45</sup> (ACGIH, 1998)

### 2.10.5. SUMINISTRO DE AIRE

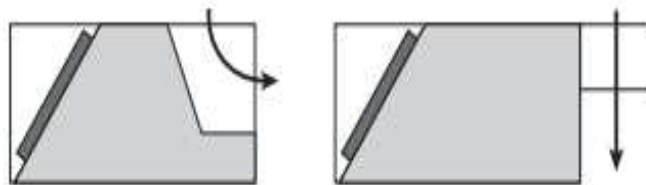
Se define como el aire dedicado a “reemplazar” el aire que se extrae. El suministro es llevado hacia la cocina aproximadamente a una velocidad aproximadamente igual al aire siendo extraído por la campana de cocina. Eso significa que el 100% del aire extraído tiene que ser reemplazado. Se desea generalmente una presión negativa con respecto a los ambientes adyacentes, para mantener los olores fuera.

#### 2.10.5.1. OPCIONES DE SUMINISTRO

El aire suministrado puede ser introducido por la campana con un plenum integrado de suministro ó un plenum externo de suministro.

Las ventajas de usar un plenum externo de suministro contra uno integrado se puede ver en la figura 40. La región sombreada representa el volumen de la campana. Aumentando el volumen permite que más humo y calor pueda estar guardado en la campana hasta que pueda ser extraído. Esto es importante tener sobre un equipo de cocina que produzca una gran cantidad de calor y humo, tal como una parrilla. Plenum externos de suministro normalmente cuestan menos y pueden ser instalados a la mayoría de las campanas de extracción.

**Figura 40.** Suministro integrado y separado de la campana



**Fuente:** (GreenHeck, 2005)

### 2.10.6. DUCTOS Y PÉRDIDAS DE PRESIÓN

Para realizar el diseño de ductos seguir las siguientes recomendaciones<sup>46</sup>:

- Utilice acero calibre 16 ó acero inoxidable calibre 18 (espesor mínimo)
- Todas las uniones deberán ser soldadas completamente
- Los ductos deberán ser dirigidos al exterior del edificio

---

<sup>46</sup> (GreenHeck, 2005)

- Una velocidad mínima de aire de 500 pie/min a través de los ductos
- Los ductos no deberán ser conectados con otro tipo de ductos del edificio
- Para prevenir acumulación de grasa en ductos horizontales, puertas de inspección de limpieza deberán ser colocados cada 20 pies y los ductos deberán tener una inclinación hacia la campana de 0.25 pulgadas por cada pie para ductos por debajo de los 75 pies. Funciona mejor si requiere una inclinación de 1 pulgada por cada pie.

El diseño se realizará de la misma manera como se mostró los apartados anteriores por el método de pérdida de carga constante.

La pérdida de presión en los ductos se puede suponer 0.0019 pulg. c.a. por pie de ducto a una velocidad de 1500 pie/min y un área de 1.5 pie<sup>2</sup>.

La pérdida de presión en la campana se tomará como indica en el manual ACGIH, que es de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta P_{campana} &= (\text{Resistencia del filtro} + 2.5 \text{ mmca}) \\ &= (\text{Resistencia del filtro} + 25 \text{ Pa}) \end{aligned} \quad (22)$$

La caída de presión en el filtro la indican los fabricantes, pero para uno de tipo baffle en forma V, de acero inoxidable AISI 304 y dimensiones 20x20x2 pulgadas, se puede suponer a 0.2 pulg. c.a. (50 Pa)<sup>47</sup>.

## **2.11. ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA EL PROYECTO**

Para realizar la elección del sistema de climatización nos podemos basar en los siguientes criterios<sup>48</sup>:

- a) Características de cada sistema, es de vital importancia que el diseñador pueda conocer los alcances, ventajas y desventajas que tiene cada sistema, ya que una mala decisión puede llevar a un mal diseño desde la concepción del mismo. Es por eso que se debe hacer énfasis en los detalles explicados en anteriores capítulos.

---

<sup>47</sup> (Garo Filtros, 2017)

<sup>48</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

b) Factores constructivos, los factores que se mencionan a continuación son los que se creen más predominantes a la hora de elegir un sistema.

- Arquitectura, espacios disponibles para la instalación de los equipos, piezas y materiales, dimensiones de los ambientes.
- La función del edificio, dependerá si tratamos un edificio, oficinas, hotel, hospital, industria, etc. el funcionamiento es continuo o discontinuo.
- Exigencias de temperatura, humedad, filtración y ventilación, el tipo de edificio que estemos tratando dependerá las necesidades de cada ambiente, por ejemplo, un hospital requiere una ventilación adecuada bajo normas y estándares exclusivos, en laboratorios farmacéuticos la humedad y la temperatura debe ser controlada, etc.
- Costo total, incluye el costo inicial del proyecto, costo de la instalación, costo de funcionamiento y costo del mantenimiento.
- Ubicación geográfica del edificio, la latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, parámetros interiores y exteriores del proyecto, como humedad y temperatura.
- Instalaciones previstas, si en el edificio está prevista las instalaciones necesarias para el sistema propuesto, es decir si va a contar con los servicios básicos, de agua, electricidad y gas.
- Requerimiento del usuario, muchas veces el propietario es el que indica las necesidades de los usuarios, ambientes y el tipo de proceso que requiere la industria, es importante que el diseñador tome en cuenta estos requerimientos a la hora de realizar el diseño, en la mayoría de los casos se debe priorizar la exigencia del propietario siempre y cuando este acompañado de las recomendaciones del especialista.

Los criterios antes mencionados, deben guiar a la elección de la mejor alternativa del sistema de climatización, estos deben adecuarse a los requisitos exigidos por el cliente y tener un balance con el coste del sistema, el proyectista es el que debe fijarse en que el sistema cumpla con los requisitos mínimos para el confort o acondicionamiento del local.

El costo del sistema variará dependiendo los requisitos impuestos, equipos seleccionados y sobre todo exigencias del sistema, cuáles son los parámetros que queremos regular y controlar. La Tabla 9 indica (en una puntuación del 0 al 5) la importancia de los parámetros según el tipo de aplicación<sup>49</sup>.

**Tabla 9.** Importancia de parámetros según su aplicación

Aplicaciones	Temperatura	Humedad Relativa	Ruido	Filtrado de aire	Corriente de aire	Velocidad del aire
Viviendas	4.5	2.5	4	4	4	2.5
Restaurantes	4.5	2.5	4	4	4	2.5
Sala de espectáculos	3.5	2	3.5	2	3.5	2.5
Tiendas	4	2	1	1.5	2	2
Oficinas	4	2	3	3.5	4	3.5
Comercios	4	2	1	1.5	2	2
Hospitales	4.5	3.5	4.5	4	4	3.5
Escuelas	4.5	3.5	4.5	3.5	4	3.5
Laboratorios	4	4	3.5	4.5	4	4

Fuente: (Díaz & Barreneche, 2005)

Como se puede ver en la anterior tabla, tomando una media de 2.5, en oficinas no es tan importante controlar la humedad, eso no quiere decir que dejemos de lado este parámetro, se tiene que realizar la verificación que con el equipo o sistema seleccionado cumplamos que esté en rangos aceptables para el confort.

Según Quadri<sup>50</sup>, realizó una tabla orientativa para la selección de sistemas recomendados para cada tipo de aplicación, en nuestro caso oficinas, Figura 41.

<sup>49</sup> (Díaz & Barreneche, 2005)

<sup>50</sup> (Quadri N. , 2001)

**Figura 41.** Tipo de sistema de climatización según su aplicación

APLICACIÓN	TIPO DE INSTALACIÓN	OBSERVACIONES
Casas individuales, o residenciales chalet	Roof-top o acondicionador interior con volumen constante por zona o variable	Calefacción a gas o bomba de calor o mediante sistema independiente de radiadores o piso radiante
	Calefacción por aire caliente con unidad separada para frío	
	Multi split	
	Acondicionadores de ventana	
	Split simple	
Casas de departamentos	Sistema todo agua con Fan-coil individual	Calefacción a gas o bomba de calor o mediante sistema independiente de radiadores o piso radiante
	Acondicionadores interiores y volumen constante por zona o volumen variable	
	Calefacción por aire caliente con unidad separada para frío	
	Roof-top con volumen constante por zona o volumen variable	
	Multi split	
	Acondicionadores de ventana	
Oficinas	Simple split	Los sistemas de volumen variable con sistema independiente de aire exterior. De utilizarse volumen constante deben emplearse sistemas multizona, doble conducto o recalentadores. Calefacción por resistencias eléctrica, bomba de calor o radiadores perimerales con agua caliente y caldera a gas
	Sistema todo agua con Fan-coil individual y enfriadora individual o central	
	Sistema todo-aire con fan-coil centrales y volumen variable con recalentamiento perimetral (sistemas de más de 50 ton.)	
	Sistemas todo-aire con roof-top o acondicionadores interiores y volumen variable con recalentadores perimetrales. (sistemas hasta 50 ton.)	
	Sistema aire-agua compuesto por fan-coil con conductos en zonas centrales y fan-coil perimetrales individuales	
	Sistemas todo refrigerante VRV	
	Sistemas aire-agua con paneles de techo frío y aire de distribución	
Sistemas WHP		

Fuente: (Quadri N. , 2001)

### 2.11.1. SISTEMA SELECCIONADO

Para la selección del sistema más idóneo se tomará en cuenta todas las recomendaciones anteriormente descritas, con los siguientes argumentos.

- El edificio está en proceso de construcción.
- El edificio está destinado al uso y aplicación de oficinas.
- El requerimiento del cliente es que los ambientes estén en control a bajas y altas temperaturas, es decir frío - calor.
- El edificio no cuenta con gas natural y no está pronta la instalación del mismo debido a que la red aún no llegó a dicha ubicación.
- La arquitectura limita la instalación de los equipos debido a que estarán expuestos, no cuenta con cielo falso.
- De preverse la instalación de ductos tiene que limitarse lo más que se pueda, debido a que en la concepción del diseño arquitectónico del edificio no se tomó en cuenta la instalación del sistema de climatización (no cuentan con shafts).

Por todo lo conceptualizado, en los puntos anteriores se ha seleccionado el SISTEMA VRF o VRV, Sistema de volumen de refrigerante variable con Recuperador de calor.

El sistema VRF, tiene la ventaja de ser un sistema adaptable a climas fríos como climas cálidos, simultáneamente, es decir que en algunos ambientes podemos tener calefacción y en otra refrigeración al mismo tiempo. El medio de transporte son tuberías de cobre que no ocupan mucho espacio por lo que son adaptables a arquitecturas. Utilizan ductos de aire en menor proporción a comparación de un sistema rooftop, que también nos da frío-calor.

Como se mencionó en el apartado de sistemas VRF en cuestión de costos, el costo de funcionamiento del sistema es mucho más bajo en comparación con los sistemas monosplits y/o multisplits y/o con un sistema chiller-caldera, debido a la comparación de potencia consumida por cada sistema.





## CAPÍTULO III

### 3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

##### 3.1.1. CONDICIONES EXTERIORES

Las condiciones climatológicas del lugar, el edificio se encuentra en la ciudad de El Alto a 4062 msnm. Con los datos obtenidos del ANEXO I tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Condiciones exteriores del lugar de proyecto

Ciudad El Alto – Bolivia			
Latitud	16.51° S		
Longitud	68.19° O		
Elevación	4062 [msnm]		
Presión	61.15 [kPa]		
Densidad	0.720 [kg/m <sup>3</sup> ]		
Mes más caluroso	Noviembre	Mes más frío	Julio
Temperatura de bulbo Seco Verano	18.1 [°C]	Temperatura de bulbo Seco Invierno	-5.0 [°C]
Temperatura de bulbo húmedo en Verano	5,7 [°C]	Temperatura de bulbo húmedo en Invierno	-9,48 [°C]
Humedad relativa	20,88 %	Humedad relativa	23,8 %
Velocidad del viento	4,8 [m/s]	Velocidad del viento	2,1 [m/s]
Dirección del viento	ESE	Dirección del viento	NNE
Variación de la temperatura Diaria	12,7 [°C]		

Fuente. ASHRAE Handbook - Fundamentals 2021.

##### 3.1.2. CONDICIONES INTERIORES

Para las condiciones interiores se tomará en cuenta al estándar 55 de ASHRAE<sup>51</sup>, como se mencionó en la teoría depende principalmente de la actividad metabólica y el grado de vestimenta, por lo tanto, la entrada de datos para nuestros ambientes es:

- Movimiento del aire 0.1 [m/s]      Tipo de ambiente, oficinas
- Actividad metabólica 1.1 [met]      Actividad típica de oficina con computadora
- Grado de vestimenta 1 [clo]      Vestimenta típica en invierno (generalmente para la ciudad de El Alto) pantalón largo, camisa, sweater y una chaqueta.

<sup>51</sup> (ANSI/ASHRAE Standard 55, 2010)

De acuerdo a lo expuesto y con los datos obtenidos de la CBE<sup>52</sup>, las condiciones interiores para nuestro caso serán:

**Tabla 11.** Condiciones interiores de proyecto

Temperatura de bulbo Seco	22 [°C]
Humedad Relativa	50 %
Movimiento del aire	0,1 [m/s]
Actividad	1,1 [met]
Vestimenta	1 [clo]

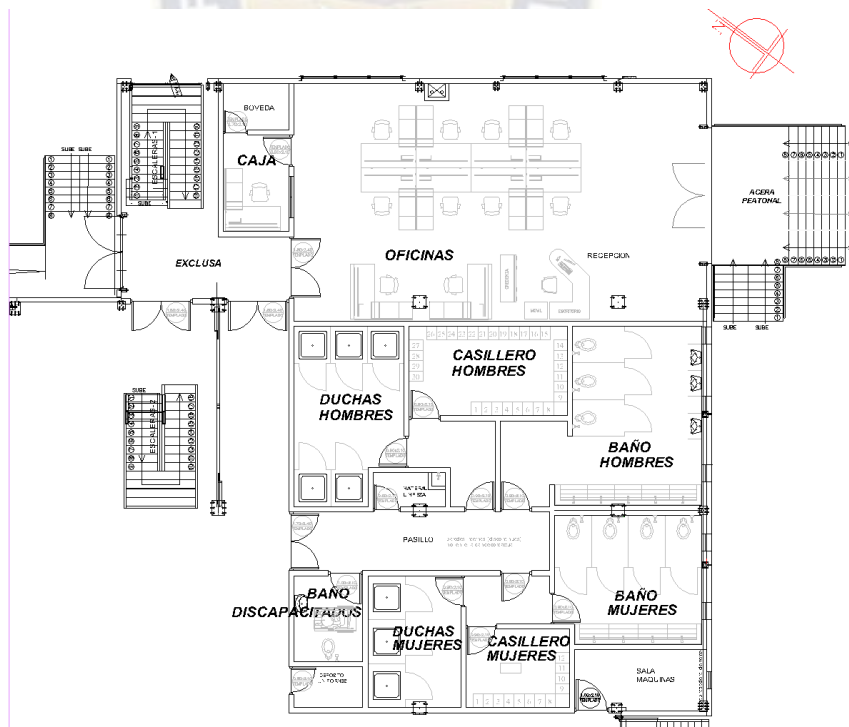
Fuente. (Center for the Built Environment, 2023)

### 3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El diseño del sistema se realizará para para el bloque de administración del almacén logístico INTI, los ambientes fueron definidos al requerimiento del cliente, el edificio tiene tres plantas en un solo bloque, que se organizan de la siguiente manera:

- **Planta uno** oficinas de atención, oficinas de trabajo y recepción, cajero, además de baños, duchas y vestuarios para hombres y mujeres y un baño de discapacitados.

**Figura 42.** Planta 1 del bloque de administración.

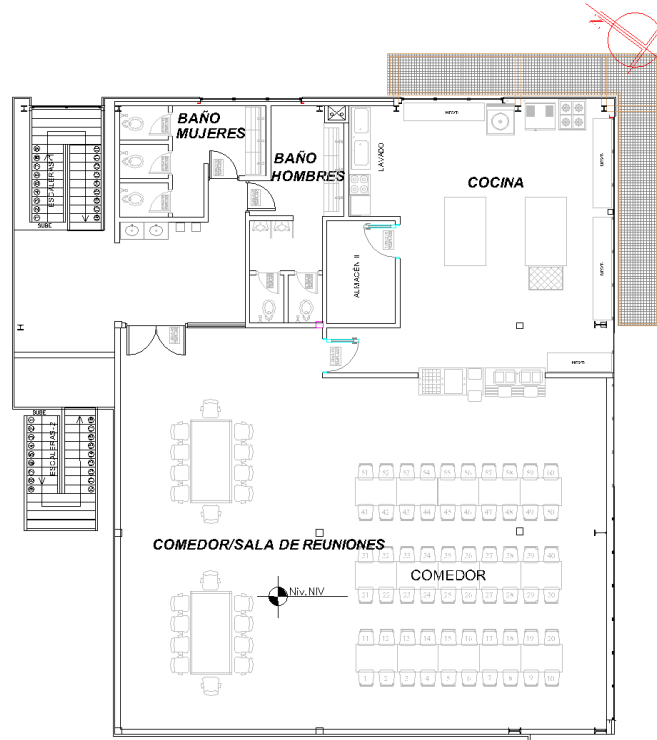


Fuente. Plano arquitectónico

<sup>52</sup> (Center for the Built Environment, 2023)

- **Planta dos** Sala de reuniones y Comedor (en un solo ambiente), cocina y baños de hombres y mujeres.

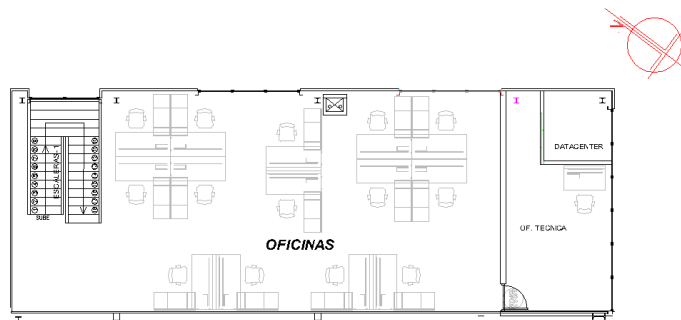
**Figura 43.** Planta 2 del bloque de administración.



**Fuente.** Plano arquitectónico

- **Planta tres** oficinas de trabajo, oficina técnica y data center.

**Figura 44.** Planta 3 del bloque de administración.



**Fuente.** Plano arquitectónico

La planta también cuenta con áreas de almacenes, depósitos, sala de máquinas y pasillos, sólo se realizará el sistema para los ambientes mencionados arriba, los demás ambientes no se vieron como necesidad o no fueron de requerimiento por el cliente.

La orientación del edificio respecto a su cara delantera es SE (Sureste).

Los ambientes se dividirán en tres partes para dividir los sistemas de aire acondicionado, ventilación y extracción de cocina, Tabla 12 y Tabla 13.

**Tabla 12.** Áreas para sistema de Aire acondicionado

PLANTA	No.	AMBIENTE	m2
PLANTA 1	1	OFICINAS	82,50
	2	CAJA	5,30
	3	CASILLEROS HOMBRES	12,00
	4	CASILLEROS MUJERES	6,80
PLANTA 2	5	COMEDOR/S. REUNIONES	154,80
	6	COCINA	57,10
PLANTA 3	7	OFICINAS	81,00
	8	OFICINA TÉCNICA	19,50
<b>TOTAL</b>			<b>419,00</b>

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 13.** Areas para sistema de Ventilación

PLANTA	No.	AMBIENTE	m2
PLANTA 1	1	DUCHAS HOMBRES	15,60
	2	DUCHAS MUJERES	10,30
	3	BAÑO HOMBRES	24,60
	4	BAÑO MUJERES	15,70
	5	BAÑO DISCAPACITADOS	5,00
	6	CASILLEROS HOMBRES	12,00
	7	CASILLEROS MUJERES	6,80
PLANTA 2	8	BAÑO MUJERES	11,60
	9	BAÑO HOMBRES	13,50
<b>TOTAL</b>			<b>115,10</b>

Fuente. Elaboración propia.

### 3.1.4. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS AMBIENTES

Se detallarán las dimensiones como el largo, alto, ancho y espesor de los ambientes, así también las características y materiales de los techos pisos, puertas y ventanas como su espesor, densidad, calor específico, resistencia térmica y peso de cada una de ellas. Para tal caso se realiza una inspección visual de los planos arquitectónicos del edificio y tablas de propiedades físicas de materiales.

Se realizará de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Inspección visual de los planos para obtener dimensiones, materiales y orientación de cada ambiente, además de tomar datos de arquitectura y acabado de los materiales para los recintos.
- Con los datos obtenidos de los materiales se obtienen las conductividades térmicas de cada tipo para cada configuración, sea pared, piso o techo.
- Los datos de conductividades se realizaron basándose en la norma IRAM 11601:2022<sup>53</sup>, que nos menciona las propiedades térmicas de los componentes y elementos constructivos y la CTE<sup>54</sup> que es el código técnico de la edificación.
- Algunos datos se obtuvieron de las fichas técnicas de los materiales, proporcionados por el arquitecto a cargo de la edificación.
- Para los coeficientes de convección superficial interior y exterior, se tomaron en cuenta los datos que nos menciona el manual de Carrier<sup>55</sup>.
- Una vez obtenido todos los materiales y coeficientes superficiales, se realiza el cálculo de la resistencia total de la configuración de los distintos materiales.

Tabulamos todos los datos de acuerdo al siguiente detalle de los materiales.

---

<sup>53</sup> (IRAM, 2002)

<sup>54</sup> (CTE, 2022)

<sup>55</sup> (Carrier Air Aconditioning Company, 1980)

**Tabla 14.** Propiedades físicas de materiales compuestos

Tipo	Descripción del material	Espesor	Densidad	Calor Especifico	Resistencia	Peso
		mm	Kg/m3	KJ/Kg*K	m2*K/W	kg/m2
A	Muro de ladrillo	140	1.193	-	0,485	167
B	Muro de drywall	95	211	-	0,440	20
C	Muro de panel sandwich	101	144	-	3,498	15
D	Puerta termopanel (FS: 0.92)	32	-	720	0,385	-
E	Ventana termopanel	23	-	720	0,385	-
F	Piso de losa alveolar	316	1.613	-	0,589	510
G	Piso de losa vigueta	316	996	-	1,369	315
H	Piso de losa maciza de hormigón	361	2.001	-	0,507	722
I	Techo de losa vigueta con membrana asfáltica	345	1.153	-	1,167	398
J	Puerta de acero	100	7.800	450	0,002	780
K	Puerta de vidrio templado	10	2.500	750	0,162	25
L	Ventana de vidrio templado	10	2.500	750	0,162	25

Fuente. Elaboración propia.

Todos los cerramientos se describen en el APÉNDICE A.

### 3.1.5. PESO DEL EDIFICIO POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE

Para realizar el cálculo de radiación y de almacenamiento de calor según Carrier, se debe hallar el peso por metro cuadrado de piso.

Se utilizará las siguientes ecuaciones:

Peso de la pared por metro cuadrado de pared:

$$\text{Peso específico} \times \text{Espesor} = \gamma \times e = [\text{kg/m}^2] \quad (23)$$

Peso de la pared por metro cuadrado de piso:

$$\frac{\text{Peso de pared}}{\text{m}^2 \text{ de piso}} = \frac{\text{Área de la pared}}{\text{Área de piso}} \times \text{kg/m}^2 = [\text{kg/m}^2 \text{ de piso}] \quad (24)$$

Peso total de la estructura:

Local interior con uno o dos muros exteriores:

$$= \sum \text{Peso muros ext} + \frac{1}{2} \times \sum (\text{muros int.}, \text{tabiques}, \text{suelo}, \text{techo}) \quad (25)$$

Local interior (sin muros exteriores):

$$= \frac{1}{2} \times \sum (\text{muros int.}, \text{tabiques}, \text{suelo}, \text{techo}) \quad (26)$$

Se realizará el cálculo para todos los ambientes, en el APÉNDICE A se muestra a detalle el resultado para cada ambiente.

## 3.2. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

### 3.2.1. CÁLCULO CARGAS EXTERNAS

#### 3.2.1.1. DÍA DE MAYOR APORTACIÓN SOLAR PARA EL PROYECTO

Para determinar el día de mayor aportación solar se recurrirá a la tabla del ANEXO III que nos da las máximas aportaciones solares en [kcal/h] por [m<sup>2</sup>] de superficie. Donde se ingresa a la tabla con Latitud Sur 16° y orientaciones expuestas al exterior, en nuestro caso SE, NE y TECHO.

Pero según lo que indica al pie de la tabla tenemos un coeficiente de corrección de 1.07.

Por lo tanto, interpolando para los datos necesarios y multiplicando por el factor de corrección, tenemos los siguientes datos:

**Tabla 15.** Día de mayor aportación solar para el proyecto

Latitud SUR	Dirección	SE	NE	TECHO	TOTAL
16°	Dic	445	191	717	<b>1353</b>
	Nov-Ene	<b>412</b>	<b>224</b>	<b>723</b>	<b>1359</b>
	Oct-Feb	333	285	673	<b>1291</b>
	Sep-Mar	253	365	646	<b>1264</b>
	Ago-Abr	156	421	588	<b>1165</b>
	Jul-May	82	441	520	<b>1043</b>
	Jun	59	448	495	<b>1002</b>

**Fuente.** Elaboración propia.

Donde el día de mayor aportación solar será el 21 de noviembre con un valor total de 1359 [kcal/h/m<sup>2</sup>].

- Aportación solar máxima SE=412 kcal/h m<sup>2</sup>
- Aportación solar máxima NE=224 kcal/h m<sup>2</sup>
- Aportación solar máxima TECHO=723 kcal/h m<sup>2</sup>

### 3.2.1.2. CALCULO DE CARGA RADIANTE A TRAVÉS DE VENTANAS Y PUERTAS DE VIDRIO

Se determinará de acuerdo a la ecuación (9), con los datos del ANEXO III y IV y del APÉNDICE A.

*La máxima aportación solar*, la determinamos según la orientación del vidrio, la hallamos en el punto anterior.

*El área de la ventana o puerta*, la tenemos tabulada en las tablas de APÉNDICE A.

**Factores varios**, dada por la ecuación (10)

Los factores vienen descritos al pie de página de la tabla aportaciones solares ANEXO III y tienen el siguiente detalle para nuestro caso:

*Factor de marco metálico*=1.17

*Factor de la atmósfera*=0.95

*Factor por altitud*= $\left(1 + \left(\frac{0.7}{100}\right) \times \left(\frac{4062}{300}\right)\right) = 1.095$

*Factor de punto de rocío*= $\left(1 + \left(\frac{5}{100}\right) \times \left(\frac{19.5 - (-4.7)}{4}\right)\right) = 1.3025$

Temperatura de Rocío= -4,7 °C

*Factor de sombra*=0.92

Por lo tanto, reemplazando la ecuación (10) en la (9) y reemplazando datos tenemos:

$$Q_{rad(v)} = Max. aport. solar \times A \times 1.17 \times 0.95 \times 1.095 \times 1.30 \times 0.92 \times f_{alm}$$

$$Q_{rad(v)} = Max. aport. solar \times A \times 1.4556 \times f_{alm} \quad (27)$$

*Factor de almacenamiento*, se determinará con la tabla del ANEXO IV, que está en función de horas, orientación, peso y sombras.

*Fact. de almacenamiento*

=  $f(\text{hrs. de funcionamiento del equipo, orientación, kg /m}^2 \text{ de piso, sombras})$



Donde:

- Horas de funcionamiento, serán 8 horas, pero el valor más bajo es 12 horas:

$$\text{Hrs. de funcionamiento} = 12 \text{ horas}$$

- Orientación SE y NE.
- Peso de los ambientes [kg/m<sup>2</sup> piso], según hallados en las condiciones de diseño:
  - Peso de la estructura Oficinas y recepción= 673.01 kg/m<sup>2</sup> piso
  - Peso de la estructura Comedor= 514.87 kg/m<sup>2</sup> piso
  - Peso de la estructura Cocina= 524.03 kg/m<sup>2</sup> piso
  - Peso de la estructura Oficinas= 465.70 kg/m<sup>2</sup> piso
  - Peso de la estructura Oficina técnica= 482.29 kg/m<sup>2</sup> piso
- Las ventanas son sin pantalla exterior o sin sombra.

Como muestra la tabla del ANEXO IV, el factor de almacenamiento se debe realizar el cálculo interpolando para cada ambiente, hora del día, superficie acristalada y orientación.

La siguiente tabla muestra los datos extraídos para el proyecto:

**Tabla 16.** Factores de almacenamiento para el proyecto

HORA	SE			NE		
	750	500	150	750	500	150
6	0,34	0,35	0,4	0,34	0,29	0,14
7	0,42	0,45	0,62	0,37	0,33	0,27
8	0,47	0,5	0,69	0,43	0,41	0,47
9	0,45	0,49	0,64	0,5	0,51	0,64
10	0,42	0,45	0,48	0,54	0,58	0,75
11	0,39	0,42	0,34	0,58	0,61	0,79
12	0,36	0,34	0,27	0,57	0,61	0,73
13	0,33	0,3	0,22	0,55	0,56	0,61
14	3,00	0,27	0,18	0,5	0,49	0,45
15	0,29	0,26	0,16	0,45	0,44	0,32
16	0,26	0,23	0,14	0,41	0,37	0,23
17	0,25	0,2	0,12	0,37	0,33	0,18

**Fuente.** Extraída de la tabla del ANEXO IV

Con los datos ya mencionados podemos determinar la carga radiante para cada superficie acristalada de cada ambiente.

### Carga radiante a través de vidrio para el ambiente oficinas y recepción

La máxima aportación solar para este ambiente es en dirección SE y NE son:

- SE=412 kcal/h m<sup>2</sup>
- NE=224 kcal/h m<sup>2</sup>

Las áreas incidentes para el ambiente en la dirección SE y NE son:

- Área (SE) = 4.56 + 4.80 = 9.36 m<sup>2</sup>
- Área (NE) = 4.80 + 4.80 = 9.60 m<sup>2</sup>

El factor de almacenamiento es interpolado de la tabla, con los datos de peso de la estructura, para este ambiente es de 673 kg/m<sup>2</sup>, tomada del APÉNDICE A.

**Tabla 17.** Factores de almacenamiento para el ambiente específico.

Oficinas y Recepción								
Hora	SE				NE			
Peso	750	673	500	150	750	673	500	150
6	0,34	<b>0,34</b>	0,35	0,4	0,34	<b>0,32</b>	0,29	0,14
7	0,42	<b>0,43</b>	0,45	0,62	0,37	<b>0,36</b>	0,33	0,27
8	0,47	<b>0,48</b>	0,5	0,69	0,43	<b>0,42</b>	0,41	0,47
9	0,45	<b>0,46</b>	0,49	0,64	0,5	<b>0,5</b>	0,51	0,64
10	0,42	<b>0,43</b>	0,45	0,48	0,54	<b>0,55</b>	0,58	0,75
11	0,39	<b>0,40</b>	0,42	0,34	0,58	<b>0,59</b>	0,61	0,79
12	0,36	<b>0,35</b>	0,34	0,27	0,57	<b>0,58</b>	0,61	0,73
13	0,33	<b>0,32</b>	0,3	0,22	0,55	<b>0,55</b>	0,56	0,61
14	0,3	<b>0,29</b>	0,27	0,18	0,5	<b>0,5</b>	0,49	0,45
15	0,29	<b>0,28</b>	0,26	0,16	0,45	<b>0,45</b>	0,44	0,32
16	0,26	<b>0,25</b>	0,23	0,14	0,41	<b>0,4</b>	0,37	0,23
17	0,25	<b>0,23</b>	0,2	0,12	0,37	<b>0,36</b>	0,33	0,18

**Fuente.** Extraída de la tabla del ANEXO IV - Elaboración propia

Como se ve el factor de almacenamiento lo tenemos que calcular para cada hora del día, con la ecuación de carga radiante para las 6 de la mañana, tenemos:

Remplazando en la ecuación (27):

$$Q_{rad(v)}(SE) = 412 \times 9.36 \times 1.4556 \times 0.34 = 1.925,79 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{rad(v)}(NE) = 224 \times 9.60 \times 1.4556 \times 0.32 = 1.016,04 \text{ kcal/h}$$

Realizando este cálculo para cada hora del día, tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 18.** Carga radiante sobre las superficies acristaladas para Oficinas en dirección SE.

SE	OFICINAS Y RECEPCIÓN				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	9,36	412	0,343	1.925,79
7	1,4556	9,36	412	0,429	2.409,43
8	1,4556	9,36	412	0,479	2.690,09
9	1,4556	9,36	412	0,462	2.595,11
10	1,4556	9,36	412	0,429	2.409,43
11	1,4556	9,36	412	0,399	2.241,03
12	1,4556	9,36	412	0,354	1.986,20
13	1,4556	9,36	412	0,321	1.800,52
14	1,4556	9,36	412	0,291	1.632,12
15	1,4556	9,36	412	0,281	1.575,99
16	1,4556	9,36	412	0,251	1.407,59
17	1,4556	9,36	412	0,235	1.316,88

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar para determinar la carga radiante sobre toda superficie acristalada tenemos que realizar el mismo procedimiento para cada ambiente, orientación y hora del día, por lo que es un proceso largo y repetitivo se realizara solo para un ambiente, para los demás ambientes se muestran los resultados en el APÉNDICE B.

### 3.2.1.3. CÁLCULO DE FLUJO RADIANTE A TRAVÉS DE PAREDES

Como mencionamos en la teoría, el flujo de calor por radiación a cada pared está dado por la ecuación (11):

$$Q_{rad(p)} = U \times A \times \Delta T_{equiv}$$

El área y coeficiente global, lo tenemos tabulado en el APÉNDICE A.

La  $\Delta T_{equiv}$  la hallaremos con la ecuación (12):

$$\Delta T_{equiv} = a + \Delta T_{es} + b \times \frac{R_s}{R_m} \times (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

**Corrección de la diferencia equivalente de temperatura “a”**

Considerando que la temperatura exterior es a las 15 horas del mes considerado, tenemos:

$$\Delta T = T_{ext@15:00} - T_{int} = 18.1 - 22 = -3.9 [^{\circ}C]$$

$$\Delta T_{@24hrs} = 12.7 \text{ } ^{\circ}C \text{ (Variación de la temperatura exterior en 24 h, datos de diseño)}$$

Entrando a la tabla del ANEXO V con ambos valores tenemos:

$$a = -12.98 [^{\circ}C]$$

***Coefficiente de color de las paredes “b”***

$$b=0.78 \text{ Pared color medio (Gris)}$$

***Máxima insolación “Rs”, ecuación (13):***

$$R_s = (\text{max. aportación solar}) \times (\text{Fact. atm}) \times (\text{Fact. Altitud}) \\ \times (\text{Fact. pto. Rocio})$$

Los datos son los mismos hallados en el cálculo de carga radiante de ventanas.

- Máxima aportación solar (SE) =412 [kcal/h m<sup>2</sup>]
- Máxima aportación solar (NE) =224 [kcal/h m<sup>2</sup>]
- (Fact. atm) = 0.950
- (Fact. Altitud) = 1.095
- (Fact. pto. Rocio) = 1.3025

Remplazando en la ecuación (13), para las orientaciones consideradas:

$$R_s(SE) = 412 \times 0.95 \times 1.095 \times 1.3025 = 558.23 [kcal/h m^2]$$

$$R_s(NE) = 224 \times 0.95 \times 1.095 \times 1.3025 = 303.50 [kcal/h m^2]$$

***Máxima insolación “Rm” a 40°***

$R_m$  =Máxima insolación [kcal/h m<sup>2</sup>] De la tabla del ANEXO III a 40° Latitud Norte, en el mes de julio y la orientación de la pared, en este caso es SE y NE, con latitud Sur.

$$R_m(SE) = 344 [kcal/h m^2]$$

$$R_m(NE) = 339 [kcal/h m^2]$$

### ***Diferencia equivalente de temperatura en pared soleada y en sombra $\Delta T_{es}$ y $\Delta T_{em}$***

Para determinar se recurrirá a la tabla del ANEXO V, con el peso de la estructura para cada ambiente, latitud sur, orientación NE y SE y a cada hora del día.

$\Delta T_{es}$ =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para pared en sombra.

$\Delta T_{em}$ =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para pared soleada.

Por lo tanto, remplazando en la ecuación (12), tenemos la siguiente ecuación para el cálculo del calor a través de las paredes para cada ambiente:

$$\Delta T_{equiv} = -12.98 + \Delta T_{es} + 0.78 \times \frac{R_s}{R_m} \times (\Delta T_{em} - \Delta T_{es}) \quad (28)$$

### **Carga radiante por paredes para OFICINAS Y RECEPCIÓN**

Por lo tanto, para hallar la carga a través de paredes, tenemos los datos de U (coeficiente global) y A (área de la pared considerada), del APÉNDICE A.

- A=10.65 m<sup>2</sup>
- R=3.4985 m<sup>2</sup> K/W
- U=1/R= 0.2858 W/m<sup>2</sup> K = 0.2458 kcal/h m<sup>2</sup> °C
- Peso del ambiente: 673 kg/m<sup>2</sup> de piso

Los valores de  $R_s$  y  $R_m$ , para la orientación SE son:

$$R_s(SE) = 558.23 [kcal/h m^2]$$

$$R_m(SE) = 344 [kcal/h m^2]$$

Para el valor de  $\Delta T_{es}$  y  $\Delta T_{em}$  lo hallaremos interpolando de la tabla del ANEXO V, para cada hora del día:

**Tabla 19.** Diferencia de equivalente de temperatura para paredes de oficinas y recepción

HORA	SE $\Delta T_{em}$				SOMBRA $\Delta T_{es}$			
	300	500	673	700	300	500	673	700
06:00	-0,5	2,2	2,7	2,8	-1,7	0,5	0,5	0,5
07:00	-1,1	1,7	2,7	2,8	-1,7	0,5	0,5	0,5
08:00	-1,1	2,2	3,2	3,3	-2,2	0	0,0	0
09:00	2,8	2,2	3,2	3,3	-1,7	0	0,0	0

HORA	SE $\Delta T_{em}$				SOMBRA $\Delta T_{es}$			
	300	500	673	700	300	500	673	700
10:00	13,3	2,2	3,2	3,3	-1,1	0	0,0	0
11:00	12,2	5,5	3,6	3,3	-0,5	0	0,0	0
12:00	11,1	8,9	4,1	3,3	0	0	0,0	0
13:00	8,3	8,3	5,9	5,5	1,7	0,5	0,1	0
14:00	5,5	7,8	7,8	7,8	3,3	1,1	0,1	0
15:00	6,1	6,7	8,6	8,9	4,4	1,7	0,7	0,5
16:00	6,7	5,5	7,5	7,8	5,5	2,2	1,2	1,1
17:00	7,2	6,1	6,6	6,7	6,1	2,8	1,8	1,7
18:00	7,8	6,7	5,7	5,5	6,7	2,8	2,3	2,2
19:00	7,2	6,7	5,7	5,5	6,7	2,8	2,8	2,8
20:00	6,7	6,7	5,7	5,5	6,7	4,4	3,4	3,3
21:00	6,1	6,1	5,6	5,5	5,5	3,9	3,9	3,9
22:00	5,5	5,5	5,5	5,5	4,4	3,3	4,3	4,4
23:00	4,4	5	5,4	5,5	3,3	2,8	3,8	3,9
00:00	3,3	4,4	5,4	5,5	2,2	2,2	3,2	3,3
01:00	2,2	3,9	4,9	5	1,1	1,7	2,1	2,2
02:00	1,1	3,3	4,8	5	0,5	1,7	1,7	1,7
03:00	0,5	3,3	4,3	4,4	0	1,1	1,1	1,1
04:00	0	2,8	3,8	3,9	-0,5	1,1	1,1	1,1
05:00	-0,5	2,8	3,8	3,9	-1,1	0,5	0,5	0,5

Fuente. Extraída de la tabla del ANEXO V - Elaboración propia

Por lo tanto, teniendo todos los valores para cada orientación, podemos remplazar, en la ecuación (28) para las 6 de la mañana.

$$\Delta T_{equiv} = -12.98 + 0.5 + 0.78 \times \frac{558.23}{344} \times (2.719 - 0.5) = -9.67$$

Remplazando en la ecuación (11) para hallar la carga de calor:

$$Q_{rad(p)} (6:00 \text{ y } SE) = 0.2458 \times 10.65 \times -9.67 = -27.70 \text{ kcal/h}$$

De la misma manera como la carga a través de vidrio, se puede observar para determinar la carga sobre toda pared tenemos que realizar el mismo procedimiento para cada ambiente, orientación y hora del día, por lo que es un proceso largo y repetitivo que se lo realizará solo para un ambiente, para los demás ambientes se muestran los resultados en el APÉNDICE C.

### 3.2.1.4. CÁLCULO DE FLUJO RADIANTE A TRAVÉS DE TECHO

De la misma manera que el cálculo para una pared, para el techo se sigue el mismo procedimiento con la diferencia del uso de la tabla del ANEXO VI para hallar  $\Delta T_{em}$  y  $\Delta T_{es}$ , entonces la ecuación (11) y (12):

- Para el valor de “a” y “b” no cambiará, entonces:

$$a = -12.98 [^{\circ}C]$$

$$b=0.78 \text{ Techo color medio (Gris)}$$

**Máxima insolación “ $R_m$ ” a  $40^{\circ}$**

$$R_m = 631 [kcal/h m^2] \text{ (TECHO - HORIZONTAL)}$$

**Máxima insolación “ $R_s$ ” ecuación (13):**

Máxima aportación solar (TECHO) =723 [kcal/h m<sup>2</sup>]

$$R_s = 723 \times 0.95 \times 1.095 \times 1.3025 = 979.61 [kcal/h m^2] \text{ (TECHO)}$$

Reemplazando en (12):

$$\Delta T_{equiv} = -12.98 + \Delta T_{es} + 0.78 \times \frac{R_s}{R_m} \times (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

**Tabla 20.** Diferencia equivalente de temperatura para techo de oficinas y recepción

HORA	Soleado $\Delta T_{em}$	Sombra $\Delta T_{es}$
<b>PESO</b>	<b>400</b>	<b>300</b>
06:00	7,2	-1,7
07:00	6,7	-1,7
08:00	6,1	-1,1
09:00	6,1	-1,1
10:00	6,7	-1,1
11:00	7,2	-0,5
12:00	8,9	0
13:00	12,2	1,1
14:00	14,4	2,2
15:00	15,6	3,3
16:00	17,8	4,4
17:00	19,4	5

HORA	Soleado $\Delta Tem$	Sombra $\Delta Tes$
<b>PESO</b>	<b>400</b>	<b>300</b>
18:00	20,6	5,5
19:00	20,6	5,5
20:00	19,4	5,5
21:00	18,9	5
22:00	18,9	4,4
23:00	17,8	3,3
00:00	16,7	2,2
01:00	15	1,1
02:00	12,8	0,5
03:00	11,1	0
04:00	10	-0,5
05:00	7,8	-1,1

**Fuente.** Extraída de la tabla del ANEXO VI - Elaboración propia

Por lo tanto, para el cálculo se remplazará en las fórmulas con los datos obtenidos para los ambientes donde se tiene techo expuesto al exterior. El procedimiento es de la misma manera que se tiene para paredes por lo que se tiene tabulado los resultados en el APÉNDICE D.

### 3.2.1.5. DETERMINACIÓN DE LA MAYOR APORTACIÓN SOLAR

Para determinar la mayor aportación solar para el proyecto debemos tener en cuenta las cargas por las superficies acristaladas, paredes y techo para todas las orientaciones, de cada ambiente.

De acuerdo al análisis anterior, de hora por hora, necesitamos hallar la hora de mayor aportación solar del proyecto para determinar la máxima carga de calor a los ambientes. Por lo tanto, tenemos la siguiente tabla hora por hora para el día y el mes considerado.

**Tabla 21.** Mayor aportación solar de Oficinas y recepción

OFICINA Y RECEPCIÓN							
HORA	VENTANA	VENTANA	PARED	PARED	TECHO	TOTAL	TOTAL
	SE	NE	SE	NE	H	Kcal/h	W
01:00	0,00	0,00	-21,21	-53,86	0,00	-75,07	-87,28
02:00	0,00	0,00	-21,17	-54,72	0,00	-75,89	-88,24
03:00	0,00	0,00	-22,60	-58,67	0,00	-81,27	-94,49
04:00	0,00	0,00	-24,41	-64,13	0,00	-88,54	-102,94
05:00	0,00	0,00	-23,96	-62,16	0,00	-86,11	-100,12



OFICINA Y RECEPCIÓN							
HORA	VENTANA	VENTANA	PARED	PARED	TECHO	TOTAL	TOTAL
	SE	NE	SE	NE	H	Kcal/h	W
06:00	1.925,79	1.016,04	-27,70	-62,16	0,00	2.851,98	3.316,00
07:00	2.409,43	1.119,59	-27,94	-64,54	0,00	3.436,53	3.995,65
08:00	2.690,09	1.326,67	-25,75	-65,91	0,00	3.925,11	4.563,72
09:00	2.595,11	1.574,70	-25,75	-65,91	0,00	<b>4.078,16</b>	<b>4.741,66</b>
10:00	2.409,43	1.728,82	-25,75	-65,91	0,00	4.046,59	4.704,97
11:00	2.241,03	1.844,39	-24,14	-66,16	0,00	3.995,12	4.645,13
12:00	1.986,20	1.822,73	-22,47	-66,81	0,00	3.719,65	4.324,83
13:00	1.800,52	1.731,21	-15,92	-55,23	0,00	3.460,58	4.023,61
14:00	1.632,12	1.555,42	-9,01	-47,94	0,00	3.130,59	3.639,94
15:00	1.575,99	1.398,92	-6,49	-44,55	0,00	2.923,86	3.399,56
16:00	1.407,59	1.244,79	-10,97	-41,38	0,00	2.600,03	3.023,05
17:00	1.316,88	1.119,59	-14,59	-36,18	0,00	2.385,70	2.773,85
18:00	0,00	0,00	-18,39	-40,69	0,00	-59,08	-68,69
19:00	0,00	0,00	-18,78	-42,42	0,00	-61,20	-71,16
20:00	0,00	0,00	-19,27	-43,43	0,00	-62,70	-72,90
21:00	0,00	0,00	-19,91	-45,29	0,00	-65,20	-75,81
22:00	0,00	0,00	-20,47	-46,95	0,00	-67,42	-78,39
23:00	0,00	0,00	-20,34	-47,95	0,00	-68,28	-79,39
00:00	0,00	0,00	-20,17	-49,14	0,00	-69,31	-80,59
<b>Mayor aportación solar</b>						<b>4.078,16</b>	<b>4.741,66</b>

Fuente. Elaboración propia.

Procediendo de la misma manera para los demás ambientes, tenemos:

- OFICINAS Y RECEPCIÓN: 4.078,16 kcal/h = 4.741,66 W
- COMEDOR: 4.144,32 kcal/h = 4.818,59 W
- COCINA: 5.056,11 kcal/h = 5.878,73 W
- OFICINAS: 2.722,33 kcal/h = 3.165,25 W
- OFICINA TÉCNICA: 1.633,64 kcal/h = 1.899,43 W

### 3.2.1.6. TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE VENTANAS, PUERTAS, PAREDES, PISOS Y TECHOS

Como se mencionó en el acápite anterior tenemos transmisión de calor debido a la temperatura exterior, por lo tanto, teniendo dos temperaturas para verano e invierno, se realizará el cálculo para ambas temperaturas.

Como se mencionó en la teoría tenemos una diferencia de 3 a 5 °C para ambientes no acondicionados, por lo que nosotros tomaremos una diferencia de +/- 4°C. Donde para verano se tendrá -4°C y para invierno +4°C respecto de la temperatura exterior para ambientes colindantes no acondicionados, como ser pasillos y depósitos. Para ambientes colindantes acondicionados se considera que no hay transferencia de calor.

Utilizando la ecuación (14) de calor transmisión para paredes, pisos, techos, puertas y ventanas:

$$Q_{trans} = UA\Delta t = UA(T_e - T_i)$$

Entonces para el ambiente de oficinas y recepción, con la temperatura de verano, se tiene los siguientes datos:

- Pared exterior
- A=10.65 m<sup>2</sup>
- R=3.4985 m<sup>2</sup> K/W
- U=0.2885 W/m<sup>2</sup> K
- Text=18.1 °C
- Tint=22 °C

Remplazando:

$$Q = 0.2885 \times 10.65 \times (18.1 - 22) = -11.87 \text{ W}$$

Para el cálculo de pérdida de calor en invierno por piso se tomará en cuenta los siguientes datos:

- U=1.16 W/m<sup>2</sup> k
- Te=text+10=-5+10=5 °C

Por lo tanto, tenemos la siguiente tabla para el ambiente de oficinas y recepción:

**Tabla 22.** Carga de transmisión por paredes, techo, puertas y ventanas para verano.

OFICINAS DE ATENCIÓN Y RECEPCIÓN								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA	COEFICIENTE	Text	Tint	DT	Calor
		m2	TOTAL R [m2 K/W]	GLOBAL U [W/m2 K]				
SE	Pared ext.	10,65	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-11,87
	Puerta	4,56	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-46,24
	Ventana 0	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
NE	Pared ext.	25,78	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-28,74
	Ventana 1	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
	Ventana 2	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
SO	Pared int.	35,38	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
NO	Pared int.	15,69	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
	Puerta	4,32	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-88,74
H	Piso	84,18	0,5770	1,7331	18,1	22	0	0,00
H	Techo	84,18	0,5891	1,6975	18,1	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-321,61</b>

Fuente. Elaboración propia

Determinando de la misma manera para todos los cerramientos, tanto en invierno como en verano, donde se muestra las tablas en el APÉNDICE E.

### 3.2.2. CÁLCULO DE CARGAS INTERNAS

#### 3.2.2.1. GANANCIA POR OCUPANTES

Según la tabla del ANEXO IX tenemos una ganancia de calor por el número de personas, tanto en calor sensible como latente, por lo tanto, se realizará el cálculo con las siguientes ecuaciones (16) y (17):

$$Q_{sensible} = No. de personas \times Ganancia\ sensible$$

$$Q_{latente} = No. de personas \times Ganancia\ latente$$

Por lo tanto, tenemos la siguiente tabla de ganancias de calor debido a ocupantes:

**Tabla 23.** Ganancias por ocupantes

GANANCIA POR OCUPANTES						
PLANTA	AMBIENTE	No. Personas	GANANCIA		CALOR	
			Sensible	Latente	Sensible	Latente
			W/persona	W/persona	W	W
PLANTA 1	OFICINAS	11	70	45	770	495
	CAJA	1	70	45	70	45
	CASILLEROS HOMBRES	4	75	55	300	220
	CASILLEROS MUJERES	3	75	55	225	165
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	80	80	80	6400	6400
	COCINA	6	80	140	480	840
PLANTA 3	OFICINAS	14	70	45	980	630
	OFICINA TÉCNICA	1	70	45	70	45

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.2.2.2. GANANCIAS POR ALUMBRADO

Se utilizará el método de ASHRAE, que nos menciona una ganancia de calor por metro cuadrado de superficie ver ANEXO X.

La tabla utilizada está dada para edificios Verdes (Green Buildings), que es la tendencia de mejorar la eficiencia dentro de las nuevas construcciones, en nuestro caso no tenemos tal comisión, además de que actualmente se tiene un alumbrado debido a aparatos tecnológicos, por lo que se dará un factor de aumento del 30 % para ser más exactos en nuestros cálculos.

Ecuación (18):

$$Q_{sensible} = \text{Área de piso} \times \text{Ganancia calor [W/m}^2] \times \text{Factor}$$

Por lo tanto, tenemos la siguiente tabla resumen para todos los ambientes a tratar:

**Tabla 24.** Ganancias de calor debido al alumbrado

GANANCIA POR ALUMBRADO						
PLANTA	AMBIENTE	Área de piso	Ganancia		Calor	
			Sensible	Fac. adic.	Sensible	Sensible
		m2	W/m2	%	W	W
PLANTA 1	OFICINA Y RECEPCIÓN	82,50	12	30%	990,0	1287,0
	CAJERO	5,30	12	30%	63,6	82,7
	VESTIDOR HOMBRES	12,00	8,1	30%	97,2	126,4
	VESTIDOR MUJERES	6,80	8,1	30%	55,1	71,6
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	154,80	13,3	30%	2058,8	2676,5
	COCINA	57,10	13,1	30%	748,0	972,4
PLANTA 3	OFICINAS	81,00	12	30%	972,0	1263,6
	OFICINA TÉCNICA	15,40	18,4	30%	283,4	368,4

Fuente. Elaboración propia

### 3.2.2.3. GANANCIA POR APARATOS ELÉCTRICOS

Para estimar la carga de calor por aparatos eléctricos utilizaremos las tablas del ANEXO XI y para oficinas tenemos la siguiente tabla de aparatos eléctricos:

**Tabla 25.** Ganancia de calor sensible por aparatos eléctricos comunes.

EQUIPO	SENSIBLE
	W
Computadora	65
Monitor	70
Impresoras de escritorio	215
Impresoras de oficina pequeña	320
Impresoras de oficina grande	550
Televisor antiguo	300
Proyector	308
Calentador de café	
Cargador de celular	5
TV LED 55"	50
TV LCD 35"	48
TV LED 22"	25
Laptop 8 GB 16"	59
Computadora de escritorio	85
Tablet 16 GB	36

Fuente. Extraída de ASHRAE y Carrier - Elaboración propia

Como podemos observar los ambientes tendrán cargas sensibles y latentes, sin embargo, no todos los aparatos estarán funcionando a la vez por lo que se utilizarán un factor de uso de acuerdo al tipo de ambiente. Entonces:

$$Q_{sensible} = \sum Ganancias\ sensibles \times Factor\ Uso \quad (29)$$

$$Q_{latente} = \sum Ganancias\ latentes \times Factor\ Uso \quad (30)$$

Por lo tanto, tenemos la siguiente tabla de ganancias de calor por aparatos eléctricos para los ambientes a tratar:

**Tabla 26.** Ganancias de calor debido a aparatos eléctricos

GANANCIA POR APARATOS ELÉCTRICOS						
PLANTA	AMBIENTE	Ganancia		FU	Calor	
		Sensible	Latente		Sensible	Latente
		W	W	%	W	W
PLANTA 1	OFICINAS	1758,0	0,0	85%	1494,3	0,0
	CAJA	341,0	0,0	85%	289,9	0,0
	CASILLEROS HOMBRES	40,0	0,0	85%	34,0	0,0
	CASILLEROS MUJERES	30,0	0,0	85%	25,5	0,0
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	5415,6	1632,1	70%	3790,9	1142,5
	COCINA	2717,9	1443,1	70%	1902,5	1010,1
PLANTA 3	OFICINAS	2460,0	0,0	85%	2091,0	0,0
	OFICINA TÉCNICA	605,0	0,0	85%	514,3	0,0

Fuente. Elaboración propia

#### 3.2.2.4. GANANCIAS POR EQUIPOS Y FUGAS

Como se mencionó en la teoría se tomará una ganancia de 10% para carga sensible y 5% para carga latente.

#### 3.2.2.5. FACTOR POR SEGURIDAD DEL SISTEMA

Se tomará un factor de seguridad del 15% para cargas latentes y sensibles.

### 3.2.3. RESUMEN DE GANANCIAS DE CALOR

#### 3.2.3.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN EN VERANO

Para las cargas de refrigeración en verano se debe tener en cuenta todas las cargas anteriormente calculadas. Por lo tanto, tenemos el siguiente resumen por ambientes:

**Tabla 27.** Cargas de Refrigeración en verano

<b>OFICINA Y RECEPCIÓN</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	4.741,66	0,00	4.741,66	16.183,15
TRANSMISIÓN	-321,61	0,00	-321,61	-1.097,64
OCUPANTES	770,00	495,00	1.265,00	4.317,41
ALUMBRADO	1.287,00	0,00	1.287,00	4.392,49
APARATOS ELÉCTRICOS	1.494,30	0,00	1.494,30	5.100,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.971,36</b>	<b>495,00</b>	<b>8.466,36</b>	<b>28.895,41</b>
PERDIDAS	797,14	24,75	821,89	2.805,07
SUBTOTAL	8.768,49	519,75	9.288,24	31.700,48
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>10.083,76</b>	<b>597,71</b>	<b>10.681,48</b>	<b>36.455,55</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m<sup>2</sup></b>				<b>441,89</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,94</b>

<b>CAJERO</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-327,10	0,00	-327,10	-1.116,40
OCUPANTES	70,00	45,00	115,00	392,49
ALUMBRADO	82,68	0,00	82,68	282,18
APARATOS ELÉCTRICOS	289,85	0,00	289,85	989,25
<b>SUBTOTAL</b>	<b>115,43</b>	<b>45,00</b>	<b>160,43</b>	<b>547,53</b>
PERDIDAS	11,54	2,25	13,79	47,07
SUBTOTAL	126,97	47,25	174,22	594,60
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>146,01</b>	<b>54,34</b>	<b>200,35</b>	<b>683,79</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m<sup>2</sup></b>				<b>129,02</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,73</b>

<b>VESTIDOR HOMBRES</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-492,17	0,00	-492,17	-1.679,77
OCUPANTES	300,00	220,00	520,00	1.774,74
ALUMBRADO	126,36	0,00	126,36	431,26
APARATOS ELÉCTRICOS	34,00	0,00	34,00	116,04
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-31,81</b>	<b>220,00</b>	<b>188,19</b>	<b>642,28</b>
PERDIDAS	-3,18	11,00	7,82	26,69
SUBTOTAL	-34,99	231,00	196,01	668,97
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-40,24</b>	<b>265,65</b>	<b>225,41</b>	<b>769,31</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m<sup>2</sup></b>				<b>64,11</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>-0,18</b>

<b>VESTIDOR MUJERES</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-525,59	0,00	-525,59	-1.793,82
OCUPANTES	225,00	165,00	390,00	1.331,06
ALUMBRADO	71,60	0,00	71,60	244,38
APARATOS ELÉCTRICOS	25,50	0,00	25,50	87,03
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-203,48</b>	<b>165,00</b>	<b>-38,48</b>	<b>-131,35</b>
PERDIDAS	-20,35	8,25	-12,10	-41,29
SUBTOTAL	-223,83	173,25	-50,58	-172,64
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-257,41</b>	<b>199,24</b>	<b>-58,17</b>	<b>-198,54</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-29,20</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>4,43</b>

<b>COMEDOR/S. REUNIONES</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	4.818,59	0,00	4.818,59	16.445,70
TRANSMISIÓN	-5.169,93	0,00	-5.169,93	-17.644,80
OCUPANTES	6.400,00	6.400,00	12.800,00	43.686,01
ALUMBRADO	2.676,49	0,00	2.676,49	9.134,78
APARATOS ELÉCTRICOS	3.790,91	1.142,47	4.933,38	16.837,49
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12.516,07</b>	<b>7.542,47</b>	<b>20.058,54</b>	<b>68.459,17</b>
PERDIDAS	1.251,61	377,12	1.628,73	5.558,81
SUBTOTAL	13.767,67	7.919,60	21.687,27	74.017,98
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>15.832,82</b>	<b>9.107,54</b>	<b>24.940,36</b>	<b>85.120,68</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>549,88</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,63</b>

<b>COCINA</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	5.878,73	0,00	5.878,73	20.063,92
TRANSMISIÓN	-2.337,42	0,00	-2.337,42	-7.977,56
OCUPANTES	480,00	840,00	1.320,00	4.505,12
ALUMBRADO	972,41	0,00	972,41	3.318,82
APARATOS ELÉCTRICOS	1.902,55	1.010,14	2.912,69	9.940,91
<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.896,26</b>	<b>1.850,14</b>	<b>8.746,40</b>	<b>29.851,20</b>
PERDIDAS	689,63	92,51	782,13	2.669,40
SUBTOTAL	7.585,89	1.942,65	9.528,54	32.520,60
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>8.723,77</b>	<b>2.234,04</b>	<b>10.957,82</b>	<b>37.398,69</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>654,97</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,80</b>



<b>OFICINAS</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	3.165,25	0,00	3.165,25	10.802,88
TRANSMISIÓN	-592,65	0,00	-592,65	-2.022,68
OCUPANTES	980,00	630,00	1.610,00	5.494,88
ALUMBRADO	2.676,49	0,00	2.676,49	9.134,78
APARATOS ELÉCTRICOS	2.091,00	0,00	2.091,00	7.136,52
<b>SUBTOTAL</b>	<b>8.320,09</b>	<b>630,00</b>	<b>8.950,09</b>	<b>30.546,39</b>
PERDIDAS	832,01	31,50	863,51	2.947,13
SUBTOTAL	9.152,10	661,50	9.813,60	33.493,52
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>10.524,92</b>	<b>760,73</b>	<b>11.285,64</b>	<b>38.517,55</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>475,53</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,93</b>

<b>OFICINA TÉCNICA</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	1.899,43	0,00	1.899,43	6.482,69
TRANSMISIÓN	-139,10	0,00	-139,10	-474,74
OCUPANTES	70,00	45,00	115,00	392,49
ALUMBRADO	368,37	0,00	368,37	1.257,23
APARATOS ELÉCTRICOS	514,25	0,00	514,25	1.755,12
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.712,95</b>	<b>45,00</b>	<b>2.757,95</b>	<b>9.412,79</b>
PERDIDAS	271,29	2,25	273,54	933,60
SUBTOTAL	2.984,24	47,25	3.031,49	10.346,39
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>3.431,88</b>	<b>54,34</b>	<b>3.486,22</b>	<b>11.898,35</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>772,62</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>0,98</b>

Fuente. Elaboración propia

### 3.2.3.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN EN INVIERNO

Para las cargas de calefacción en invierno, como se mencionó antes, no se tomará en cuenta aquellas cargas de calor que generalmente son por fuentes internas, debido a que estas ayudan al sistema de calefacción. Por lo tanto, tenemos el siguiente resumen por cada ambiente:

**Tabla 28.** Cargas de calefacción en invierno

<b>OFICINA Y RECEPCIÓN</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-1.870,54	0,00	-1.870,54	-6.384,11
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-1.870,54</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.870,54</b>	<b>-6.384,11</b>
VARIOS	-187,05	0,00	-187,05	-638,41
SUBTOTAL	-2.057,60	0,00	-2.057,60	-7.022,52
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-2.366,24</b>	<b>0,00</b>	<b>-2.366,24</b>	<b>-8.075,90</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-97,89</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE</b>				<b>1,00</b>

<b>CAJERO</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-952,33	0,00	-952,33	-3.250,27
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-952,33</b>	<b>0,00</b>	<b>-952,33</b>	<b>-3.250,27</b>
PERDIDAS	-95,23	0,00	-95,23	-325,03
SUBTOTAL	-1.047,56	0,00	-1.047,56	-3.575,30
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-1.204,70</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.204,70</b>	<b>-4.111,59</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-775,77</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

<b>VESTIDOR HOMBRES</b>				
<b>CARGA</b>	<b>Sensible</b>	<b>Latente</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>W</b>	<b>BTU/H</b>
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-1.432,90	0,00	-1.432,90	-4.890,46
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-1.432,90</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.432,90</b>	<b>-4.890,46</b>
PERDIDAS	-143,29	0,00	-143,29	-489,05
SUBTOTAL	-1.576,19	0,00	-1.576,19	-5.379,50
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-1.812,62</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.812,62</b>	<b>-6.186,43</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-515,54</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

VESTIDOR MUJERES				
CARGA	Sensible	Latente	TOTAL	TOTAL
	W	W	W	BTU/H
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-1.530,20	0,00	-1.530,20	-5.222,51
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-1.530,20</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.530,20</b>	<b>-5.222,51</b>
PERDIDAS	-153,02	0,00	-153,02	-522,25
SUBTOTAL	-1.683,22	0,00	-1.683,22	-5.744,76
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-1.935,70</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.935,70</b>	<b>-6.606,48</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-971,54</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

COMEDOR/S. REUNIONES				
CARGA	Sensible	Latente	TOTAL	TOTAL
	W	W	W	BTU/H
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-15.690,88	0,00	-15.690,88	-53.552,50
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-15.690,88</b>	<b>0,00</b>	<b>-15.690,88</b>	<b>-53.552,50</b>
PERDIDAS	-1.569,09	0,00	-1.569,09	-5.355,25
SUBTOTAL	-17.259,97	0,00	-17.259,97	-58.907,75
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-19.848,97</b>	<b>0,00</b>	<b>-19.848,97</b>	<b>-67.743,91</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-437,62</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

COCINA				
CARGA	Sensible	Latente	TOTAL	TOTAL
	W	W	W	BTU/H
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-7.550,82	0,00	-7.550,82	-25.770,70
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-7.550,82</b>	<b>0,00</b>	<b>-7.550,82</b>	<b>-25.770,70</b>
PERDIDAS	-755,08	0,00	-755,08	-2.577,07
SUBTOTAL	-8.305,90	0,00	-8.305,90	-28.347,77
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-9.551,78</b>	<b>0,00</b>	<b>-9.551,78</b>	<b>-32.599,94</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-570,93</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

OFICINAS				
CARGA	Sensible	Latente	TOTAL	TOTAL
	W	W	W	BTU/H
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-3.729,89	0,00	-3.729,89	-12.729,99
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-3.729,89</b>	<b>0,00</b>	<b>-3.729,89</b>	<b>-12.729,99</b>
PERDIDAS	-372,99	0,00	-372,99	-1.273,00
SUBTOTAL	-4.102,88	0,00	-4.102,88	-14.002,99
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-4.718,31</b>	<b>0,00</b>	<b>-4.718,31</b>	<b>-16.103,44</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-198,81</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

OFICINA TÉCNICA				
CARGA	Sensible	Latente	TOTAL	TOTAL
	W	W	W	BTU/H
RADIACIÓN	0,00	0,00	0,00	0,00
TRANSMISIÓN	-881,55	0,00	-881,55	-3.008,69
OCUPANTES	0,00	0,00	0,00	0,00
ALUMBRADO	0,00	0,00	0,00	0,00
APARATOS ELÉCTRICOS	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-881,55</b>	<b>0,00</b>	<b>-881,55</b>	<b>-3.008,69</b>
PERDIDAS	-88,15	0,00	-88,15	-300,87
SUBTOTAL	-969,70	0,00	-969,70	-3.309,56
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>	<b>-1.115,16</b>	<b>0,00</b>	<b>-1.115,16</b>	<b>-3.805,99</b>
<b>FACTOR POR ÁREA Btu/h/m2</b>				<b>-247,14</b>
<b>FACTOR DE CALOR SENSIBLE (FCS)</b>				<b>1,00</b>

Fuente. Elaboración propia

### 3.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO

Como se mencionó la carga térmica no es la capacidad del equipo, para determinar la capacidad del equipo se debe aplicar psicrometría.

Para realizar el cálculo se utilizará la carta psicrométrica en la ciudad de El Alto, con el software de Elite Psychart.

#### 3.3.1. CALCULO DE CAUDAL DE AIRE EXTERIOR

Para realizar el cálculo de aire exterior se utilizará el estándar 62.1 de ASHRAE, que nos indica la calidad de aire exterior aceptable para ocupantes que minimiza los efectos

adversos a la salud (ANSI/ASHRAE Standar 62.1-2022, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality)<sup>56</sup>.

Para determinar el caudal necesario para ventilación se utilizará la ecuación (15):

$$V_{ex} = \frac{R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z}{E_z}$$

Las tasas de flujo serán extraídas del ANEXO VII, por lo tanto, tenemos la siguiente tabla resumen:

**Tabla 29.** Tasas mínimas de ventilación para el proyecto.

PLANTA	AMBIENTE	Área [m2]	No. Personas	Tasa de aire exterior			Caudal		ACH
		m2		Rp	Ra	Ez	L/s	m3/h	
PLANTA 1	OFICINA Y RECEPCIÓN	82,50	11	2,50	0,30	0,80	65,31	235,13	1
	CAJA	5,30	1	1,50	0,20	0,80	3,20	11,52	1
	VESTIDORES HOMBRES	12,00	4		1,25	0,80	18,75	67,50	2
	VESTIDORES MUJERES	6,80	3		1,25	0,80	10,63	38,25	2
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	154,80	80	3,80		0,80	380,00	1.368,00	3
	COCINA	57,10	6	0,90	3,50	0,80	256,56	923,63	6
PLANTA 3	OFICINAS	81,00	14	2,50	0,30	0,80	74,13	266,85	1
	OFICINA TÉCNICA	15,40	1	2,50	0,30	0,80	8,90	32,04	1

Fuente. Elaboración propia

### 3.3.2. PSICROMETRÍA DE LOS EQUIPOS

Para determinar la capacidad del equipo se utilizará psicrometría con la siguiente formula:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot (h_m - h_i) \quad (31)$$

Donde:

$\dot{Q}$ : Capacidad del equipo

m: Flujo masico de suministro [kg/h]

hm: Entalpia de mezcla [kJ/kg]

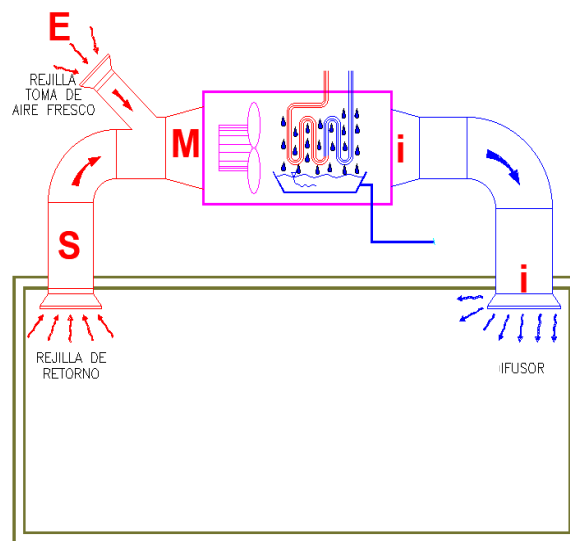
<sup>56</sup> (ANSI/ASHRAE, 2022)

hi: Entalpia de ingreso [kJ/kg]

Todos los ambientes tendrán, tres etapas del ingreso del aire:

- Aire exterior o toma de aire fresco (E)
- Retorno de aire del ambiente (S)
- Impulsión del aire al ambiente. (I)
- Punto M, mezcla de aire de retorno con aire exterior.

**Figura 45.** Condiciones de instalación de los ambientes



**Fuente.** (Escuela de Refrigeración del Perú, 2020)

Para determinar todas las condiciones del aire de suministro y la potencia del equipo de acondicionamiento de aire, se debe conocer los siguientes datos:

**Condiciones de diseño interiores y exteriores**, de acuerdo a los datos presentado en el acápite condiciones de diseño, se hallarán los demás parámetros psicrométricos del aire.

**Tabla 30.** Condiciones exteriores e interiores de diseño

CONDICIÓN	TBS	HR	TBH	W	v	h	$\rho$
	°C	%	°C	g/kg	m <sup>3</sup> /kg	KJ/kg	kg/m <sup>3</sup>
CONDICIONES EXTERIORES	18,10	20,88	5,70	4,40	1,38	29,50	0,725
CONDICIONES INTERIORES	22,00	50,00	14,30	13,70	1,42	57,10	0,704

**Fuente.** Elaboración propia Extraída del software Elyte

**Ganancias de calor latente y sensible del local**, obtenidos en el acápite de ganancias de calor, necesitamos las ganancias por ambiente con su factor de calor sensible (FCS).

**Aire exterior de ventilación**, según normativa hallado en el punto anterior, para cada ambiente.

**Tabla 31.** Perdida de calor de los ambientes y caudal de ventilación

PLANTA	Ambiente	Caudal Aire ext		Sensible	Latente	Total		FCS
		L/s	m3/h	W	W	W	Btu/h	FCS
PLANTA 1	OFICINAS Y RECEPCIÓN	65,31	235,13	10.083,76	597,71	10.681,48	36.455,55	0,944
	CAJA	3,20	11,52	146,01	54,34	200,35	683,79	0,729
	VESTIDORES HOMBRES	18,75	67,50	-40,24	265,65	225,41	769,31	-0,179
	VESTIDORES MUJERES	10,63	38,25	-257,41	199,24	-58,17	-198,54	4,425
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	380,00	1.368,00	15.832,82	9.107,54	24.940,36	85.120,68	0,635
	COCINA	256,56	923,63	8.723,77	2.234,04	10.957,82	37.398,69	0,796
PLANTA 3	OFICINAS	74,13	266,85	10.524,92	760,73	11.285,64	38.517,55	0,933
	OFICINA TÉCNICA	8,90	32,04	3.431,88	54,34	3.486,22	11.898,35	0,984

Fuente. Elaboración propia

Como se puede observar, para los ambientes Vestidores hombres y mujeres, tenemos un FCS, fuera de los rangos, debido a que la carga sensible es negativa, lo cual nos indica que estos ambientes no necesitan ser acondicionados con refrigeración.

**Flujo masico**, para determinar el flujo masico usaremos la siguiente ecuación:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{total\ sala}}{(h_{sala} - h_i)} \quad (32)$$

Donde:

$\dot{Q}_{total\ sala}$ : Ganancia de calor de la sala [kW]

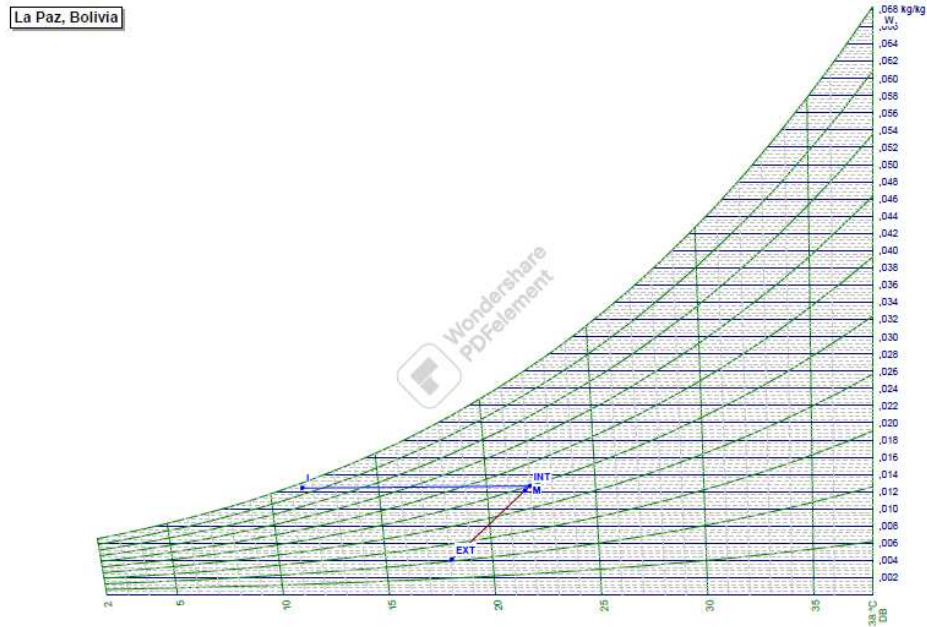
$h_{sala}$ : Entalpia de la sala (condiciones interiores) [kJ/kg]

$h_i$ : Entalpia de ingreso [kJ/kg]

Para determinar la entalpia de ingreso, graficaremos la línea de Factor de calor sensible en la carta psicrométrica a partir del punto PIVOT, con el valor de FCS de cada sala, e

interceptaremos una temperatura de ingreso tal que la humedad relativa sea de aproximadamente 80 al 95%<sup>57</sup>.

**Figura 46.** Carta psicrométrica para el ambiente Oficinas y Recepción



**Fuente.** Extraída del software Psychart

Para todo este proceso nos ayudaremos con el software PsyChart de Elite Software Development Inc. El cual nos ayudara a determinar todas las propiedades y procesos del aire con la carta psicrométrica.

Una vez graficado en la carta psicrométrica para cada ambiente, como se sabe teniendo solo dos datos psicrométricos podemos hallar los demás, por lo tanto, tenemos el siguiente resumen de los ambientes:

---

<sup>57</sup> (González Sierra, 2013)



**Tabla 32.** Condiciones psicrométricas a la salida del equipo (punto i)

CONDICIONES A LA SALIDA DEL EQUIPO							
AMBIENTE	TBS	HR	TBH	W	v	hi	ρ
	°C	%	°C	g/kg	m3/kg	KJ/kg	kg/m3
OFICINAS	11,5	95,61	11,05	12,415	1,244	42,96	0,804
CAJA	14	75,18	11,13	11,485	1,253	43,17	0,798
COMEDOR/S. REUNIONES	9	88,86	7,91	9,719	1,227	33,6	0,815
COCINA	10,5	94,74	9,97	11,493	1,237	39,61	0,808
OFICINAS	11,5	95,22	11,01	12,363	1,244	42,82	0,804
OFICINA TÉCNICA	12	93,84	11,35	12,598	1,246	43,93	0,803

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, el flujo masico para el primer ambiente será:

$$\dot{m}_i = \frac{\dot{Q}_{total\ sala}}{(h_{sala} - h_i)}$$

$$\dot{m}_i = \frac{10681.48}{(57.10 - 42.96)} \frac{3600}{1000} = 2719.47 \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

Procederemos de la misma manera para todos los ambientes.

**Porcentaje de aire exterior**, entonces, obtenido el flujo masico que manejara cada equipo. Podemos determinar el porcentaje de aire exterior (%AE) que ingresara a cada ambiente.

$$\%AE = \frac{\text{Flujo masico exterior}}{\text{Flujo masico total}} = \frac{m_e}{m_i} \quad (33)$$

Recordemos que el flujo masico, está relacionado con el flujo volumétrico, con la densidad.

**Punto de mezcla**, para determinar las propiedades del aire en el punto de mezcla, utilizaremos el porcentaje de aire exterior, temperatura exterior e interior, con la siguiente formula:

$$T_m = T_s + \%AE \times (T_e - T_s) \quad (34)$$

Por lo tanto, tabulados todos estos datos para cada ambiente tenemos:

**Tabla 33.** Condiciones psicrométricas para los ambientes.

PLANTA	Ambiente	m(e)	$\Delta h=hs-hi$	m(i)	%AE	Tm
		kg/h	KJ/kg	kg/h		°C
PLANTA 1	OFICINAS Y RECEPCIÓN	170,47	14,14	2.719,47	6,27%	21,76
	CAJA	8,35	13,93	51,78	16,1%	21,37
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	991,80	23,5	3.820,65	26,0%	20,99
	COCINA	669,63	17,49	2.255,47	29,7%	20,84
PLANTA 3	OFICINAS	193,47	14,28	2.845,12	6,8%	21,73
	OFICINA TÉCNICA	23,23	13,17	952,95	2,4%	21,90

Fuente. Elaboración propia

*Condiciones de mezcla*, con la temperatura de mezcla y el porcentaje de aire exterior, podemos determinar las condiciones de mezcla a cada ambiente:

**Tabla 34.** Condiciones de mezcla para el equipo (punto M)

CONDICIONES DE MEZCLA							
AMBIENTE	TBS	HR	TBH	W	v	hm	$\rho$
	°C	%	°C	g/kg	m3/kg	KJ/kg	kg/m3
OFICINAS Y RECEPCIÓN	21,76	48,94	13,99	12,128	1,288	52,77	0,776
CAJA	21,37	46,31	13,26	11,261	1,284	50,17	0,779
COMEDOR/S. REUNIONES	20,99	43,92	12,53	10,419	1,281	47,64	0,781
COCINA	20,84	42,94	12,23	10,087	1,280	46,65	0,781
OFICINAS	21,73	48,46	13,94	12,062	1,288	52,57	0,776
OFICINA TÉCNICA	21,9	49,44	14,25	12,440	1,289	53,71	0,776

Fuente. Elaboración propia

Estos parámetros se determinarán a partir del software de psicrometría, cada tabla y grafico psicrométrico de cada ambiente se encuentra en el APÉNDICE F.

Por lo tanto, podemos decir que, teniendo las condiciones de salida del serpentín del equipo, punto M, podemos calcular la capacidad del equipo.

### 3.3.3. CALCULO DE LA CAPACIDAD

#### 3.3.3.1. CAPACIDAD EN VERANO

Por lo tanto, con la ecuación (31), podemos determinar la capacidad de cada equipo para cada sala:

**Tabla 35.** Capacidad del equipo en verano

PLANTA	Ambiente	h(i)	m(i)	h(m)	Capacidad del equipo Verano		
		KJ/kg	kg/h	KJ/kg	KW	Btu/h	Btu/h/m2
PLANTA 1	OFICINAS Y RECEPCIÓN	42,96	2.719,47	52,77	7,41	25.292,01	306,57
	CAJA	43,17	51,78	50,17	0,10	343,61	64,83
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	33,60	3.820,65	47,64	14,90	50.855,08	328,52
	COCINA	39,61	2.255,47	46,65	4,41	15.053,56	263,64
PLANTA 3	OFICINAS	42,82	2.845,12	52,57	7,71	26.298,74	324,68
	OFICINA TÉCNICA	43,93	952,95	53,71	2,59	8.835,68	573,75

Fuente. Elaboración propia

### 3.3.3.2. CAPACIDAD EN INVIERNO

De la misma manera se hallará las capacidades de los equipos en invierno, con las excepciones de que tenemos que tener en cuentas los datos para esta temporada, es decir, condiciones exteriores y las cargas de calefacción. Por lo tanto, tenemos:

**Tabla 36.** Capacidad del equipo en invierno

PLANTA	Ambiente	Caudal de ingreso	T(m)	T(i)	Carga del equipo Invierno		
		L/s	°C	°C	KW	Btu/h	Btu/h/m2
PLANTA 1	OFICINAS Y RECEPCIÓN	577,00	18,10	28,30	4,30	14.675,77	177,89
	CAJA	91,00	19,00	33,50	1,00	3.412,97	643,96
	VESTIDORES HOMBRES	117,00	16,90	33,60	1,40	4.778,16	398,18
	VESTIDORES MUJERES	116,00	17,90	33,50	1,30	4.436,86	652,48
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	1.573,00	12,30	26,70	16,60	56.655,29	365,99
	COCINA	611,00	17,60	33,60	7,20	24.573,38	430,36
PLANTA 3	OFICINAS	565,00	17,20	33,40	6,70	22.866,89	282,31
	OFICINA TÉCNICA	168,00	19,40	29,70	1,30	4.436,86	288,11

Fuente. Elaboración propia

### 3.3.4. RESUMEN DE LA CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS SELECCIONADO

Una vez obtenida la carga del equipo nos dirigimos al catálogo del fabricante del sistema seleccionado, en nuestro caso un sistema VRF de Carrier, de acuerdo a la capacidad, caudal y tipo de ambiente elegimos el adecuado para nuestro proyecto.

Teniendo en cuenta las capacidades mayores ya sea invierno o verano y todos los puntos anteriores descritos, a continuación, se muestra la memoria de cálculo del sistema:

**Tabla 37.** Carga adoptada y selección del tipo de equipo.

PLANTA	AMBIENTE	Flujo de ventilador	Carga Calculada Frio	Carga Calculada Calor	Carga Adoptada Frio / Calor		
		L/s	kW	kW	kW	TR	BTU/H
PLANTA BAJA	OFICINAS Y RECEPCIÓN	577	7,41	4,3	8,00	2,28	27.303,75
	CAJA	91	0,10	1	2,40	0,68	8.191,13
	VESTIDORES HOMBRES	117	0,00	1,4	2,40	0,68	8.191,13
	VESTIDORES MUJERES	116	0,00	1,3	2,40	0,68	8.191,13
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	1573	14,90	16,6	18,00	5,12	61.433,45
	COCINA	611	4,41	7,2	8,00	2,28	27.303,75
PLANTA 3	OFICINAS	565	7,71	6,7	8,00	2,28	27.303,75
	OFICINA TÉCNICA	168	2,59	1,3	2,40	0,68	8.191,13
<b>TOTAL</b>			<b>37,12</b>	<b>39,80</b>	<b>51,60</b>	<b>14,68</b>	<b>176.109,22</b>

Fuente. Elaboración propia

### 3.4. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA VRF

Para dimensionar del sistema, es necesario recurrir a programas de cómputo de los fabricantes ya que es un largo proceso de selección de todos los componentes, incluyendo dimensiones de tubería, modelos de bifurcaciones, recuperadores de calor y el más importante el condensador, que es el equipo central del sistema, en nuestro caso nos apoyaremos en el software del fabricante Carrier.

Para ingresar al software detallaremos los siguientes pasos:

- Ingresar datos del proyecto, como nombre, lugar, etc.
- En el proceso de diseño realizamos el bosquejo de las unidades interiores y la caja de recuperación de calor. A la par seleccionamos el tipo de equipo a ser utilizado de acuerdo al tipo de ambiente.
- Con ayuda de la memoria de cálculo elegimos las unidades interiores con el tipo y la capacidad dimensionada, en el caso de que no haya sobredimensionar al más próximo.
- Seleccionamos las cajas de recuperación de calor de acuerdo a cuantas unidades interiores maneje.

- Elegir la unidad exterior, para nuestro caso es un modelo frio y calor, recuperador calor de tres tubos inverter.
- Realizamos la conexión de la tubería, ingresando longitudes de acuerdo al bosquejo realizado, así también ingresar las alturas de los equipos a partir de un nivel de referencia.

Una vez determinado todos los puntos el programa realizara el cálculo como dimensiones de la tubería, capacidad de la unidad exterior y verificara si cumple la instalación prevista.

Al final del documento se muestra el informe detallado del software el cual nos indica todos los detalles del sistema.

### Unidades interiores

**Tabla 38.** Selección del tipo y modelo de acondicionadores.

PLANTA	AMBIENTE	CAPACIDAD DEL EQUIPO			TIPO DE EQUIPO	MODELO
		KW	TR	BTU/H		
PLANTA BAJA	OFICINAS	8,00	2,28	27.303,75	DUCTO	42VD028H112011010
	CAJA	2,40	0,68	8.191,13	CASSETTE	40VX006H11200010
	VESTIDORES HOMBRES	2,40	0,68	8.191,13	CASSETTE	40VX006H11200011
	VESTIDORES MUJERES	2,40	0,68	8.191,13	CASSETTE	40VX006H11200012
PLANTA 2	COMEDOR/S. REUNIONES	18,00	5,12	61.433,45	DUCTO	42VD055H112011010
	COCINA	8,00	2,28	27.303,75	CASSETTE	40VK028H11200010
PLANTA 3	OFICINAS	8,00	2,28	27.303,75	DUCTO	42VD028H112011010
	OFICINA TÉCNICA	2,40	0,68	8.191,13	CASSETTE	40VX006H11200012
		<b>51,60</b>	<b>14,68</b>	<b>176.109,22</b>		

Fuente. Elaboración propia

### Unidad exterior

**Tabla 39.** Selección de la unidad exterior del sistema

PLANTA	AMBIENTE	CAPACIDAD DEL EQUIPO			TIPO DE EQUIPO	MODELO
		KW	TR	BTU/H		
PISO TÉCNICO	PISO TÉCNICO EXTERIOR	50,00	14,22	170.648,46	CONDENSADOR	38VF016T119010

Fuente. Elaboración propia

### **3.5. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS Y ACCESORIOS**

Para las unidades interiores tipo ducto se realizará el dimensionamiento de los ductos, rejillas y difusores.

#### **3.5.1. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS**

Para dimensionar los ductos de aire se realizará el siguiente procedimiento:

Con los planos arquitectónicos se realizará el trazado de los ductos de modo que sea simétrico para cualquier equipo y ubicando las rejillas lo mejor distribuidas posible para que se acomode a la arquitectura del ambiente.

Una vez realizado el trazado de los ductos calculamos el caudal que circula por cada ducto principal, ramal y difusor o rejilla, de acuerdo a los caudales de los equipos. Para el caudal de retorno restar el caudal exterior.

Por último, acotamos y enumeramos a cada punto donde hay cambio de sección y/o caudal.

Terminado el proceso se realiza el cálculo de las dimensiones del ducto con una caída de presión constante a partir del diagrama de Moody del ANEXO XII, para el cálculo seguir los pasos descritos en el acápite del marco teórico.

Por lo que tenemos un resumen para tres sistemas de ducto con su configuración en las siguientes tablas:

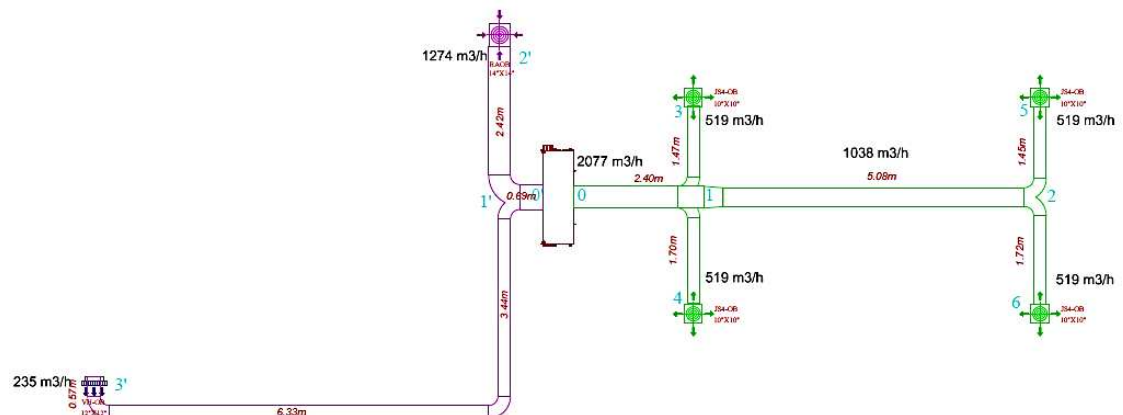
## SISTEMA 1:

**Tabla 40.** Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 1.

OFICINAS Y RECEPCIÓN											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Ducto
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	
0-1	Ducto Recto	2,400	2.077,20	0,448	4,00	0,144	0,429	0,300	0,525	1,075	300x525
	Reduccion			0,448							
1-2	Ducto Recto	5,080	1.038,60	0,448	3,36	0,086	0,331	0,300	0,300	2,276	300x300
	Tee	4,200		0,448						1,882	
1-3	Ducto Recto	1,470	519,30	0,448	2,83	0,051	0,255	0,250	0,225	0,659	250x225
	Codo 45	1,050		0,448						0,470	
1-4	Ducto Recto	1,700	519,30	0,448	2,50	0,058	0,271	0,250	0,225	0,762	250x225
	Codo 45	1,050		0,448						0,470	
2-5	Ducto Recto	1,450	519,30	0,448	2,50	0,058	0,271	0,250	0,225	0,650	250x225
2-6	Ducto Recto	1,720	519,30	0,448	2,50	0,058	0,271	0,250	0,225	0,771	250x225

Fuente. Elaboración propia

**Figura 47.** Configuración de ductos del sistema 1 de aire acondicionado



Fuente. Elaboración propia

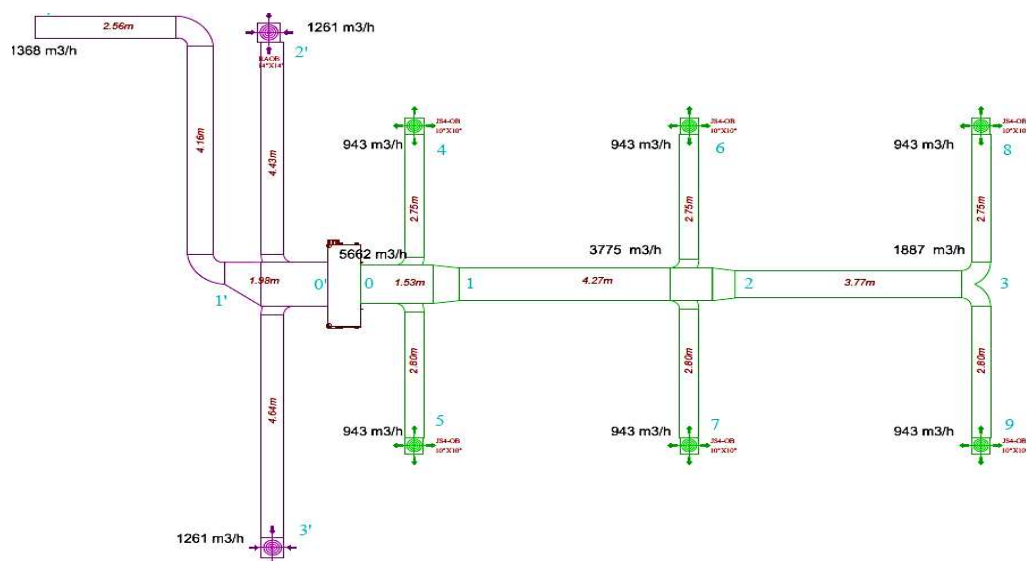
## SISTEMA 2:

**Tabla 41.** Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 2.

COMEDOR / SALA DE REUNIONES											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Ducto
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	
0-1	Ducto Recto	1,530	5.662,80	0,669	6,00	0,262	0,578	0,350	0,825	1,024	350x825
	Reducción			0,669						0,000	
1-2	Ducto Recto	4,270	3.775,20	0,669	5,43	0,193	0,496	0,350	0,600	2,857	350x600
	Reduccion			0,669						0,000	
2-3	Ducto Recto	3,770	1.887,60	0,669	4,58	0,114	0,382	0,350	0,350	2,522	350x350
	Tee	4,900		0,669						3,278	
1-4	Ducto Recto	2,750	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,840	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	
1-5	Ducto Recto	2,800	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,873	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	
2-6	Ducto Recto	2,750	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,840	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	
2-7	Ducto Recto	2,800	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,873	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	
3-8	Ducto Recto	2,750	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,840	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	
3-9	Ducto Recto	2,800	943,80	0,669	3,86	0,068	0,294	0,250	0,300	1,873	250x300
	Codo 45	0,875		0,669						0,585	

Fuente. Elaboración propia

**Figura 48.** Configuración de ductos del sistema 2 de aire acondicionado



Fuente. Elaboración propia



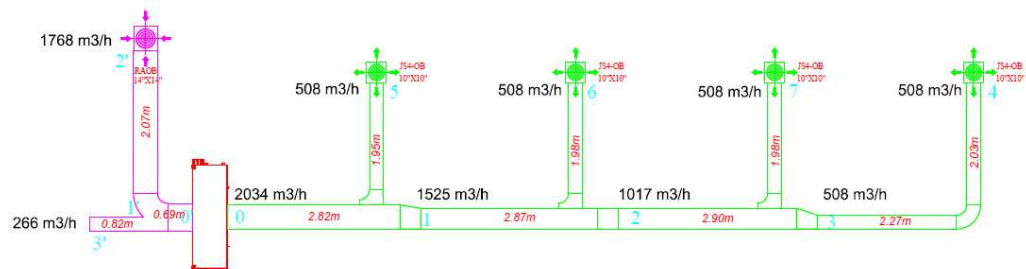
### SISTEMA 3

**Tabla 42.** Dimensionamiento de ductos de inyección del sistema 3.

OFICINAS											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Ducto
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	
0-1	Ducto Recto	2,820	2.034,00	0,454	4,00	0,141	0,424	0,300	0,500	1,280	300x500
	Reducción			0,454						0,000	
1-2	Ducto Recto	2,870	1.525,50	0,454	3,72	0,114	0,381	0,300	0,400	1,303	300x400
	Reduccion			0,454						0,000	
2-3	Ducto Recto	2,900	1.017,00	0,454	3,36	0,084	0,327	0,300	0,300	1,317	300x300
	Reduccion			0,454						0,000	
3-4	Ducto Recto	4,570	508,50	0,454	2,83	0,050	0,252	0,250	0,225	2,075	250x225
	Codo 90	1,575		0,454						0,715	
1-5	Ducto Recto	1,950	508,50	0,454	2,83	0,050	0,252	0,250	0,225	0,885	250x225
	Codo 45	1,575		0,454						0,715	
2-6	Ducto Recto	1,980	508,50	0,454	2,83	0,050	0,252	0,250	0,225	0,899	250x225
	Codo 45	1,575		0,454						0,715	
3-7	Ducto Recto	1,980	508,50	0,454	2,83	0,050	0,252	0,250	0,225	0,899	250x225
	Codo 45	1,575		0,454						0,715	

Fuente. Elaboración propia

**Figura 49.** Configuración de ductos del sistema 3 de aire acondicionado



Fuente. Elaboración propia

Para el sistema de retorno tenemos el mismo método de cálculo partiendo con los datos de aire exterior calculados previamente y con una velocidad para el ducto principal menor al de la inyección.

**Tabla 43.** Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 1.

<b>OFICINAS Y RECEPCIÓN</b>											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	0,690	2.077,20	0,321	3,50	0,165	0,458	0,300	0,600	0,221	300x600
1-2	Ducto Recto	2,420	1.274,00	0,321	3,09	0,114	0,382	0,300	0,400	0,777	300x400
	Codo 90	2,100		0,321						0,674	
1-3	Ducto Recto	10,340	235,00	0,321	2,02	0,032	0,203	0,150	0,225	3,319	150x225
	Codo 90	1,050		0,321						0,337	
	Codo 90	1,050		0,321						0,337	
	Codo 90	1,050		0,321						0,337	

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 44.** Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 2.

<b>COMEDOR Y SALA DE REUNIONES</b>											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	1,980	5.662,80	0,537	5,50	0,286	0,603	0,400	0,775	1,063	400x775
	Reduccion			0,537						0,000	
1-2	Ducto Recto	4,430	1.261,00	0,537	3,80	0,092	0,343	0,300	0,325	2,379	300x325
	Codo 90	1,050		0,537						0,564	
1-3	Ducto Recto	4,640	1.261,00	0,537	3,80	0,092	0,343	0,300	0,325	2,492	300x325
	Codo 90	1,050		0,537						0,564	
1-4	Ducto Recto	6,720	1.368,00	0,537	3,87	0,098	0,353	0,300	0,350	3,609	300x350
	Codo 90	2,100		0,537						1,128	
	Codo 90	2,100		0,537						1,128	

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 45.** Dimensionamiento de ductos de retorno del sistema 3.

<b>OFICINAS</b>											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	0,690	2.034,00	0,326	3,50	0,161	0,453	0,300	0,600	0,225	300x600
	Reduccion			0,326						0,000	
1-2	Ducto Recto	2,070	1.768,00	0,326	3,38	0,145	0,430	0,300	0,525	0,675	300x525
	Codo 90			0,326						0,000	
1-3	Ducto Recto	0,820	266,00	0,326	2,10	0,035	0,212	0,200	0,200	0,267	200x200

Fuente. Elaboración propia

### 3.5.2. DIMENSIONAMIENTO DE REJILLAS Y DIFUSORES

Con los cálculos previos realizados de velocidad y caudal en cada rejilla terminal, se dimensionan las rejillas y los difusores de cada trayectoria de ductos.

Para el dimensionamiento se tomará las hojas de procedimiento del proveedor Laminaire, el cual dicta de la siguiente manera:

- Compruebe los criterios de ruido máximo y la velocidad del cuello de la tabla correspondiente. Ver Fichas técnicas de rejillas.
- Determinar el CFM máximo por difusor, dividiendo el total requerido por el total de los difusores. También verifique la correcta  $\Delta T$  recomendado para varias alturas de techo.
- Consulte los gráficos de datos para el tamaño por patrón seleccionado en CFM requerido, pero sin exceder las cifras de los Pasos 1 y 2, escoja el tamaño para satisfacer el lanzamiento requerimiento de área a acondicionar.

De esa manera se realiza el dimensionamiento de las rejillas, los modelos que se utilizaran son LJS que son difusores de techo de 4 vías y LRA que son las rejillas de retorno.

**Tabla 46.** Selección de rejillas y difusores para inyección, retorno y toma de aire

INYECCIÓN								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Perdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Sistema 1	2,50	492,13	519,00	307,10	4	LJS 10x10	0,102	25,50
Sistema 2	3,86	759,84	943,80	558,46	6	LJS 12x12	0,265	66,25
Sistema 3	2,83	557,09	508,50	300,89	4	LJS 10x10	0,14	35,00
RETORNO								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Perdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Sistema 1	3,09	608,27	1274,00	753,85	1	LRA 16x16	0,060	15,00
Sistema 2	3,80	748,03	1261,00	746,15	2	LRA 14x14	0,083	20,75
Sistema 3	3,38	665,35	1768,00	1046,15	1	LRA 16x16	0,083	20,75

TOMA DE AIRE								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Pérdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Sistema 1	2,02	397,64	235,00	139,05	1	LRA 10x10	0,023	5,75
Sistema 2	3,87	761,81	1368,00	809,47	1	LRA 14x14	0,115	28,75
Sistema 3	2,10	413,39	266,00	157,40	1	LRA 10x10	0,038	9,50

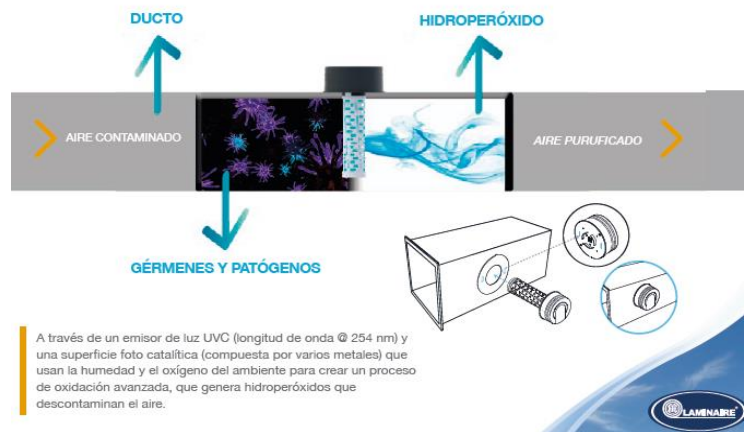
Fuente. Elaboración propia

### 3.5.3. DISPOSITIVO DE DESINFECCIÓN DEL AIRE

Para tener una mejor calidad del aire, se realizará la instalación de un dispositivo de desinfección UV mediante fotocatalisis, estos dispositivos son modernos y de fácil instalación a los equipos propuestos en el proyecto.

La Unidad de Tratamiento Oxidativa UTO, es un purificador de aire con nanotecnología que ofrece la oxidación avanzada, desactivando virus, bacterias, gérmenes, hongos, y compuestos orgánicos volátiles.

Figura 50. Dispositivo de desinfección UTO



Fuente. Laminaire

Para la selección del dispositivo se la realiza por el caudal de suministro de los equipos, con la siguiente tabla que nos proporciona el fabricante LAMINAIRE:

**Tabla 47.** Tabla de selección UTO

<b>MODELO</b>	<b>CAUDAL MAX (CFM)</b>	<b>ÁREA APROX (m2)</b>
UTO 600	2000	75
UTO 600 +	3000	100
UTO 900	6500	200
UTO 900 +	8000	300
UTO 1400	12000	400
UTO 1400 +	16000	600

**Fuente.** Catalogo Laminaire

Para los sistemas de aire mediante una red de ductos tenemos el siguiente caudal:

**Tabla 48.** Caudal para los sistemas tipo ducto

<b>SISTEMA</b>	<b>m3/h</b>	<b>CFM</b>
Sistema 1	2077	1229
Sistema 2	5662	3350
Sistema 3	2034	1203

**Fuente.** Elaboración propia

Por lo que para los Fancoils vamos a utilizar el modelo **UTO 600+**

Para los sistemas de aire sin red de ductos, según el fabricante tenemos un caudal de 400 CFM/TR, por lo tanto:

**Tabla 49.** Caudal para los sistemas de tipo cassette

<b>AMBIENTE</b>	<b>Capacidad TR</b>	<b>CFM</b>
Caja	0.68	272
Vestidor H	0.68	272
Vestidor M	0.68	272
Cocina	2.28	912
Oficina tec	0.68	272

**Fuente.** Elaboración propia

Por lo que para los Cassettes utilizaremos el modelo **UTO 600**

#### **3.5.4. FILTRACIÓN DEL AIRE**

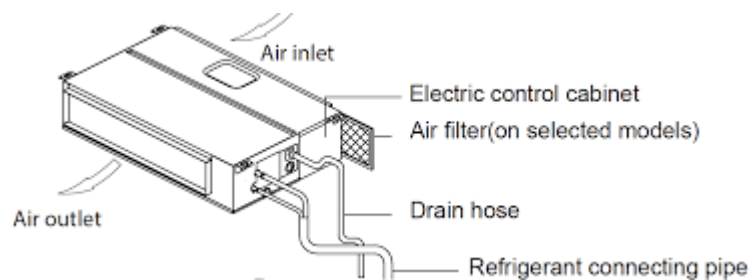
Según la ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering), en su capítulo HVAC, menciona el tipo de filtración para el tipo de aplicación de equipos y nivel de aire contaminado.

Donde menciona que existen 4 niveles de filtración, en donde en nuestro caso entramos en un nivel II llamado Filtros Intermedios “Para proteger el serpentín y ventilador del equipo y al personal. Un MERV 14 (EN F8) filtro es recomendado”<sup>58</sup>

Por lo tanto, para los equipos tipo fancoil, donde tenemos inyección de aire necesitaremos, un filtro de aire **MERV 14** o **EN778 F8**.

Estos filtros vienen incluidos en los fancoils, por lo que se debe solicitar al proveedor de los equipos el tipo de filtro.

**Figura 51.** Esquema de partes del equipo fancoil



**Fuente.** Manual Carrier

## 3.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

### 3.6.1. CAUDAL DE VENTILACIÓN

Como mencionamos anteriormente, los ambientes que necesitan ventilación son baños, duchas y vestidores.

Para determinar el caudal de ventilación de los ambientes se tomará en cuenta la norma de ASHRAE 62.1, de la misma manera que se realizó el cálculo de toma de aire exterior para los equipos de aire acondicionado se utilizara la ecuación (15) y el ANEXO VIII:

Donde se tiene el siguiente resumen de cálculo de los ambientes:

---

<sup>58</sup> (ISPE, 2009)

**Tabla 50.** Caudal de ventilación para los baños, duchas y vestidores, de acuerdo ASHRAE.

PLANTA	AMBIENTE	Área	Alto	Volumen	No. Personas/ Aparatos	Tasa de aire exterior				Caudal		ACH
		m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>		Rp	Ra	Ez	Ex	L/s	m <sup>3</sup> /h	
PLANTA 1	VESTIDORES HOMBRES	12,00	2,7	32,40	4		1,25	0,8		18,75	67,50	2
	VESTIDORES MUJERES	6,80	2,7	18,36	3		1,25	0,8		10,63	38,25	2
	DUCHAS HOMBRES	15,60	2,7	42,12	5			0,8	25	125,00	450,00	11
	DUCHAS MUJERES	10,30	2,7	27,81	3			0,8	25	75,00	270,00	10
	BAÑO HOMBRES	24,60	2,7	66,42	6			0,8	35	210,00	756,00	11
	BAÑO MUJERES	15,70	2,7	42,39	4			0,8	35	140,00	504,00	12
	BAÑO DISCAPAC.	5,00	2,7	13,50	1			0,8	35	35,00	126,00	9
PLANTA 2	BAÑO MUJERES	11,60	2,7	31,32	3			0,8	35	105,00	378,00	12
	BAÑO HOMBRES	13,50	2,7	36,45	5			0,8	35	175,00	630,00	17

Fuente. Elaboración propia

### 3.6.2. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS Y ACCESORIOS

#### 3.6.2.1. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS DE AIRE

De la misma manera que los ductos de aire acondicionado, realizaremos el cálculo de los ductos y accesorios del sistema de ventilación, a continuación, se muestra el resumen en las siguientes tablas:

#### SISTEMA 1

**Tabla 51.** Dimensionamiento de ductos para duchas y vestidores

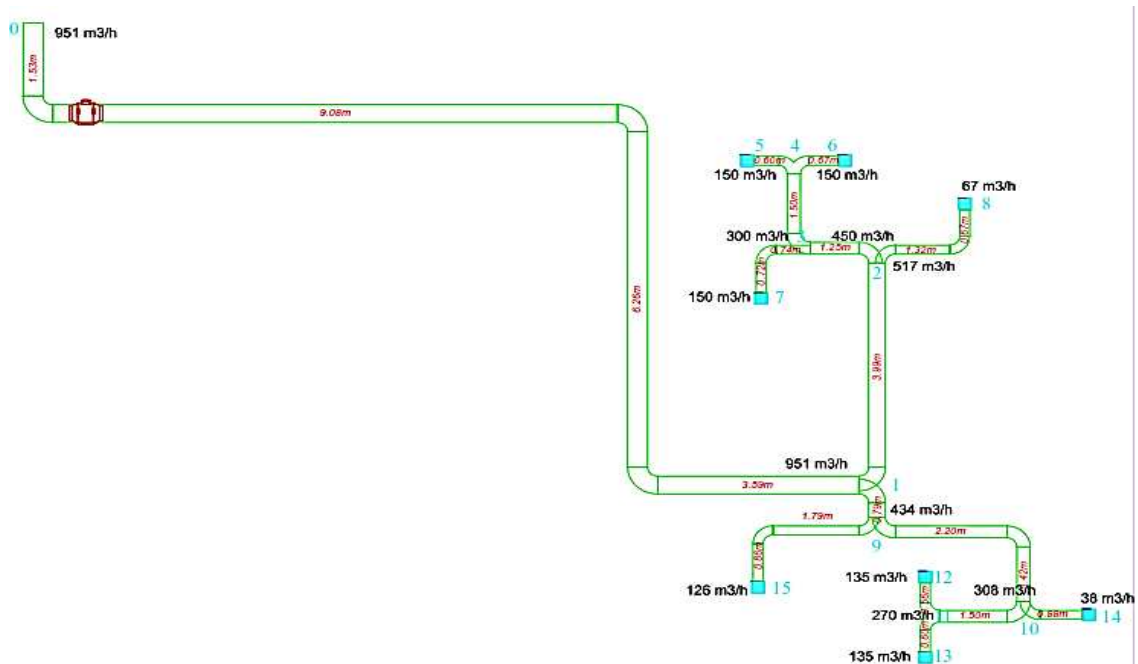
PLANTA 1 - DUCHAS Y VESTIDORES (SISTEMA 1)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	20,460	951,75	0,975	4,50	0,059	0,274	0,250	0,250	19,949	250x250
	Codo 90	1,750		0,975						1,706	
	Codo 90	1,750		0,975						1,706	
	Codo 90	1,750		0,975						1,706	
	Tee	3,500		0,975						3,413	

PLANTA 1 - DUCHAS Y VESTIDORES (SISTEMA 1)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
1-2	Ducto Recto	3,990	517,50	0,975	3,85	0,037	0,218	0,200	0,200	3,890	200x200
	Tee	2,800		0,975						2,730	
2-3	Ducto Recto	1,250	450,00	0,975	3,73	0,034	0,207	0,200	0,175	1,219	200x175
3-4	Ducto Recto	1,500	300,00	0,975	3,36	0,025	0,178	0,150	0,175	1,463	150x175
	Codo 90	1,050		0,975						1,024	
	Tee	2,100		0,975						2,048	
4-5	Ducto Recto	0,600	150,00	0,975	2,81	0,015	0,137	0,150	0,100	0,585	150x100
4-6	Ducto Recto	0,670	150,00	0,975	2,81	0,015	0,137	0,150	0,100	0,653	150x100
3-7	Ducto Recto	1,460	150,00	0,975	2,81	0,015	0,137	0,150	0,100	1,424	150x100
	Codo 90	1,050		0,975						1,024	
2-8	Ducto Recto	1,990	67,50	0,975	2,30	0,008	0,102	0,100	0,100	1,940	100x100
	Codo 90	0,700		0,975						0,683	
1-9	Ducto Recto	0,790	434,25	0,975	3,69	0,033	0,204	0,200	0,175	0,770	200x175
	Tee	2,800		0,975						2,730	
9-10	Ducto Recto	3,620	308,25	0,975	3,38	0,025	0,180	0,175	0,150	3,530	175x150
	Codo 90	1,225		0,975						1,194	
	Tee	2,450		0,975						2,389	
10-11	Ducto Recto	1,500	270,00	0,975	3,28	0,023	0,171	0,175	0,150	1,463	175x150
	Tee	2,450		0,975						2,389	
11-12	Ducto Recto	0,560	135,00	0,975	2,73	0,014	0,132	0,150	0,100	0,546	150x100
11-13	Ducto Recto	0,600	135,00	0,975	2,73	0,014	0,132	0,150	0,100	0,585	150x100
10-14	Ducto Recto	0,880	38,50	0,975	1,98	0,005	0,083	0,100	0,100	0,858	100x100
9-15	Ducto Recto	2,650	126,00	0,975	2,70	0,013	0,129	0,150	0,100	2,584	150x100
	Codo 90	1,050		0,975						1,024	

Fuente. Elaboración propia



**Figura 52.** Configuración de ductos del sistema 1 de Ventilación.



Fuente. Elaboración propia

## SISTEMA 2

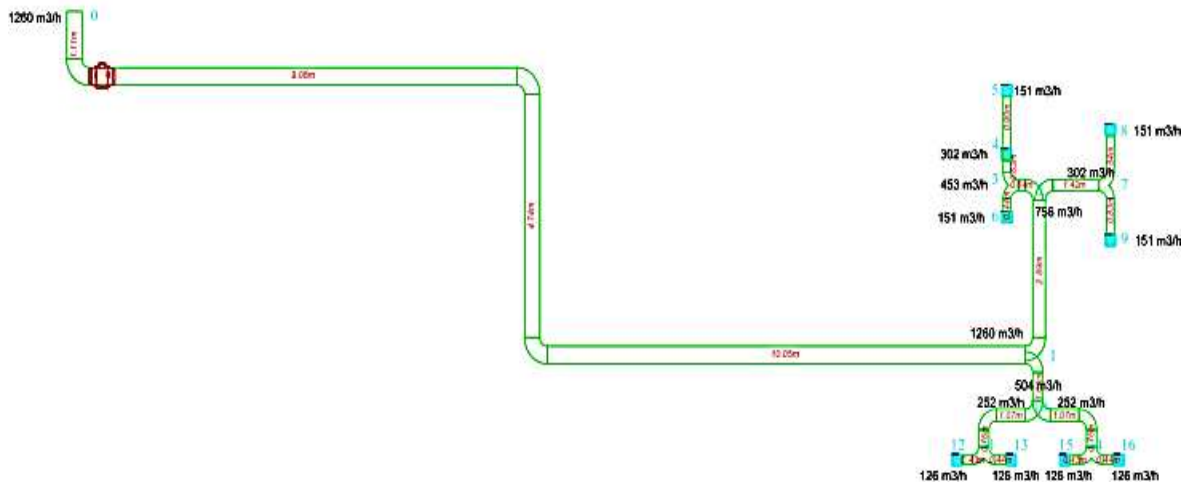
**Tabla 52.** Dimensionamiento de ductos para baños de planta 1.

PLANTA 1 - BAÑOS HOMBRES Y MUJERES (SISTEMA 2)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	24,980	1.260,00	0,818	4,50	0,078	0,315	0,300	0,275	20,434	300x275
	Codo 90	2,100		0,818						1,718	
	Codo 90	2,100		0,818						1,718	
	Codo 90	2,100		0,818						1,718	
	Tee	4,200		0,818						3,436	
1-2	Ducto Recto	2,890	756,00	0,818	3,96	0,053	0,260	0,250	0,225	2,364	250x225
	Tee	3,500		0,818						2,863	
2-3	Ducto Recto	0,640	453,60	0,818	3,48	0,036	0,215	0,200	0,200	0,524	200x200
	Tee	2,800		0,818						2,290	
3-4	Ducto Recto	0,630	302,40	0,818	3,14	0,027	0,185	0,200	0,150	0,515	200x150
	Reducción			0,818						0,000	
4-5	Ducto Recto	0,900	151,20	0,818	2,63	0,016	0,143	0,150	0,125	0,736	150x125

PLANTA 1 - BAÑOS HOMBRES Y MUJERES (SISTEMA 2)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
3-6	Ducto Recto	0,440	151,20	0,818	2,63	0,016	0,143	0,150	0,125	0,360	150x125
2-7	Ducto Recto	1,420	302,40	0,818	3,14	0,027	0,185	0,200	0,150	1,162	200x150
	Tee	2,800		0,818						2,290	
7-8	Ducto Recto	0,840	151,20	0,818	2,63	0,016	0,143	0,150	0,125	0,687	150x125
7-9	Ducto Recto	0,830	151,20	0,818	2,63	0,016	0,143	0,150	0,125	0,679	150x125
1-10	Ducto Recto	1,030	504,00	0,818	3,57	0,039	0,223	0,200	0,200	0,843	200x200
	Tee	2,800		0,818						2,290	
10-11	Ducto Recto	1,830	252,00	0,818	2,99	0,023	0,173	0,150	0,175	1,497	150x175
	Codo 90	1,050		0,818						0,859	
	Tee	2,100		0,818						1,718	
11-12	Ducto Recto	0,430	126,00	0,818	2,51	0,014	0,133	0,150	0,100	0,352	150x100
11-13	Ducto Recto	0,440	126,00	0,818	2,51	0,014	0,133	0,150	0,100	0,360	150x100
10-14	Ducto Recto	1,830	252,00	0,818	2,99	0,023	0,173	0,150	0,175	1,497	150x175
	Codo 90	1,050		0,818						0,859	
	Tee	2,100		0,818						1,718	
14-15	Ducto Recto	0,430	126,00	0,818	2,51	0,014	0,133	0,150	0,100	0,352	150x100
14-16	Ducto Recto	0,440	126,00	0,818	2,51	0,014	0,133	0,150	0,100	0,360	150x100

Fuente. Elaboración propia

**Figura 53.** Configuración de ductos del sistema 2 de ventilación.



Fuente. Elaboración propia

### SISTEMA 3

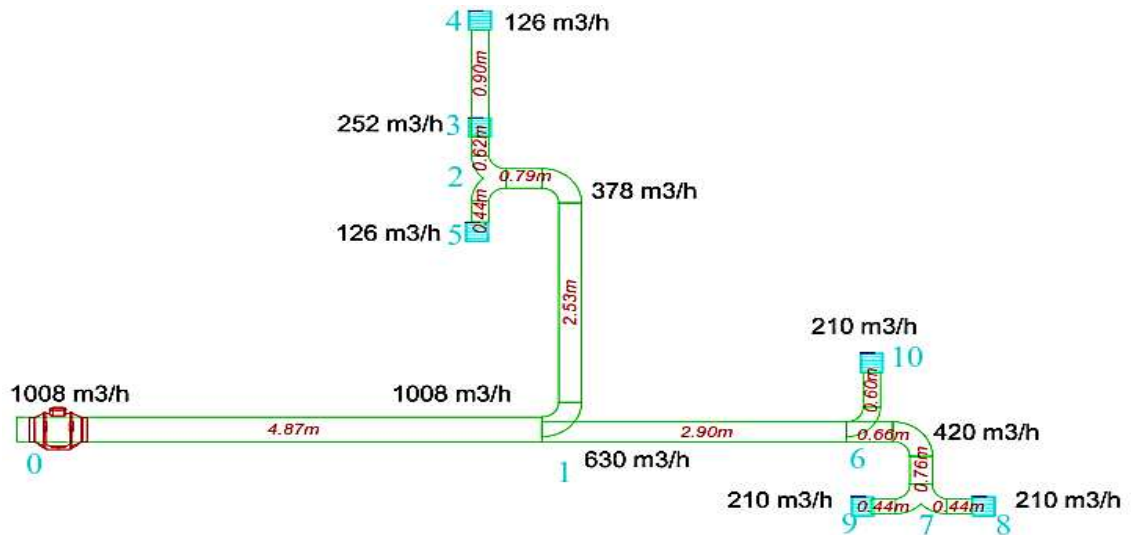
**Tabla 53.** Dimensionamiento de ductos para baños de planta 2.

PLANTA 2 BAÑOS HOMBRES Y MUJERES (SISTEMA 3)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	7,870	1.008,00	0,700	4,00	0,070	0,299	0,300	0,250	5,509	300x250
	Derivacion	0,000		0,700						0,000	
1-2	Ducto Recto	3,320	378,00	0,700	3,12	0,034	0,207	0,200	0,175	2,324	200x175
	Codo 90	1,400		0,700						0,980	
	Codo 90	1,400		0,700						0,980	
	Tee	2,800		0,700						1,960	
2-3	Ducto Recto	0,620	252,00	0,700	2,82	0,025	0,178	0,150	0,175	0,434	150x175
	Reduccion	0,000		0,700						0,000	
3-4	Ducto Recto	0,900	126,00	0,700	2,36	0,015	0,137	0,150	0,100	0,630	150x100
2-5	Ducto Recto	0,440	126,00	0,700	2,36	0,015	0,137	0,150	0,100	0,308	150x100
1-6	Ducto Recto	2,900	630,00	0,700	3,55	0,049	0,251	0,250	0,200	2,030	250x200
	Derivación	1,750		0,700						1,225	
6-7	Ducto Recto	1,420	420,00	0,700	3,21	0,036	0,215	0,200	0,200	0,994	200x200
	Codo 90	1,400		0,700						0,980	
	Codo 90	1,400		0,700						0,980	

PLANTA 2 BAÑOS HOMBRES Y MUJERES (SISTEMA 3)											
Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
	Tee	2,800		0,700						1,960	
7-8	Ducto Recto	0,440	210,00	0,700	2,69	0,022	0,166	0,150	0,150	0,308	150x150
7-9	Ducto Recto	0,440	210,00	0,700	2,69	0,022	0,166	0,150	0,150	0,308	150x150
6-10	Ducto Recto	0,600	210,00	0,700	2,69	0,022	0,166	0,150	0,150	0,420	150x150
	Codo 90	1,050		0,700						0,735	

Fuente. Elaboración propia

Figura 54. Configuración de ductos del sistema 3 de ventilación.



Fuente. Elaboración propia

### 3.6.2.2. RUTA CRITICA

La ruta crítica, se define como el trayecto desde la salida del ventilador hasta la rejilla con mayor pérdida de presión, generalmente la más alejada.

Definiremos tres rutas críticas para nuestros tres sistemas:

Pérdida de presión en el sistema 1: Ruta 0-1, 1-9, 9-10, 10-11, 11-12

De la tabla 49  $\Delta P = 43.49 Pa$

Pérdida de presión en el sistema 2: Ruta 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5

De la tabla 50  $\Delta P = 38.31 Pa$

Pérdida de presión en el sistema 3: Ruta 0-1, 1-6, 6-7, 7-8,

De la tabla 51  $\Delta P = 13.99 Pa$

### 3.6.2.3. CÁLCULO DE REJILLAS Y DIFUSORES

De la misma manera que se realizó para los sistemas de aire acondicionado, el dimensionamiento se realizara con las tablas del proveedor Laminaire, según el fabricante nos indica que los productos tipo LRA son para sistemas de extracción, por lo que se usará dichos modelos.

**Tabla 54.** Selección de rejillas para el sistema de ventilación.

Sistema 1								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Pérdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Rejilla de expulsión	4,23	832,68	951,75	563,17	1	LRA 12x12	0,115	28,75
Duchas H	2,81	553,15	150,00	88,76	3	LRA 6x6	0,060	15,00
Vestidores H	2,30	452,76	67,50	39,94	1	LRA 6x6	0,038	9,50
Duchas M	2,73	537,40	135,00	79,88	2	LRA 6x6	0,038	9,50
Vestidores M	1,98	389,76	38,50	22,78	1	LRA 6x6	0,038	9,50
Baño Discapacitados	2,70	531,50	126,00	74,56	1	LRA 6x6	0,038	9,50
Sistema 2								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Pérdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Rejilla de expulsión	4,24	834,65	1260,00	745,56	1	LRA 14x14	0,147	36,75
Baños H	2,63	517,72	151,20	89,47	5	LRA 6x6	0,038	9,50
Baños M	2,51	494,09	126,00	74,56	4	LRA 6x6	0,038	9,50
Sistema 3								
Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Pérdida Presión	
	m/s	fpm	m3/h	cfm			inH2O	Pa
Rejilla de expulsión	3,73	734,25	1008,00	596,45	1	LRA 14x14	0,147	36,75
Baños M	2,36	464,57	126,00	74,56	3	LRA 6x6	0,038	9,50
Baños H	2,69	529,53	210,00	124,26	3	LRA 6x6	0,060	15,00

Fuente. Elaboración propia

### 3.6.2.4. PÉRDIDA DE PRESIÓN TOTAL DEL SISTEMA

La pérdida de presión total de cada sistema será la suma de la caída de presión en el ducto, accesorios y rejillas.

Sistema 1:  $\Delta P = 43.49 + 28.75 + 9.5 Pa = 81.74 Pa$

Sistema 2:  $\Delta P = 38.31 + 36.75 + 9.5 Pa = 84.56 Pa$

Sistema 3:  $\Delta P = 13.99 + 36.75 + 15.0 Pa = 65.74 Pa$

### 3.6.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN

Como se mencionó en el capítulo dos, para realizar la selección de equipos de ventilación es necesario tener en cuenta dos factores, el caudal y la pérdida de presión en el sistema.

En el proyecto los equipos que se adaptan de mejor manera son los extractores en línea para conductos, y se seleccionará con el fabricante Sodeca.

Por lo que tenemos los siguientes datos para cada sistema de ventilación:

Sistema 1:  $Q = 951.75 m^3/h$        $\Delta P = 81.74 Pa$

Sistema 2:  $Q = 1,260.00 m^3/h$        $\Delta P = 84.56 Pa$

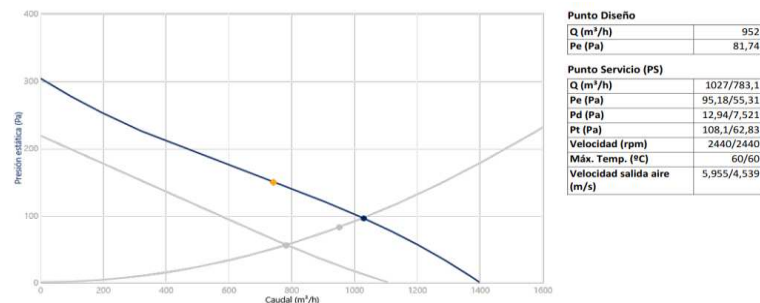
Sistema 3:  $Q = 1,008.00 m^3/h$        $\Delta P = 65.74 Pa$

Para seleccionar los equipos se recurrirá a la curva característica de los equipos.

En nuestro caso haremos uso del software de SODECA para dimensionar el equipo.

**Sistema 1**, el modelo sugerido es NEOLINEO 250.

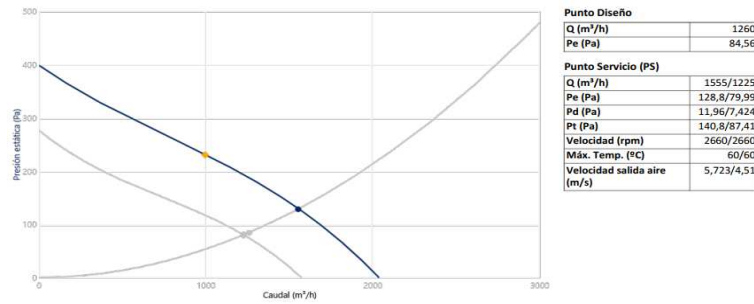
**Figura 55.** Curva característica y selección del ventilador del sistema 1



Fuente. Software Sodeca

**Sistema 2**, el modelo sugerido es NEOLINEO 315

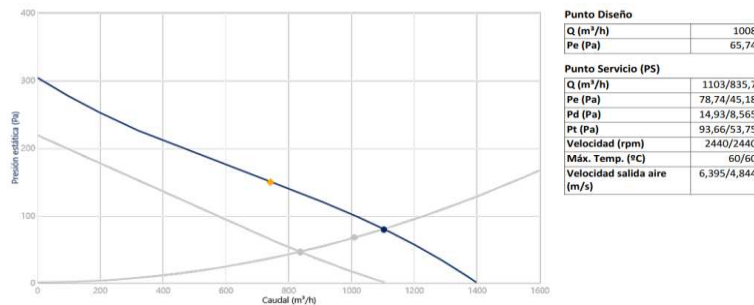
**Figura 56.** Curva característica y selección del ventilador del sistema 2



Fuente. Software Sodeca

**Sistema 3**, el modelo sugerido es NEOLINEO 250

**Figura 57.** Curva característica y selección del ventilador del sistema 3



Fuente. Software Sodeca

### 3.6.4. CÁLCULO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

Un sistema de ventilación adecuado debe extraer e inyectar el aire en la misma cantidad de volumen.

Para nuestro caso el sistema de inyección se realizará mediante rejillas ubicadas en las puertas a nivel del piso, que las llamaremos rejillas de toma de aire.

El cálculo se lo realiza con el mismo caudal de extracción y con una velocidad baja, por lo que la ecuación será:

$$\text{Área} = \frac{Q}{v} \quad (35)$$

Para una velocidad de 2.5 m/s, tenemos las siguientes dimensiones de las rejillas para toma de aire:

**Tabla 55.** Selección de rejillas para ingreso de aire

Sistema	Ambiente	Caudal	v	Área	Dimensiones de Rejilla	
		m3/h	m/s	m2	mm	Pulg
Sistema 1	Duchas y Vestidores	951,75	2,50	0,05	250x250	10x10
Sistema 2	Baños H y M	1.260,00	2,50	0,07	300x300	12x12
Sistema 3	Baños H y M	1.008,00	2,50	0,06	250x250	10x10

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, se adoptará un estándar de 12x12 pulgadas, para todas las puertas.

### 3.7. CÁLCULO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Como se mencionó se tendrá una campana tipo industrial para la cocina.

#### 3.7.1. DIMENSIONES DE LA CAMPANA

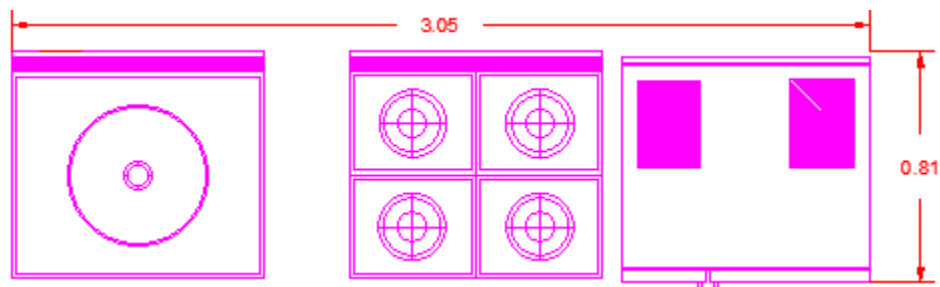
De acuerdo a los planos arquitectónicos se tendrá tres artefactos que generan el calor de las siguientes dimensiones:

**Tabla 56.** Dimensiones de los artefactos de la cocina

Descripción	Dimensiones [mm]		
	Largo	Ancho	Alto
HORNO INDUSTRIAL	879	791	1782
MARMITA DE CALENTAMIENTO	900	800	900
COCINA NACIONAL (6 HORNALLAS)	900	800	900

Fuente. Elaboración propia

**Figura 58.** Dimensiones de la configuración de la cocina

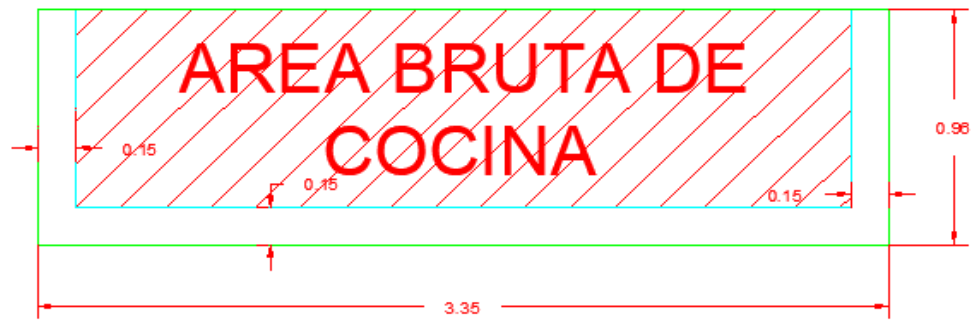


Fuente. Elaboración propia

Según Greenheck y la ACGIH, como es una campana adosada al muro, para tener las dimensiones de la campana se debe adicionar 15 cm a los lados y enfrente, al área bruta de los equipos.



**Figura 59.** Dimensiones consideradas para la cocina y la campana



**Fuente.** Elaboración propia

Por lo tanto, tenemos una dimensión de 0.96 x 3.35 m, redondeando a una campana de dimensiones 1.00 x 3.35 m.

### 3.7.2. CAUDAL DE EXTRACCIÓN

Para determinar el caudal de extracción se lo realizara según el método de Greenheck, para hallar el cálculo debemos multiplicar la velocidad de captación por el área efectiva de la campana.

Por lo tanto:

$$Q = v_{captacion} \times \text{Área}_{campana} \quad (36)$$
$$v_{captacion} = 50 \text{ pies}/\text{min}$$

$$\text{Área} = 1.00 \times 3.35 = 3.35 \text{ m}^2 = 36.059 \text{ ft}^2$$

$$Q = 50 \times 36.059 = 1802.96 \text{ CFM}$$

$$Q = 1802.96 \text{ CFM} = 3047 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.7.3. CAUDAL DE INYECCIÓN

Para que haya un equilibrio el total de caudal extraído debe ser inyectado, por lo tanto, tendremos un caudal de 3047 m<sup>3</sup>/h para la inyección.

### 3.7.4. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS Y ACCESORIOS.

#### 3.7.4.1. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTO DE EXTRACCIÓN

Para realizar el dimensionamiento de los ductos se procederá de la misma manera que se realizó para los demás sistemas.

Teniendo en cuenta los siguientes aspectos para ductos de campana de extracción<sup>59</sup>:

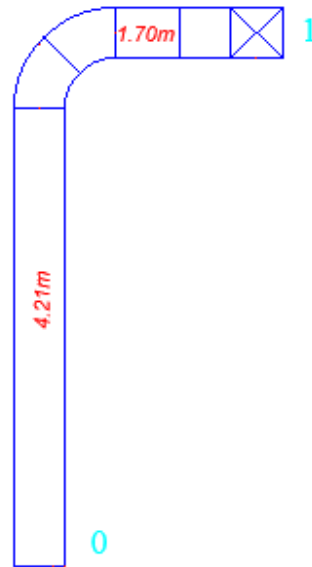
- El ducto debe ser acero inoxidable y de calibre 18 mínimo.
- Los ductos deben ser evacuados al exterior del edificio.
- La velocidad en el ducto debe ser aproximadamente de 1500 ft/min (7.62 m/s)
- La pérdida de presión debe ser de 0.0019 inH<sub>2</sub>O por pie de ducto (1.5584 Pa/m).

**Tabla 57.** Dimensionamiento de ducto de extracción de la campana

Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	5,910	3.047,00	1,558	7,20	0,118	0,387	0,350	0,350	9,210	350x350
	Codo 90	2,450		1,558						3,818	
	Codo 90	2,450		1,558						3,818	

Fuente. Elaboración propia

**Figura 60.** Ductos de extracción para el sistema de cocina



Fuente. Elaboración propia

Pérdida de presión en el sistema de extracción: Ruta 0-1,  $\Delta P = 16.85 Pa$

<sup>59</sup> (GreenHeck, 2005)

### 3.7.4.2. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTO DE INYECCIÓN

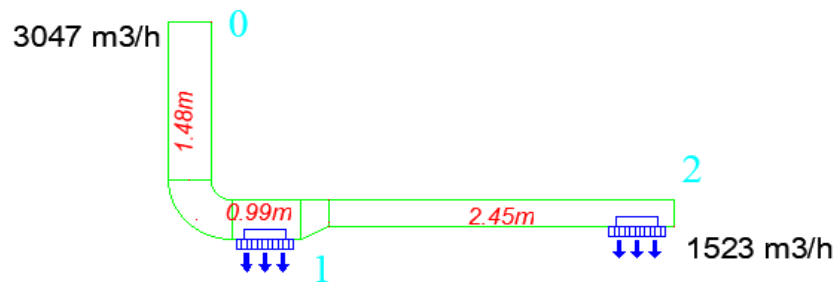
Teniendo en cuenta que tenemos la misma velocidad que de extracción en el ducto de inyección, tenemos la siguiente tabla con su configuración:

**Tabla 58.** Dimensionamiento de ducto de inyección de la campana

Tramo	Tipo de ducto	Longitud	Caudal	Perdida	v	A	Deq.	Dimensiones eq.		Perdida	Dimensiones
		Leq.	m <sup>3</sup> /h	Pa/m	m/s	m <sup>2</sup>	m	a	b	Pa	Ducto
0-1	Ducto Recto	2,470	3.047,00	1,547	7,20	0,118	0,387	0,350	0,350	3,821	350x350
	Codo 90	2,450		1,547						3,790	
1-2	Ducto Recto	2,450	1.523,50	1,547	6,06	0,070	0,298	0,300	0,250	3,790	300x250

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 61.** Ductos de inyección para el sistema de cocina



Fuente. Elaboración propia

Pérdida de presión en el sistema de inyección: Ruta 0-1, 1-2,  $\Delta P = 11.40 Pa$

### 3.7.4.3. DIMENSIONAMIENTO DE REJILLAS

Para sistemas de inyección se instalarán rejillas de inyección verticales, que según el proveedor se usará las de tipo LHV (que son para inyección montados en posición vertical), por lo que tenemos:

**Tabla 59.** Dimensionamiento de rejillas de inyección para campana.

Descripción	Velocidad		Caudal		Cantidad	Dimensión Rejilla	Perdida Presión	
	m/s	fpm	m <sup>3</sup> /h	cfm			inH <sub>2</sub> O	Pa
Toma de Aire	6,91	1360,04	3047,00	1802,96	1	LRA 24x12	0,395	98,75
Suministro	5,60	1102,36	1523,50	901,48	2	LHV 12x10	0,305	76,25

Fuente. Elaboración propia

### 3.7.5. PÉRDIDA DE PRESIÓN

#### 3.7.5.1. PERDIDA DE PRESIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN

La pérdida de presión del sistema de extracción tendrá en cuenta la caída en la campana, filtros, ductos y accesorios.

##### **Campana**

Según lo visto en el capítulo dos, tenemos la pérdida en la campana como ecuación (22):

$$\Delta P_{campana} = (\text{Resistencia del filtro} + 25 \text{ Pa})$$

Para filtros de 500x500 mm tenemos la resistencia del filtro 0.2 inH<sub>2</sub>O=50 Pa<sup>60</sup>

Tenemos  $No. \text{Filtros} = 3.35/0.5 = 6.67 = 6 \text{ filtros de } 500 \times 500 \text{ mm}$

Remplazando en (22):

$$\Delta P_{campana} = (6 \times 50) + 25 = 325 \text{ Pa}$$

##### **Caja desengrasadora**

Se instalará una caja desengrasadora al final del conducto, tiene la misma función de los filtros por lo que tendrá la misma caída de presión igual a 50 Pa

Por lo tanto, tenemos la caída de presión total del sistema de extracción:

$$\text{Sistema extracción: } \Delta P = 11.40 + 325 + 50 = 386.40 \text{ Pa}$$

#### 3.7.5.2. PÉRDIDA DE PRESIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

La pérdida de presión en el sistema será la suma de la caída de presión en el ducto, rejilla de suministro y toma de aire.

$$\text{Sistema 1: } \Delta P = 11.40 + 76.25 + 98.75 = 186.40 \text{ Pa}$$

---

<sup>60</sup> (Garo Filtros, 2017)

### 3.7.6. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

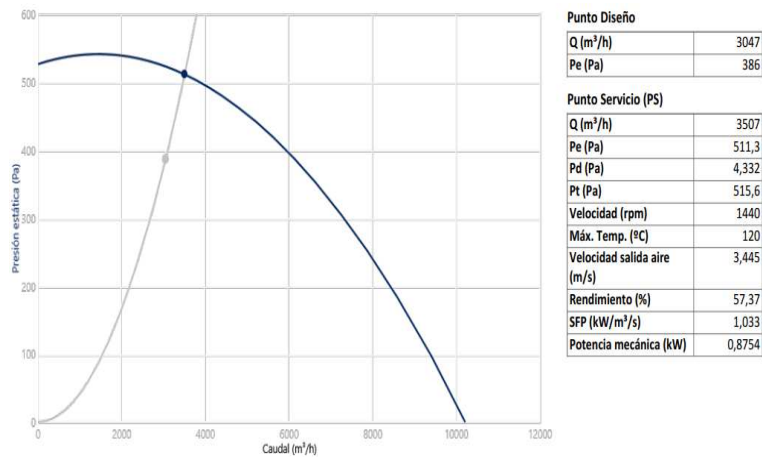
#### 3.7.6.1. EXTRACTOR COCINA

De la misma manera se hará el uso del software SODECA para la selección del equipo, en este caso se usará el modelo centrífugo tipo tejado, que es especial para extractor de grasas.

Extracción:  $Q = 3,047.00 \text{ m}^3/\text{h}$   $\Delta P = 386.40 \text{ Pa}$

Según el fabricante el modelo seleccionado es RFH-500-4T-F-400 IE3

**Figura 62.** Curva característica y selección del equipo de extracción cocina



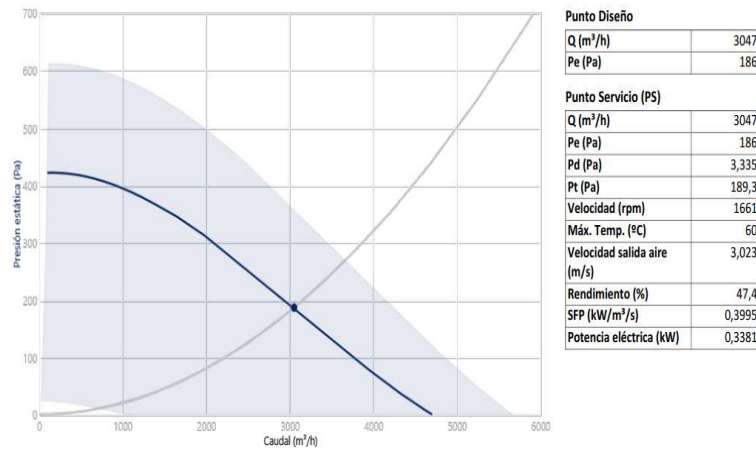
Fuente. Elaboración propia

#### 3.7.6.2. INYECTOR DE COCINA

Inyección:  $Q = 3,047.00 \text{ m}^3/\text{h}$   $\Delta P = 186.40 \text{ Pa}$

Con un modelo de Centrifugo en línea para conducto, el modelo seleccionado es CL/PLUS/EC-7040.

**Figura 63.** Curva característica y selección del equipo de inyección cocina



Fuente. Elaboración propia

### 3.8. VALIDACIÓN DE RESULTADOS HACIENDO USO DE SOFTWARE DE CLIMATIZACIÓN

Para validar los datos de climatización se hará uso del software de Carrier HAP E20-II, (Hourly Analysis Program), Analisis por Horas de Carrier, es una herramienta de computadora que ayuda a diseñar sistemas de climatización para edificios comerciales, para estimar cargas y diseñar sistemas, utiliza el método de función de transferencia para cálculos de carga, avalado por la ASHRAE, y técnicas detalladas de simulación de 8760 hora-por-hora para el análisis de energía.

Para realizar el cálculo del sistema debemos tener datos necesarios para insertar al programa, estos datos se tomarán de los ya previstos para el cálculo manual. Los datos son:

- Propiedades climatológicas, como latitud, longitud, elevación, condiciones en verano e invierno, etc.
- Datos de los ambientes, áreas, tipos de materiales, tipo de ambientes, cargas internas, número de ocupantes, iluminación, etc. y no menos importante los horarios de funcionamiento.
- Datos del tipo de sistema a usar, tipo de equipos, tipo de ventilación, condiciones de temperatura de trabajo, y horarios de funcionamiento.

En apéndices encontramos los datos arquitectónicos y técnicos de los materiales para hallar estas tablas además de lo expuesto anteriormente.

A continuación, exponemos la comparativa del cálculo de cada recinto realizada en este proyecto versus la realizada con el software.

**Tabla 60.** Comparación de resultados con el software.

AMBIENTE	ZONA	CALCULO SOFTWARE		CALCULO MANUAL		PORCENTAJE +/- RESPECTO CALCULO MANUAL	
		Capacidad total frio	Capacidad total Calor	Capacidad total frio	Capacidad total Calor		
		kW	kW	kW	kW		
OFICINAS Y RECEPCIÓN	1	6,60	4,00	7,41	4,30	11%	7%
CAJA	2	0,00	0,92	0,10	1,00	0%	8%
VESTIDORES HOMBRES	3	0,00	1,60	0,00	1,40	0%	-14%
VESTIDORES MUJERES	4	0,00	1,50	0,00	1,30	0%	-15%
COMEDOR/S. REUNIONES	5	13,10	16,60	14,90	16,60	12%	0%
COCINA	6	4,10	6,50	4,41	7,20	7%	10%
OFICINAS	7	7,20	6,90	7,71	6,70	7%	-3%
OFICINA TÉCNICA	8	2,40	1,40	2,59	1,30	7%	-8%
<b>TOTAL</b>		<b>33,40</b>	<b>39,42</b>	<b>37,12</b>	<b>39,80</b>	<b>10%</b>	<b>1%</b>

Fuente. Elaboración propia

Como podemos ver nuestros cálculos son un aproximados a los del software, con lo que validamos los resultados obtenidos. En APÉNDICE F se encuentra el resultado completo del software.

### 3.9. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño del sistema eléctrico, se tomarán los datos eléctricos de cada equipo seleccionando de las fichas técnicas de los fabricantes, potencia eléctrica consumida, tensión 380 V o 220 V y frecuencia de 50 Hz.

Se utilizará un tablero de control con automatismos eléctricos, termomagnéticos, guardamotores, temporizadores, botoneras, etc.

Teniendo en cuenta esos datos se tendrá un tablero eléctrico para cada planta y una para el condensador, por lo que se tiene las tablas mostradas en APÉNDICE G.

### **3.10. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL**

Teniendo en cuenta los datos anteriores, tenemos tres sistemas a controlar:

- Sistema de aire acondicionado
- Sistema de ventilación
- Sistema de extracción cocina

Para el sistema de aire acondicionado se realizará el control de cada ambiente con termostatos de pared, estos termostatos settean la temperatura de confort dependiendo el usuario, además de los termostatos cada recuperador de calor tendrá su propio controlador incluido en el equipo, esté como se mencionó hace el cambio de contacto para la entrada y salida de cada tubería, que en comunicación con el termostato envía la señal para enfriar o calentar el ambiente. En anexos (selección del sistema VRF) se muestra la instalación del sistema de control, así como los materiales a utilizar.

Para el sistema de ventilación y extracción de aire, se tendrá un control independiente para cada ambiente, el control será manual y automático, el usuario podrá prender y apagar cada ventilador mediante selectores de posición ubicados en el tablero eléctrico y mediante temporizadores que estarán configurados de acuerdo al uso de cada ambiente, en planos se tiene el diseño de control de cada ventilador.

### **3.11. PLANOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO, VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN COCINA**

Ver ANEXOS.



## **CAPÍTULO IV**

### **4. MANUFACTURA Y MONTAJE**

#### **4.1. MONTAJE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS**

Para el montaje de equipos y accesorios se tendrá en cuenta los manuales de instalación de los proveedores y normas de consulta.

##### **4.1.1. MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

El evaporador (unidad interna), la sujeción del equipo se lo realizará entre la losa en el cielo falso por lo que debe estar sujetado por perfiles que soporten el equipo además de contar con varillas roscadas que permitirán la nivelación del equipo. Los perfiles soportes deben ser colgados de la losa superior por medio de anclajes de expansión con varillas roscadas, instalando anti vibradores entre la varilla y el soporte para minimizar la vibración transmitida desde el equipo a la losa.

Los cableados eléctricos, equipo de control y de potencia adyacente a los equipos deben de estar separados para evitar la distorsión de señal.

Cada equipo debe tener instalación de tubería PVC para el condensador del agua de las unidades interiores, este se debe coordinar con el especialista sanitario, las dimensiones de cada instalación están indicadas en el manual de instalación, así como en los planos.

Los filtros de aire para los equipos tipo ducto deben ser instalados en la abertura de succión de aire por donde ingresa el aire fresco y el aire de retorno y el aire de retorno llega al equipo por medio del pleno de cielo falso y rejillas abiertas ubicadas en el cielo falso. Los filtros de aire para los equipos tipo cassette están instalados dentro del mismo, el retorno se da por el centro y la inyección por los laterales de la rejilla.

El condensador debe estar instalado en el piso técnico, teniendo en cuenta las distancias permisibles para los cuatro lados, la parte superior debe estar libre para la descarga del aire.

Transporte y elevación, cuando se transporte la unidad ha de llevarse hasta la zona de instalación sin desembalar. Izar la unidad con un montacargas de acuerdo al manual de instalación.

Los equipos deben instalarse sobre bancadas de hormigón o metálicas capaces de soportar el peso de las unidades y diseñadas para distribuir la carga de las mismas a la estructura del edificio, evitando la concentración puntual de cargas. La bancada ha de evitar la transmisión de vibraciones hacia el edificio, para ello las unidades han de instalarse sobre los puntos de apoyo intercalando materiales capaces de absorber las vibraciones que el funcionamiento de la máquina pueda causar.

#### **4.1.2. MONTAJE DE EQUIPOS VENTILADORES**

De la misma manera los ventiladores, la sujeción del equipo se lo realizará entre la losa y oculta en el cielo falso por lo que debe estar sujetado por perfiles que soporten el equipo. Los perfiles soportes deben ser colgados de la losa superior por medio de anclajes de expansión con varillas roscadas, instalando anti vibradores entre la varilla y el soporte para minimizar la vibración transmitida desde el equipo a la losa.

La instalación del extractor de aire deberá ser realizada de acuerdo al procedimiento que indica el fabricante para conservar la garantía y respetar las normas correspondientes.

Se deben instalar uniones flexibles en las conexiones de entrada y descarga del extractor de aire. El material que se debe usar, puede ser lona de un peso no menor de 16 onz. por m<sup>2</sup> o conexiones de hilo polyester con recubrimiento de vinilo gris, resistente a una temperatura de 75°C.

#### **4.1.3. MONTAJE DE REJILLAS Y DIFUSORES**

Para los equipos tipo ducto la entrada o la difusión de aire hacia los recintos se realiza por los difusores, los cuales entregan aire caliente o frío direccionado a 360 grados por 4 vías. La difusión del aire es posible restringir mediante dampers que incluye los difusores.

Los difusores se montan introduciéndose en los collarines de los ductos y sujetándose de los mismos con la cinta adhesiva específica para estos materiales. Se debe sujetar los difusores a los anclajes del cielo falso para que su peso no influya en el nivel del cielo falso.

La instalación de las rejillas de retorno, son de igual manera se conectan a ducto de retorno o extracción en el sistema de ventilación, mediante ducto flexible sujeta con cinta adhesiva.

Las tomas de aire fresco se instalan en las ubicaciones mostradas en los planos denominados TAF (toma de aire fresco), en orificios que ya se encuentran practicados en la fachada del edificio.

## **4.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

### **4.2.1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DUCTOS**

Para los ductos metálicos se deben utilizar plancha de acero galvanizada lisa de diferentes calibres de acuerdo a la dimensión más grande del ducto, es decir el espesor de la plancha de acero galvanizado está determinado por el lado más largo. El espesor de la plancha será de acuerdo a lo siguiente:

Dimensiones del lado mayor → Calibre de la plancha

- De 0 a 300 mm                      Calibre 28
- De 301 a 750 mm                  Calibre 26
- De 751 hasta 1350 mm          Calibre 24

Tanto para la selección de espesor de la plancha, los soportes, las juntas y el arriostamiento, será de acuerdo a las normas SMACNA (Sheet Metal Air Conditioning Contractors National Association Corp.), para construcción de ductos de baja presión. Los ductos metálicos deberán ser construidos lo más herméticamente posibles, con requerimientos de sellado de acuerdo a la CLASE C para una presión estática hasta 2 pulgadas de columna de agua. En caso de que existan fugas se debe utilizar algún líquido sellador o una cinta adhesiva especial para ductos metálicos.

#### **Tipo de soporte**

Ductos de lado menores a 600 mm utilizar varillas de acero roscado con contratuerca y angulares de 1 1/2" x 1/8", tarugo metálico de rosca interna de 3/8" y para ductos de mayor a 600 mm angulares de 1 1/2" x 3/16" y utilizar tarugos metálicos de 1/2 ".

- Inserción y expansión de los anclajes, cada 2.5 metros.

- Presentación del ducto y aseguramiento con tuercas y contratuerca y el apriete firme (torque de apriete).
- Unión de tramos de ductos con junta de refuerzo y junta deslizante.
- Sellado de uniones con silicona industrial.
- Verificación de sellos y hermeticidad en difusores y rejillas.

### **Piezas curvas**

Las curvas normalmente tendrán un radio interior de curvatura de 3/4 del ancho del ducto de salida. En caso de usar curvas rectangulares o cuadradas, se deben proveer deflectores de aire.

Cuando el codo es inverso se deben tomar en cuenta las normas SMACNA que rigen para este tipo de curvas, ya que el espaciamiento de los deflectores es diferente, todas las aletas de giro deben ser del mismo material del ducto.

Cuando el radio mínimo no es práctico y se deba usar codos cuadrados o rectangulares, estos no deben exceder a la caída de presión del codo del radio especificado.

### **Obstrucciones**

Se debe instalar, una chapa metálica perfilada, donde los miembros estructurales o caños pasan a través de los ductos. La sección transversal no debe ser disminuida en más del 10% por la obstrucción.

### **Soportes**

Para los conductos horizontales, de 0 a 600 mm se usarán platinas de hierro remachadas o atornilladas al conducto y ancladas a la losa o estructura del edificio con pernos de expansión, clavos detonantes o soldadura.

Para conductos mayores de 600 mm se usará soportes tipo trapecio. Para conductos verticales se usarán soportes de ángulo de hierro atravesados en losas o estructuras apernadas al ducto en dos caras.

#### **4.2.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO**

Los tendidos eléctricos requieren la conexión de la línea de alimentación y un cableado de los termostatos de bajo voltaje los cuales deben ser instalados aleados de los equipos y cerca de la rejilla de retorno.

Los cableados eléctricos y de control pueden ser situados al interior del equipo a través de cualquiera de los lados, usando los orificios previstos y un dispositivo de alivio de tensión mecánica adecuado en el punto en que los cables salen del equipo evaporador.

Para alimentar el evaporador debe usarse un circuito independiente desde el panel principal, el cual debe contar con disyuntores para el mantenimiento y protección contra sobrecargas, como se indicó en el cableado de cada tablero.

Los termostatos de control se instalarán en una caja por ambiente donde llegan los cables de señal de los sensores, comunicada con cada equipo. El termostato se instala de acuerdo a las instrucciones del fabricante, las que acompañan al termostato, y debe realizarse como se muestra en el diagrama de cableado eléctrico del equipo.

#### **4.2.3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍA DE COBRE**

Para iniciar la instalación, se debe verificar previamente que la tubería de cobre que se tiene sea del tamaño correcto y se adapte a las necesidades del proyecto, pues de efectuarse algún cambio en el diámetro de la tubería éste afectará la operación y rendimiento del sistema.

Las tuberías a ser empleadas deben ser de cobre tipo L, como mínimo, y selladas; esto garantizará que el tubo esté completamente limpio en su interior. Es preciso recordar que durante el tiempo que dure la instalación de la tubería o ya una vez colocada, debe permanecer sellada con su tapón de origen, o bien por alguna cinta.

#### **Soportes**

De acuerdo a los planos se procederá a la instalación de los soportes para el tendido de tubería de cobre, con varilla roscada de  $\frac{3}{8}$ " y perfil C de 1", las abrazaderas de cada tubería dependiendo el diámetro de la misma, recubierta con cinta anticorrosiva "Polyken".

La longitud de los soportes será de 0.2 m y de 1.50 m entre soportes, los cuales estarán sujetas a la losa con tornillos de expansión con la varilla roscada, y con tuercas y arandelas con perfil.

### **Montaje de tuberías**

Los tubos de cobre se instalarán de acuerdo al diámetro que se indica en el submittal del software de Carrier basado en el proyecto; estos tubos serán montados sobre soportes.

### **Soldadura de tuberías**

La tubería, accesorios como branches, codos y uniones de cobre serán soldados con equipos oxígeno-acetileno además de gas nitrógeno que se hará circular al interior de las tuberías durante la soldadura, usando soldadura de plata al 5%.

### **Presurización del circuito de refrigeración**

Terminado el proceso de soldadura de los circuitos de refrigeración (línea de líquido y succión), se procede a realizar la prueba de fuga en las tuberías de cobre. Para ejecutar este protocolo de pruebas se utiliza nitrógeno. Esta actividad se realiza en el exterior (al aire libre), al costado de la unidad condensadora. Se hará uso de regulador y manguera para inyectar nitrógeno al sistema por las válvulas de servicio que fueron instaladas en las tuberías de cobre para este fin. Con el manifold colocado en otra válvula de servicio se irá verificando la carga hasta que llegue a una presión de 500 psi. Se contarán botellas de nitrógenos de 10 metros cúbicos que serán trasladados de uno en uno, según sea el requerimiento, desde el almacén obrador a la zona de trabajo. Presurizado el sistema a 500 psi, se cierra el regulador de nitrógeno y procede a verificar si existe fuga en el recorrido. Para descartar toda probabilidad de fuga se deja presurizado por 24 horas.

Descartado las fugas en los circuitos de refrigeración, se procederá a realizar la prueba de vacío, para esto se conectará al sistema de tuberías de cobre una “bomba de vacío” por el tiempo que sea necesario hasta llegar a los 500 micrones esta bomba deberá estar operando sin corte alguno de energía hasta que se llegue por debajo de los 500 micrones. Se debe hacer la prueba de vacío al sistema con una bomba entre 6 cfm y 12 cfm y llegar por debajo de las 500 micras (vacuómetro) por una hora con la bomba de vacío apagada una

vez unidas las tuberías serán forradas externamente con aislamiento térmico de espuma elastomérica.

### **Carga de gas refrigerante**

Una vez finalizada la prueba de vacío al sistema se necesitará la energización de las unidades condensadoras y evaporadoras de por lo menos 24 horas antes de iniciar con el proceso de carga de gas adicional mediante una balanza digital y su puesta en marcha para calentar los carters. la cantidad de gas refrigerante adicional a recargar lo determinara el submittal del software de Carrier. se dispondrá de un manifold con sus 3 mangueras en buenas condiciones diseñados para el refrigerante R410a que se usará en la puesta en marcha.

### **4.3. DIAGRAMA DE GANTT**

Para tener una mejor planificación y gestión del proyecto, se realizará el diagrama de Gantt con el cual podremos visualizar las tareas, ruta crítica y estimar un tiempo para la ejecución del proyecto.

En APÉNDICE H, se muestra el diagrama completo del proyecto, en el cual podemos observar que tenemos un tiempo de ejecución del proyecto de 88 días con dos grupos de trabajo para aire acondicionado y ventilación.

### **4.4. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **4.4.1. MANUAL DE OPERACIÓN**

Para el usuario se tendrá en cuenta la operación del sistema de aire acondicionado con las siguientes instrucciones, precauciones y prohibiciones:

#### **Instrucciones**

Si se observara que los compresores trabajan en vacío o con carga baja, deberá pararse la instalación hasta la llegada del servicio técnico.

Debe hacerse un uso racional de la energía mediante una programación adecuada del sistema, de manera que no se deberían programar temperaturas inferiores a los 23°C en verano ni superiores a esa cifra en invierno.

En caso de apreciarse alguna anomalía por parte del usuario, deberá comunicarse a un profesional calificado para que proceda a reparar los defectos encontrados y adopte las medidas oportunas.

El mantenimiento de la instalación deberá ser realizado por un instalador autorizado de una empresa responsable o por el director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva.

### **Precauciones**

El usuario tendrá la precaución debida ante taladros en paramentos para no afectar a las posibles conducciones.

Se consultarán las instrucciones de uso entregadas en la compra de los aparatos del fabricante.

### **Prohibiciones**

No se obstaculizará nunca el movimiento del aire en los difusores o rejillas del equipo.

No se compatibilizará el funcionamiento del sistema con la apertura de los huecos exteriores practicables.

## **4.4.2. MANUAL DE MANTENIMIENTO**

Para realizar el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, se realizan con los lineamientos que indican las organizaciones españolas como la ATECYR, AMICYF y IDAE, así también deberá acudir en primera instancia a lo que indica el fabricante en los manuales de mantenimiento.

El mantenimiento que detalla la Guía de mantenimiento<sup>61</sup>, es un mantenimiento preventivo, que sigue unas revisiones de acuerdo al tipo de sistema a usar. Para nuestro caso el sistema VRF, realiza unos pasos que si indica en el ANEXO XIV.

A continuación, se detalla el mantenimiento mínimo que se deberá realizar a los equipos de aire acondicionado, tanto por el usuario como por el personal calificado.

---

<sup>61</sup> (IDAE, 2007)



### **Por el usuario**

Cada 6 meses:

Preferiblemente antes de la temporada de utilización:

- Inspección visual de aquellas partes vistas y la posible detección de anomalías como fugas, condensaciones, corrosiones o pérdida del aislamiento, con el fin de dar aviso a la empresa mantenedora.
- Limpieza exterior de los equipos de producción sin productos abrasivos ni disolventes de los materiales plásticos de su carcasa.

### **Por el profesional calificado**

Cada 6 meses:

- Revisión de unidades terminales de distribución de aire, una al inicio de la temporada y otra a la mitad del periodo de uso.
- Comprobación de la estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.
- Revisión y limpieza de filtros de aire.

Cada año:

- Limpieza de los evaporadores y condensadores.
- Comprobación de la estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.
- Revisión y limpieza de filtros de aire.
- Revisión de unidades terminales de distribución de aire.
- Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire.

# CAPÍTULO V

## 5. COSTOS

El presente capítulo tiene como objetivo realizar el análisis de los costos de equipos, materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas, gastos generales y gastos de operación y mantenimiento de todo el sistema.

Este estudio permite estimar y distribuir los costos de la inversión del proyecto en términos unitarios y totales, y así determinar la cantidad de recursos económicos necesarios para el proyecto.

### 5.1. COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

El componente más importante y que se debe tener especial cuidado en el costo de los equipos y materiales debido a algunos o todos de los siguientes factores: fecha de cotización, proveedor, calidad, volumen de compra, importación, impuestos de ley, tasa de cambio, transporte entre el centro de ventas/producción y la obra, etc.

### 5.2. COSTO DE MANO DE OBRA

El costo de la mano de obra depende de dos factores: rendimiento y precio pagado por la misma. El rendimiento es función del grado de especialización (habilidad, capacitación y experiencia) del trabajador; y el precio pagado por la misma, que puede variar también en función del grado de especialización, disponibilidad, carga horaria/turnos de trabajo, bonos de producción, regulaciones de incremento salarial, alimentación, consideraciones especiales si el proyecto ejecutado requiere de campamento, etc.

Para el proyecto se considerará los siguientes gastos:

**Tabla 61.** Costo de mano de obra

No.	ESPECIALIDAD	COSTO
		Bs/hr
1	Ingeniero especialista	40
2	Técnico Especialista	30
3	Ayudante	15

**Fuente.** (Choquehuanca M., 2013)

La estructura de precios unitarios adoptada, en el caso de la mano de obra no incluye los beneficios sociales e impuestos.

El cálculo de los beneficios sociales debe considerar las incidencias por inactividad, beneficios, subsidios, aportes a entidades, antigüedad y seguridad industrial e higiene. La estructura de análisis de precios unitarios establece un rango del 55 al 71.18% como incidencia total a la mano de obra. En nuestro caso se tomará el máximo 71.18 % de la mano de obra directa. El impuesto se tomará como el 14.94 % de la mano de obra directa.

### 5.3. COSTO DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Este costo es a consecuencia del empleo y uso de las máquinas herramientas, por lo que se debe hacer la depreciación de máquinas y herramientas usadas en la instalación, ya sea por desgaste o simplemente consecuencia de su vida útil, para prever el mantenimiento y la renovación.

**Tabla 62.** Costo de máquinas y herramientas

MAQUINA / HERRAMIENTA	COSTO
	Bs/hr
Arco eléctrico	45
Cizalla manual de palanca	14
Taladro manual	17
Sierra mecánica	14
Amoladora	14
Plegadora	14
Prensa	1
Máquina para sellos de ducto	21

**Fuente.** (Choquehuanca M., 2013)

Sin embargo, esta tabla varía dependiendo de cada tipo de uso y la depreciación que no es constante. Por lo argumentado, algunas fuentes adoptan el 5% de incidencia por equipo y herramientas, respecto del total de la mano de obra<sup>62</sup>, lo que se hará en nuestro caso.

<sup>62</sup> (Camara departamental de la construcción Cochabamba, 2010)

## **5.4. OTROS COSTOS**

### **5.4.1. GASTOS GENERALES**

Otros costos incluyen los gastos administrativos, gastos profesionales, aportes a entidades, riesgos e imprevistos, ubicación y exigencias específicas de la obra.

Según la Cámara Departamental de la Construcción de Cochabamba<sup>63</sup> tomar una incidencia del 12 % de la suma de los anteriores.

### **5.4.2. UTILIDAD**

Es el beneficio o ganancia de la empresa por la ejecución de la obra. Se asumió como referencia un porcentaje del 10% para los precios unitarios. Sin embargo, es potestad de la empresa y está en función a su expectativa de ganancia.

Incidencia estimada por Utilidad = 10,00 %

### **5.4.3. IMPUESTOS**

Comprende los impuestos fijados por ley con sus respectivas alícuotas. En la estructura de precios unitarios el Impuesto a las Transacciones (IT) se aplica sobre todos los componentes y el Impuesto al Valor Agregado (IVA) se aplica solamente sobre la mano de obra, es decir, se interpreta de esta situación que la aplicación del correspondiente impuesto es sólo sobre la mano de obra porque no presenta crédito fiscal y que para el resto de los componentes se entiende que son ingresados a la estructura de precios con sus precios contemplando ya los impuestos de ley (con factura)<sup>53</sup>.

Incidencia por IVA = 14,94%

Incidencia por IT = 3,09%

## **5.5. PRECIOS UNITARIOS DEL PROYECTO**

El análisis del precio unitario es la suma de todos los costos inicialmente presentados, este se calcula para cada uno de los ítems del proyecto, en base a las especificaciones y planos, juntamente con las correspondientes cantidades que sirven para determinar el costo total del proyecto.

---

<sup>63</sup> (Camara departamental de la construcción Cochabamba, 2010)

La planilla de precios unitarios se presenta de manera individual y se detalla para cada ítem del proyecto en el final del documento, que tendrá la siguiente forma:

**Figura 64.** Modelo de precios unitarios

DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :					
Cantidad :					
Unidad :					
Moneda :					
1. MATERIALES					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
...					
N					
<b>TOTAL MATERIALES</b>					
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
...					
N					
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>					
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA) (55% al 71,18%)					
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
...					
N					
*	HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)				
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					<b>COSTO TOTAL</b>
*	GASTOS GENERALES = % DE 1 + 2 + 3				
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
5. UTILIDAD					
					<b>COSTO TOTAL</b>
*	UTILIDAD = % DE 1 + 2 + 3 + 4				
<b>TOTAL UTILIDAD</b>					
6. IMPUESTOS					
					<b>COSTO TOTAL</b>
*	IMPUESTOS IT = % DE 1 + 2 + 3 + 4 + 5				
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>					
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>					
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO ADOPTADO (Con dos (2) decimales)</b>					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro					
NOTA.- El Proponente declara que el presente Formulario ha sido llenado de acuerdo con las especificaciones técnicas, aplicando las leyes sociales y tributarias vigentes, y es consistente con el Formulario B-3.					

**Fuente.** (Camara departamental de la construcción Cochabamba, 2010)

Todos los precios unitarios del proyecto se encuentran anexados al documento, incluyendo materiales, mano de obra y todas las incidencias del proyecto.

## 5.6. COSTO DEL PROYECTO

Determinado el precio unitario de todos los ítems que intervienen en el proyecto podemos obtener la lista resumen de todos los ítems que intervienen en el proyecto, multiplicada por la cantidad obtenida tenemos costo total del proyecto:

**Tabla 63.** Costo total del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.	PRECIO	PRECIO
				UNITARIO	TOTAL
				Bs.	Bs.
<b>1</b>	<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>				
1.1	UNIDAD EXTERIOR CONDENSADOR HEAT RECOVERY DE 50 kW	PZA.	1,00	137.254,88	137.254,88
1.2	UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 18 kW	PZA.	1,00	16.283,57	16.283,57
1.3	UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 8 kW	PZA.	2,00	9.727,15	19.454,29
1.4	UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 8 kW	PZA.	1,00	12.709,78	12.709,78
1.5	UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 2,4 kW	PZA.	4,00	8.504,54	34.018,14
1.6	DISTRIBUIDOR DE TUBERÍA PARA IDU <66 kW	PZA.	3,00	1.222,61	3.667,83
1.7	DISTRIBUIDOR DE TUBERÍA PARA IDU <16 kW	PZA.	2,00	685,20	1.370,40
1.8	CAJAS SWITCH PARA HEAT RECOVERY 4 VÍAS	PZA.	2,00	19.951,40	39.902,80
1.9	TERMOSTATO DE CONTROL	PZA.	8,00	846,42	6.771,38
1.10	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1/4	ML	7,20	90,73	653,28
1.11	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 3/8	ML	65,00	104,34	6.782,29
1.12	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1/2	ML	24,60	113,42	2.790,04
1.13	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 5/8	ML	68,00	128,39	8.730,33
1.14	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 3/4	ML	20,00	172,39	3.447,85
1.15	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 7/8	ML	6,00	193,71	1.162,29
1.16	TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1 - 1/8	ML	3,00	282,18	846,54
1.17	DUCTOS DE AIRE EN ACERO GALVANIZADO	M2	185,00	168,90	31.245,76
1.18	DIFUSOR JS 4 VÍAS 12" x 12"	PZA.	6,00	197,79	1.186,74
1.19	DIFUSOR JS 4 VÍAS 10" x 10"	PZA.	8,00	145,85	1.166,79
1.20	REJILLA DE RETORNO RA 16" x 16"	PZA.	2,00	144,64	289,29
1.21	REJILLA DE RETORNO RA 14" x 14"	PZA.	2,00	122,18	244,36
1.22	REJILLA DE TOMA DE AIRE RA 14" x 14"	PZA.	1,00	122,18	122,18
1.23	REJILLA DE TOMA DE AIRE RA 10" x 10"	PZA.	2,00	81,42	162,83
1.24	DISPOSITIVO DE DESINFECCIÓN UTO600+	PZA.	3,00	9.409,92	28.229,76
1.25	DISPOSITIVO DE DESINFECCIÓN UTO600	PZA.	5,00	7.962,24	39.811,20
					<b>398.304,60</b>
<b>2</b>	<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>				
2.1	EXTRACTOR EN LÍNEA 2050 M3/H	PZA.	1,00	3.570,97	3.570,97
2.2	EXTRACTOR EN LÍNEA 1400 M3/H	PZA.	2,00	2.802,10	5.604,19
2.3	DUCTOS DE AIRE EN ACERO GALVANIZADO	m2	140,00	168,90	23.645,44
2.4	REJILLAS DE EXTRACCIÓN RA 14" x 14"	PZA.	3,00	122,18	366,54
2.5	REJILLAS DE EXTRACCIÓN RA 6" x 6"	PZA.	23,00	54,24	1.247,55
2.6	REJILLAS DE TOMA DE AIRE 12"x 12"	PZA.	8,00	99,61	796,86
					<b>35.231,54</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE EXTRACCIÓN COCINA</b>				

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
				Bs.	Bs.
3.1	EXTRACTOR CENTRIFUGO 10200 M3/H	PZA.	1,00	12.296,67	12.296,67
3.2	INYECTOR CENTRIFUGO 5650 M3/H	PZA.	1,00	25.315,48	25.315,48
3.3	CAMPANA DE EXTRACCIÓN EN ACERO INOXIDABLE 1000x3350 mm	PZA.	1,00	20.880,00	20.880,00
3.4	DUCTOS DE AIRE EN ACERO INOXIDABLE	M2	24,00	435,00	10.440,00
3.5	DUCTOS DE AIRE EN ACERO GALVANIZADO	M2	18,00	168,90	3.040,13
3.6	REJILLAS DE INYECCIÓN HV 12" X 10"	PZA.	2,00	147,49	294,99
3.7	REJILLAS DE TOMA DE AIRE RA 24" X 12"	PZA.	1,00	186,28	186,28
					<b>72.453,55</b>
4	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
4.1	TABLERO ELÉCTRICO 1 (PLANTA 1)	GLB.	1,00	6.501,61	6.501,61
4.2	TABLERO ELÉCTRICO 2 (PLANTA 2)	GLB.	1,00	7.481,72	7.481,72
4.3	TABLERO ELÉCTRICO 3 (PLANTA 3)	GLB.	1,00	4.041,05	4.041,05
4.4	TABLERO ELÉCTRICO 4 (CONDENSADOR)	GLB.	1,00	4.288,54	4.288,54
					<b>22.312,92</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>528.302,61</b>

Fuente. Elaboración propia

## 5.7. COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los costos de operación y mantenimiento son parte de la inversión que se deben realizar, un sistema de ingeniería correctamente diseñado que también debe ser económicamente eficiente.

### 5.7.1. COSTO DE OPERACIÓN

Los costos de operación, se refieren al gasto de energía eléctrica de la compañía generadora de energía eléctrica. En la siguiente tabla se detalla la potencia de cada equipo a instalarse en el sistema. Según DELAPAZ el costo promedio por kW-h es de aproximado de 0.657 Bs.

Tabla 64. Costo de operación

AMBIENTE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	POTENCIA		HORAS DIARIAS	F.U.	ENERGÍA CONSUMIDA		COSTO [Bs/mes.]
		W	kW			kW-h	kW-h/mes	
Oficinas	Evaporador ducto	240,00	0,24	8	0,4	0,77	15,36	10,09
Caja	Evaporador cassette	50,00	0,05	8	0,4	0,16	3,20	2,10
Vestidores hombres	Evaporador cassette	50,00	0,05	8	0,4	0,16	3,20	2,10
Vestidores mujeres	Evaporador cassette	50,00	0,05	8	0,4	0,16	3,20	2,10

AMBIENTE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	POTENCIA		HORAS DIARIAS	F.U.	ENERGÍA CONSUMIDA		COSTO [Bs/mes.]
		W	kW			kW-h	kW-h/mes	0,657
Sistema 1	Extractor duchas	177,00	0,18	8	0,3	0,42	8,50	5,58
Sistema 2	Extractor baños	320,00	0,32	8	0,3	0,77	15,36	10,09
Comedor/s. Reuniones	Evaporador ducto	873,00	0,87	8	0,4	2,79	55,87	36,71
Cocina	Evaporador cassette	90,00	0,09	8	0,4	0,29	5,76	3,78
Sistema 3	Extractor baños	177,00	0,18	8	0,3	0,42	8,50	5,58
Campana extracción	Extractor campana	1.500,00	1,50	4	0,2	1,20	24,00	15,77
Campana inyección	Inyector campana	950,00	0,95	4	0,2	0,76	15,20	9,99
Oficinas	Evaporador ducto	240,00	0,24	8	0,4	0,77	15,36	10,09
Oficina técnica	Evaporador cassette	50,00	0,05	8	0,4	0,16	3,20	2,10
Piso técnico - exterior	Condensador	13.240,00	13,24	8	0,4	42,37	847,36	556,72
<b>TOTAL</b>		<b>18.007,00</b>	<b>18,01</b>			<b>51,20</b>	<b>1.024,06</b>	<b>672,81</b>

Fuente. Elaboración propia

### 5.7.2. COSTOS DE MANTENIMIENTO

La fiabilidad de los equipos instalados dependerá del mantenimiento que se le dedique, para determinar el costo de mantenimiento tomaremos de referencia un costo de 78 dólares por equipo de aire acondicionado, 40 dólares para equipos ventiladores y 20 para tableros eléctricos<sup>64</sup>. Los demás costos se tomaron de referencia de los fabricantes para el caso del dispositivo de desinfección. El precio que se tiene es un costo de mantenimiento anual.

Tabla 65. Costos de mantenimiento

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>			<b>Bs.</b>	<b>Bs.</b>
1.1	UNIDAD EXTERIOR CONDENSADOR HEAT RECOVERY DE 50 kW	PZA.	1,00	542,88	542,88
1.2	UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 18 kW	PZA.	1,00	542,88	542,88
1.3	UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 8 kW	PZA.	2,00	542,88	1.085,76
1.4	UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 8 kW	PZA.	1,00	542,88	542,88
1.5	UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 2,4 kW	PZA.	4,00	542,88	2.171,52
1.24	DISPOSITIVO DE DESINFECCIÓN UTO600+	PZA.	3,00	1.001,74	3.005,23
1.25	DISPOSITIVO DE DESINFECCIÓN UTO600	PZA.	5,00	833,71	4.168,54
2	<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>				
2.1	EXTRACTOR EN LÍNEA 2050 M3/H	PZA.	1,00	278,40	278,40
2.2	EXTRACTOR EN LÍNEA 1400 M3/H	PZA.	2,00	278,40	556,80

<sup>64</sup> (HABITISSIMO, 2020)



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3	<b>SISTEMA DE EXTRACCIÓN COCINA</b>				
3.1	EXTRACTOR CENTRIFUGO 10200 M3/H	PZA.	1,00	278,40	278,40
3.2	INYECTOR CENTRIFUGO 5650 M3/H	PZA.	1,00	278,40	278,40
3.7	REJILLAS DE TOMA DE AIRE RA 24" X 12"	PZA.	1,00	0	0
4	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
4.1	TABLERO ELÉCTRICO 1 (PLANTA 1)	GLB.	1,00	139,20	139,20
4.2	TABLERO ELÉCTRICO 2 (PLANTA 2)	GLB.	1,00	139,20	139,20
4.3	TABLERO ELÉCTRICO 3 (PLANTA 3)	GLB.	1,00	139,20	139,20
4.4	TABLERO ELÉCTRICO 4 (CONDENSADOR)	GLB.	1,00	139,20	139,20
	<b>TOTAL</b>				<b>14.008,49</b>

Fuente. Elaboración propia

### 3.12. COSTO TOTAL

El costo total por lo tanto se dividirá en tres, por una parte, el costo del proyecto que viene siendo la inversión inicial que se realizará y que cubrirá la instalación y puesta en marcha de todo el sistema.

Por otra parte, será la inversión a largo plazo para ver si el sistema es eficiente y económicamente sostenible, que son los costos de mantenimiento y operación.

Tabla 66. Costo total del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	COSTO [Bs./anual]
1	COSTO PROYECTO	528.302,61
2	COSTO OPERACIÓN	8.073,72
3	COSTO MANTENIMIENTO	14.008,49
	<b>TOTAL</b>	<b>550.384,82</b>

Fuente. Elaboración propia

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

Se consideraron las condiciones exteriores bajo los datos climáticos de ASHRAE para la ciudad de El Alto donde se encuentra ubicado el almacén logístico de la empresa Droguería INTI S.A. y las condiciones interiores de temperatura a 22°C y humedad relativa de 50% para el diseño y selección del sistema de climatización del bloque de administración del almacén.

Se determino la carga térmica del sistema de climatización para refrigeración y calefacción obteniendo un valor total de 37.12 kW y 39.8 kW respectivamente, considerando las características del edificio y tipo de ambientes a ser utilizados. De la misma manera se realizó la comparación de la carga térmica hallada manualmente con la determinada por el software, dándonos resultados de 10 % y 1 % tanto para refrigeración y calefacción, respectivamente. Por lo tanto, podemos concluir que los cálculos realizados fueron de un gran éxito.

Por otra parte, se determinó el caudal de aire para el sistema de ventilación tomando en cuenta el Estandar 62.1 de ASHRAE para calcular las tasas de ventilación para los ambientes de baños, duchas y vestidores, obteniendo un caudal dividido en tres sistemas con un resultado de 951 m<sup>3</sup>/h a 81 Pa, 1260 m<sup>3</sup>/h a 85 Pa y 1008 m<sup>3</sup>/h a 65 Pa, calculado con una presión negativa de acuerdo a la normativa para este tipo de ambientes.

Para la selección de los equipos de aire acondicionado se tomó en cuenta el software de selección VRF Carrier, para la selección de equipos de ventilación y extracción cocina se utilizó el software del fabricante SODECA. Se dimensiono y selecciono los ductos de aire y tubería de cobre adecuados para la arquitectura de los ambientes del bloque de administración.

La propuesta de instalación y montaje de equipos se realizó en base a la experiencia adquirida por la empresa Thermal Energy Ltda. y manuales de instalación de los fabricantes. Para el procedimiento de instalación de los ductos de aire se tomó en cuenta

la norma SMACNA. De la misma manera se realizó el diagrama de Gantt para el proyecto obteniendo un total de 88 días para la instalación completa. El manual de operación y mantenimiento se planteó en base a las normas españolas ATECYR, AMICYF e IDAE.

Se determinó el costo del proyecto en tres partes, dando así una división de los en tres sistemas, para un mejor análisis. Dando como resultado para aire acondicionado Bs. 398.304,60 para 419 m<sup>2</sup> (950,61 Bs/m<sup>2</sup>), Ventilación Bs. 35.231,54 para 115 m<sup>2</sup> (306,10 Bs/m<sup>2</sup>) y extracción de cocina Bs. 72.453,55 para 57,1 m<sup>2</sup> (1.268,89 Bs/m<sup>2</sup>).

El presente proyecto fue cumplir con el objetivo principal, que es el diseño y selección de un sistema de climatización para oficinas. Como se pudo observar los conceptos fueron amplios lo cual es aplicable a proyectos de diferente naturaleza. Por lo que se puede concluir que el presente proyecto es de gran utilidad tanto en el aspecto teórico – académico como en el de aplicación. Así también, se cumplieron todos los objetivos específicos planteados al inicio y obteniendo un resultado acorde a lo requerido por la empresa solicitante.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar las instalaciones con personal calificado en instalaciones de aire acondicionado, siempre teniendo en cuenta las indicaciones del supervisor o la persona encargada de la instalación.

Como se pudo observar el proyecto fue diseñado teniendo en cuenta solo aspectos mecánicos, para la instalación del sistema se deberá de coordinar con las demás especialidades; como eléctricos, sanitarios y el arquitecto para coordinar ubicación exacta de equipos, instalaciones de tubería y ductos de aire y la distribución de rejillas y difusores para que esté acorde a su diseño.

Se recomienda seguir estrictamente el procedimiento de operación y mantenimiento que se detalla en el capítulo 4, para alargar la vida útil de los equipos, siempre teniendo en cuenta que el mantenimiento debe ser realizado por personal calificado con experiencia.

## **GLOSARIO**

**ANSI:** American National Standards Institute

**ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers

**CLO:** Clothes thermal insulation

**HVAC:** Heating Ventilation and Air Conditioning

**IMC:** International Mechanical Code

**ISO:** International Organization for Standardization

**ISPE:** International Society for Pharmaceutical Engineering

**MET:** Human Metabolic Rates

**NFPA:** National Fire Protection Association

**PPD:** Predicted Percentage of Dissatisfied

**VRF:** Variable Refrigerant Flow

**VRV:** Volumen de Refrigerante Variable

## BIBLIOGRAFÍA

- ACGIH. (1998). *Industrial Ventilation Manual* (23rd ed.). EEUU: ACGIH.
- ANSI/ASHRAE. (2022). *Standard 62.1 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta: ASHRAE.
- ANSI/ASHRAE Standard 55. (2010). *Thermal Environmental Condition for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2017). *Handbook-Fundamentals*. EEUU: Ed. ASHRAE.
- Camara departamental de la construcción Cochabamba. (2010). *Análisis de precios unitarios para la construcción*. Cochabamba.
- Canovas, J. L. (s.f.). *Psicrometría*.
- Carrier Air Conditioning Company. (1980). *Manual de Aire Acondicionado*. España: Macombo SA.
- Center for the Built Environment. (2023). *CBE Thermal Comfort Tool*. Obtenido de CBE Thermal Comfort Tool for ASHRAE-55: <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- Choquehuanca M., A. (2013). *Diseño de un sistema de Aire Acondicionado para edificios SEI La Paz*. La Paz.
- CTE. (2022). *Código técnico de la edificación*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/>
- Delgado Quiros, J. A. (2019). Rediseño del sistema de aire acondicionado para el edificio D-15. Cartago, Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.
- Díaz, V. S., & Barreneche, R. O. (2005). *Acondicionamiento térmico en edificios*. Buenos Aires: nokubo.
- Division de educación continua facultad de ingeniería UNAM. (1985). *Sistemas de acondicionamiento de aire*.
- Escuela de Refrigeración del Perú. (2020). *Apuntes de Diplomado de Aire Acondicionado*. ERP.

- Garo Filtros. (2017). *Garo Filtros*. Obtenido de [www.garofiltros.com](http://www.garofiltros.com)
- González Sierra, C. (2013). *Diseño y cálculo de instalaciones de climatización*. España: Canopina.
- GreenHeck. (2005). *Sistemas de ventilacion para cocinas*. Schofield: KVS Appl & Design.
- GreenHeck. (2005). *Sistemas de Ventilación para Cocinas*. Wisconsin: Fan Fund.
- HABITISSIMO. (2020). *HABITISSIMO*. Obtenido de [HABITISSIMO.com.mx](http://HABITISSIMO.com.mx): <https://www.habitissimo.com.mx/presupuesto/mantenimiento-aire-acondicionado#:~:text=El%20costo%20aproximado%20de%20un,condiciones%20en%20que%20se%20presenten>.
- Hildenbrandt Gruppe. (07 de Diciembre de 2015). *Hildenbrandt Gruppe*. Obtenido de [hildebrandt.cl](http://hildebrandt.cl): <http://www.hildebrandt.cl/elementos-que-definen-el-confort-higrotermico-en-un-edificio/>
- IDAE. (2007). *Mantenimiento de instalaciones térmicas*. Madrid: Comunicacion IDAE.
- IRAM. (2002). *Aislamiento Termico de edificios - IRAM 11601* (Tercera ed.). Argentina: IRAM.
- ISPE. (2009). *Heating, Ventilation, and Air Contidioting (HVAC)*. Florida USA: ISPE.
- NFPA 96. (2001). *Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations (NFPA 96)*. Massachusetts: NFPA.
- Pita, E. G. (2005). *Acondicionamiento de Aire*. Mexico DF: Grupo GEO.
- Quadri, N. (2001). *Sistema de aire acondicionado Calidad del aire*. Buenos Aires: Alsina.
- Quadri, N. P. (2008). *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*. Buenos Aires: Alsina.
- Salvador Escoda S.A. (s.f.). *Manual practico de ventilación*. Barcelona: Salvador Escoda.
- Soler&Palau. (s.f.). *Manual de Ventilación*. España.

# ANEXOS

## ANEXO I: Condiciones climáticas de diseño exteriores en Bolivia ASHRAE 2021

LA PAZ EL ALTO, BOLIVIA (WMO: 852010)

Lat:16.513S Long:68.192W Elev:4062 StdP: 61.15 Time zone:-4.00 (W04) Period:94-19 WBAN:99999

Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions																
Coldest Month	Heating DB			Humidification DP/MCDB and HR						Coldest month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB		WSF
	99.6%	99%	DP	99.6%			99%			0.4%		1%		MCWS	PCWD	
				HR	MCDB	DP	HR	MCDB	WS	MCDB	WS	MCDB				
7	-5.0	-3.9	-20.8	1.0	6.0	-18.1	1.3	7.3	11.5	10.7	9.8	10.5	2.1	20	0.667	
Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions																
Hottest Month	Hottest Month DB Range	Cooling DB/MCWB						Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB		
		0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		MCWS	PCWD	
		DB	MCWB	DB	MCWB	DB	MCWB	WB	MCDB	WB	MCDB	WB	MCDB			
11	12.7	18.1	5.7	17.1	5.6	16.2	5.5	9.1	13.8	8.6	13.3	8.2	12.8	4.8	130	
Dehumidification DP/MCDB and HR																
0.4%			1%			2%			0.4%			1%			Extreme Max WB	
DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB	DP	HR	MCDB	Enth	MCDB	Enth	MCDB	Enth	MCDB		
7.2	10.5	10.0	6.9	10.3	9.8	6.2	9.8	9.2	39.1	13.9	37.8	13.4	36.4	13.1		13.4
Extreme Annual Design Conditions																
Extreme Annual WS			Extreme Annual Temperature				n-Year Return Period Values of Extreme Temperature									
1%	2.5%	5%	Mean		Standard deviation		n=5 years		n=10 years		n=20 years		n=50 years			
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max		
8.5	7.4	6.6	DB	-8.0	20.2	0.8	1.2	-8.5	21.0	-9.0	21.7	-9.4	22.4	-10.0	23.3	
			WB	-10.6	10.4	0.9	0.9	-11.2	11.1	-11.7	11.7	-12.2	12.2	-12.9	12.9	
Monthly Climatic Design Conditions																
Temperatures, Degree-Days and Degree-Hours	Annual	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec			
	DBAvg	7.8	9.2	9.2	8.9	8.2	6.5	5.4	5.1	6.1	7.4	8.7	9.5	9.6		
	DBStd	2.08	1.33	1.23	1.23	1.18	1.37	1.38	1.42	1.44	1.42	1.36	1.28	1.33		
	HDD10.0	841	32	29	37	56	108	139	151	122	79	43	23	23		
	HDD18.3	3841	283	257	291	305	366	389	409	381	328	298	263	270		
	CDD10.0	41	6	6	4	1	0	0	0	0	1	3	9	11		
	CDD18.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	CDH23.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	CDH26.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Wind	WSAvg	3.1	3.1	3.1	3.0	2.8	2.9	3.0	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.3		
Precipitation	PrecAvg	535	119	90	76	30	10	6	4	12	30	36	47	86		
	PrecMax	798	220	170	179	70	38	42	27	62	87	110	114	160		
	PrecMin	355	13	11	14	0	0	0	0	0	1	3	7	29		
	PrecStd	118	46	39	41	17	10	9	6	14	21	24	27	32		
Monthly Design Dry Bulb and Mean Coincident Wet Bulb Temperatures	0.4%	DB	17.8	17.2	17.9	17.1	16.9	16.1	16.2	17.1	18.0	18.2	19.2	19.0		
		MCWB	7.0	7.7	7.4	5.4	4.4	3.4	3.2	3.4	4.5	4.9	5.5	5.9		
	2%	DB	16.0	15.9	16.1	16.0	15.8	15.1	15.1	16.0	16.6	17.1	18.0	17.2		
		MCWB	7.4	7.8	7.3	5.9	4.1	3.2	3.0	3.5	4.3	5.0	5.5	6.5		
	5%	DB	14.8	14.2	14.9	15.0	14.9	14.1	14.1	15.0	15.5	16.1	16.9	16.0		
		MCWB	7.6	7.8	7.4	5.8	3.9	3.0	2.7	3.4	4.1	5.1	5.7	7.0		
	10%	DB	13.2	13.1	13.5	14.0	13.9	13.1	13.0	14.0	14.2	15.0	15.8	14.6		
		MCWB	7.5	7.7	7.2	5.8	3.8	2.6	2.4	3.0	4.1	5.3	5.9	6.9		
Monthly Design Wet Bulb and Mean Coincident Dry Bulb Temperatures	0.4%	WB	9.6	9.7	9.2	8.8	7.5	6.1	5.6	6.3	7.6	8.1	8.7	9.1		
		MCDB	14.1	14.5	14.2	13.5	13.0	12.7	12.5	12.8	13.5	14.0	14.5	14.3		
	2%	WB	8.9	9.0	8.7	8.0	6.6	5.0	4.6	5.5	6.6	7.4	8.1	8.5		
		MCDB	13.3	13.5	13.5	12.9	12.2	11.9	11.6	12.3	12.6	13.3	13.8	13.4		
	5%	WB	8.3	8.5	8.1	7.5	5.8	4.2	3.9	4.7	6.1	6.9	7.6	8.0		
		MCDB	12.6	12.7	12.8	12.3	11.6	11.1	11.1	11.7	12.1	12.7	13.3	12.9		
	10%	WB	7.9	8.0	7.7	7.0	5.0	3.6	3.2	4.1	5.5	6.4	7.0	7.6		
		MCDB	11.9	11.9	12.1	11.7	11.0	10.6	10.5	11.0	11.4	12.0	12.8	12.3		
Mean Daily Temperature Range	5% DB	MDBR	9.1	9.1	10.0	12.3	15.5	16.4	16.4	16.4	14.6	13.2	12.7	10.7		
		MCDBR	11.1	10.9	12.3	14.3	17.0	17.7	18.1	18.2	16.7	15.3	15.3	13.0		
		MCWBR	4.7	4.9	5.4	6.5	8.4	9.1	9.2	8.8	7.7	6.5	6.2	5.3		
	5% WB	MCDBR	9.3	9.4	10.1	11.2	13.8	15.6	15.8	15.4	13.3	12.4	11.8	10.2		
		MCWBR	4.7	4.7	5.0	5.7	7.3	8.4	8.5	8.0	7.7	6.5	6.2	5.3		
Clear Sky Solar Irradiance	taub	0.274	0.270	0.263	0.248	0.239	0.234	0.240	0.274	0.323	0.294	0.277	0.278			
	taud	2.636	2.672	2.704	2.753	2.717	2.746	2.681	2.514	2.364	2.481	2.561	2.590			
	Ebn at noon	1072	1066	1052	1035	1014	1003	1003	991	974	1028	1061	1067			
	Edn at noon	101	96	90	80	77	72	79	100	125	115	108	105			
	RadAvg	5.54	5.55	5.52	5.41	5.25	4.97	5.09	5.57	5.84	6.21	6.50	5.87			
RadStd	0.32	0.26	0.32	0.29	0.26	0.25	0.25	0.27	0.45	0.41	0.40	0.32				
Historical Trends																
Station Only	DBAvg	+0.38	N/A	-2.66	+0.76	N/A	N/A	-105	-128	+20	N/A					
	Regional (0 neighbors)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

## ANEXO II: Condiciones interiores de diseño para invierno y verano.

TIPO DE APLICACIÓN	VERANO					INVIERNO				
	De lujo		Practica comercial			Con humectación			Sin humectación	
	Temperatur a seca °C	Humeda d Relativa %	Temperatur a seca °C	Humeda d Relativa %	Variación de Temperatur a °C **	Temperatur a seca °C	Humeda d Relativa %	Variación de Temperatur a °C ***	Temperatur a seca °C	Variación de Temperatur a °C ***
<b>CONFORT GENERAL</b> Departamentos, chalet, hotel, oficina, colegio, hospital, etc.	23 - 24	50 - 45	25 - 26	50 - 45	1 a 2	23 - 24	35 - 30	-1,5 a -2	24 - 25	-2
<b>TIENDAS COMERCIALES</b> (Ocupación de corta duración), Banco, peluquería, supermercado, grandes almacenes, etc.	24 - 26	50 - 45	26 - 27	50 - 45	1 a 2	22 - 23	35 - 30 ****	-1,5 a -2	23 - 24	-2
<b>APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE</b> (Carga latente elevada), Auditorio, iglesia, bar, restaurante, cocina, etc.	24 - 26	55 - 50	26 - 27	60 - 50	0,5 a 1	22 - 23	40 - 35	-1 a -2	23 - 24	-2
<b>CONFORT INDUSTRIAL</b> Secciones de montaje, salas de máquina, etc.	25 - 27	55 - 45	26 - 29	60 - 50	2 a 3	20 - 22	35 -30	-2 a -3	21 - 23	-3

\* La temperatura seca de proyecto para el ambiente interior debería ser reducida cuando hay paneles radiantes calientes, adyacentes a los ocupantes e incrementada cuando aquéllos que son fríos, a fin de compensar el incremento o disminución con el calor radiante intercambiado desde el cuerpo. Un panel frío o caliente puede ser un cristal sin sombras o muros exteriores acristalados (calientes en verano, fríos en invierno), o tabiques delgados con espacios adyacentes calientes o fríos. Un suelo directamente sobre tierra y muros por debajo del nivel del suelo son paneles fríos durante el invierno y con frecuencia también durante el verano. Tanques calientes, hogares y máquinas son paneles calientes.

\*\* La variación de temperatura es por encima de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en verano.

\*\*\* La variación de temperatura es por encima de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en invierno (Sin luces, ocupantes o aportaciones solares)

\*\*\*\* La humectación durante el invierno se recomienda para tiendas de confección, para conservar la calidad del género

**Nota.** La temperatura interior se considera para personas en reposo y se debe medir en la zona de respiración a 1,5 metros desde el piso y a no menos de 1 metro de las paredes exteriores. **Fuente.** (Carrier Air Acondicioning Company, 1980)



**ANEXO III: Máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo (CARRIER AIR ACONDICIONING COMPANY, 1980).**

**TABLA 6. MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO \***  
kcal/ (hora) (m<sup>2</sup>)

LATITUD NORTE	MES	ORIENTACIÓN (LATITUD NORTE)									MES	LATITUD SUR
		N**	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.		
0°	Junio	160	423	398	113	38	113	398	423	612	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	0°
	Julio y Mayo	130	414	412	141	38	141	412	414	631		
	Agosto y Abril	67	382	442	214	38	214	442	382	664		
	Sept. y Marzo	27	320	452	320	38	320	452	320	678		
	Oct. y Febrero	27	214	442	382	92	382	442	214	664		
	Nov. y Enero	27	141	412	414	181	414	412	141	631		
Diciembre	27	113	398	423	222	423	398	113	612			
10°	Junio	108	414	420	149	38	149	420	414	659	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	10°
	Julio y Mayo	81	401	428	179	38	179	428	401	669		
	Agosto y Abril	35	352	442	254	38	254	442	352	678		
	Sept. y Marzo	27	279	444	344	75	344	444	279	669		
	Oct. y Febrero	27	179	420	404	198	404	420	179	623		
	Nov. y Enero	24	100	387	436	287	273	387	100	569		
Diciembre	24	75	371	442	324	442	371	75	547			
20°	Junio	70	417	453	198	38	198	453	417	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	20°
	Julio y Mayo	51	374	442	230	38	230	442	374	680		
	Agosto y Abril	29	320	447	306	70	306	447	320	669		
	Sept. y Marzo	27	235	442	379	176	379	442	235	631		
	Oct. y Febrero	24	141	398	433	301	433	398	141	564		
	Nov. y Enero	21	70	347	444	382	444	347	70	488		
Diciembre	21	48	328	452	404	452	328	48	461			
30°	Junio	54	377	436	244	57	244	436	377	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	30°
	Julio y Mayo	43	355	444	271	81	271	444	355	667		
	Agosto y Abril	29	292	447	349	170	349	447	292	637		
	Sept. y Marzo	24	244	428	412	284	412	428	244	574		
	Oct. y Febrero	21	105	366	442	393	442	366	105	485		
	Nov. y Enero	19	43	314	439	431	439	314	43	393		
Diciembre	16	32	284	439	442	439	284	32	355			
40°	Junio	46	360	439	301	146	301	439	360	642	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	40°
	Julio y Mayo	40	344	444	339	187	339	444	344	631		
	Agosto y Abril	29	276	439	395	276	396	439	276	580		
	Sept. y Marzo	24	157	404	439	379	439	404	157	496		
	Oct. y Febrero	19	94	330	442	439	442	330	94	349		
	Nov. y Enero	13	32	271	423	450	423	271	32	279		
Diciembre	13	27	233	401	447	401	233	27	230			
50°	Junio	43	341	444	366	252	366	444	341	596	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	50°
	Julio y Mayo	38	317	442	387	287	387	442	317	572		
	Agosto y Abril	29	254	428	425	374	425	428	254	501		
	Sept. y Marzo	21	157	374	442	428	442	374	157	401		
	Oct. y Febrero	13	78	284	425	452	425	284	78	254		
	Nov. y Enero	10	24	173	344	414	344	173	24	143		
Diciembre	8	19	127	314	382	314	127	19	108			
		S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	Horiz.		
ORIENTACIÓN (LATITUD SUR)												
Coefficiente de corrección	Marco metálico o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17	Limpidez - 15 % más.	Altitud + 0,7 % por 300 m			Punto de rocío superior a 19,5° C - 5 % por 4° C		Punto de rocío inferior a 19,5° C + 5 % por 14° C		Latitud Sur Dic. o Enero + 7 %		

\* Valores extraídos de la Tabla 15.

\*\* Las aportaciones para los cristales orientados al norte (Latitud Norte) o al sur (Latitud Sur) se constituyen principalmente de radiación difundida, la cual es sensiblemente constante durante todo el día. Los valores indicados son promedios tomados sobre 12 horas (de 6 a 18 horas). Los factores de almacenamiento en las Tablas 7 hasta 11 suponen que las aportaciones solares sobre orientaciones Norte (o Sur) son constantes, y se emplean en consecuencia los mismos factores que para el valor lumínico.

# ANEXO IV: Factores de almacenamiento sobre carga térmica, aportaciones solares sobre estructura y vidrio sencillo.

TABLA 11. FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES  
Funcionamiento de 12 horas diarias, Temperatura interior constante\*\*\*

ORIENTACION (Latitud Norte)	PESO (kg por m <sup>2</sup> de superf. de suelo)	CON PANTALLA INTERIOR *												SIN O CON PANTALLA EXTERIOR **												ORIENTACION (Latitud Norte)
		HORA SOLAR																								
		MAÑANA						TARDE						MAÑANA						TARDE						
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
NE	750 y más	0,59	0,67	0,62	0,49	0,33	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,17	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,25	SE
	500	0,59	0,68	0,64	0,52	0,35	0,29	0,24	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,35	0,45	0,50	0,49	0,45	0,42	0,34	0,30	0,27	0,26	0,23	0,20	
E	750 y más	0,51	0,66	0,71	0,67	0,57	0,40	0,29	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,36	0,44	0,50	0,53	0,53	0,50	0,44	0,39	0,36	0,34	0,30	0,28	E
	500	0,52	0,67	0,73	0,70	0,58	0,40	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,16	0,34	0,44	0,54	0,58	0,57	0,51	0,44	0,39	0,34	0,31	0,28	0,24	
SE	750 y más	0,20	0,42	0,59	0,70	0,74	0,71	0,61	0,48	0,33	0,30	0,26	0,24	0,34	0,37	0,43	0,50	0,54	0,58	0,57	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	NE
	500	0,18	0,40	0,57	0,70	0,75	0,72	0,63	0,49	0,34	0,28	0,25	0,21	0,29	0,33	0,41	0,51	0,56	0,61	0,56	0,49	0,44	0,37	0,33		
S	750 y más	0,28	0,25	0,40	0,53	0,64	0,72	0,77	0,77	0,73	0,67	0,49	0,31	0,47	0,43	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,65	0,66	0,65	0,61	0,54	N
	500	0,26	0,22	0,38	0,51	0,64	0,73	0,79	0,79	0,77	0,65	0,51	0,31	0,44	0,37	0,39	0,43	0,50	0,57	0,64	0,68	0,70	0,68	0,63	0,53	
SO	750 y más	0,31	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,50	0,63	0,72	0,74	0,69	0,54	0,51	0,44	0,40	0,37	0,34	0,36	0,41	0,47	0,54	0,57	0,60	0,58	NO
	500	0,33	0,28	0,25	0,23	0,23	0,35	0,50	0,64	0,74	0,77	0,70	0,55	0,53	0,44	0,37	0,35	0,31	0,33	0,39	0,46	0,55	0,62	0,64	0,60	
O	750 y más	0,63	0,31	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,29	0,46	0,61	0,71	0,72	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31	0,31	0,35	0,42	0,49	0,54	O
	500	0,67	0,33	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,28	0,44	0,61	0,72	0,73	0,60	0,52	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,28	0,33	0,43	0,51	0,57	
NO	750 y más	0,68	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,24	0,41	0,56	0,67	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26	0,30	0,37	0,44	SO
	500	0,71	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,23	0,40	0,58	0,70	0,54	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,24	0,30	0,39	0,48	
N y sombra	750 y más	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,75	0,75	0,79	0,83	0,84	0,86	0,88	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	S y sombra
	500	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h =

$$[\text{Máxima aportación solar kcal/h.m}^2 \text{ (Tabla 6)}] \times [\text{superficie acristalada, m}^2] \times [\text{factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)}] \times [\text{factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)}].$$

- \* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.
- \*\* Vidrio descubierta: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierta.
- \*\*\* Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

\*\*\*\* Peso por m<sup>2</sup> de superficie de suelo.

$$\text{Local con uno o dos muros exteriores} = \frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local interior (sin muros exteriores)} = \frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local en sótano (piso sobre suelo)} = \frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Edificio o zona entera} = \frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportas, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0,50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m<sup>2</sup> de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33

# ANEXO V: Diferencia de temperatura equivalente, para muros soleados y en sombra

**TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)**

Muros soleados o en sombra\*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																								<i>SUR</i>	
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA			<i>SE</i>
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5		
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1		
NE	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5		
NE	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8			
NE	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9		
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7		
E	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0	0		
E	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3		
E	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7		
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1		
SE	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1		
SE	500	3,9	3,9	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3		
SE	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0	5,0		
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5		
S	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5		
S	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8		
S	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9		
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5		
SO	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7		
SO	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9		
SO	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4		
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	0	-0,5		
O	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1		
O	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,4	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9		
O	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2	7,2	7,2		
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1		
NO	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5		
NO	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8		
NO	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0		
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1			
N (en la sombra)	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1			
N (en la sombra)	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5		
N (en la sombra)	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5		

Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 21 a 26).

- \* Válido tanto si el muro tiene o no aislamiento.
- \*\* Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto
- \*\*\* El peso por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 21 a 25. Para pesos por m² inferiores a 100 kg/m², tomar los valores correspondientes a 100 kg/m².

Factor "a" corrección de la diferencia equivalente de temperatura.

**TABLA 20 A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)**

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	0,3	0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	0,1	0,7	1,2	1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

## ANEXO VI: Diferencia equivalente de temperatura para techo soleado o en sombra

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)  
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA\*

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

CONDICIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																							
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1
400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0
Rociado	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	0	-0,5	-0,5
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	-6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
(en la sombra)	100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA	
		HORA SOLAR																							

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 27 ó 28).

\* Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes.  
Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.

\*\* Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto.

\*\*\* Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 27 ó 28.

**ANEXO VII:** Tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración. Según (ANSI/ASHRAE, 2022)

**TABLA 6-1 RATAS MÍNIMAS DE VENTILACION EN ZONAS DE RESPIRACION (Continuación)**  
(Esta tabla no es válida aisladamente; debe ser usada en conjunto con las notas que la acompañan.)

Categoría de ocupación	Rata de aire exterior para personas $R_p$		Rata de aire exterior del área $R_a$		Notas	Valores por defecto		Clase de aire	
	cfm/ persona	L/s persona	cfm/ pie <sup>2</sup>	L/ 5-m <sup>2</sup>		Densidad de ocupación (Ver Nota 4)	Rata combinada de aire exterior (Ver Nota 5)		
						#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/ persona L/s persona		
<b>Edificios de oficinas</b>									
Espacios de oficinas	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Áreas de recepción	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Teléfonos/datos de entrada	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Vestibulos de entrada principal	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
<b>Espacios diversos</b>									
Cajas de bancos / cajas de depósitos	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	2
Computador (sin inmersión)	5	2.5	0.06	0.3		4	20	10.0	1
Cuartos de equipo eléctrico	—	—	0.06	0.3	B	—			1
Cuartos de ascensores mecánicos	—	—	0.12	0.6	B	—			1
Droguería (área de preparación)	5	2.5	0.18	0.9		10	23	11.5	2
Estudios fotográficos	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Despacho/Recepción	—	—	0.12	0.6	B	—			1
Cabina de teléfonos	—	—	0.00	0.0		—			1
España de transporte	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1
Bodegas	—	—	0.06	0.3	B	—			2
<b>Espacios públicos de asamblea</b>									
Auditorio –área de sillas	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Sitios de adoración religiosa	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1
Salas de corte	5	2.5	0.06	0.3		70	6	2.9	1
Cámaras legislativas	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Biblioteca	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Vestibulos	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Museos (niños)	7.5	3.8	0.12	0.6		40	11	5.3	1
Museos /galerías	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
<b>Residencial</b>									
Unidad comunitaria	5	2.5	0.06	0.3	F,G	F			1
Corredores comunes	—	—	0.06	0.3					1
<b>Almacenes</b>									
Ventas (excepto lo indicado abajo)	7.5	3.8	0.12	0.6		15	16	7.8	2
Áreas comunes de centros comerciales	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
Barbería	7.5	3.8	0.06	0.3		25	10	5.0	2
Salones de belleza y corte de uñas	20	10	0.12	0.6		25	25	12.4	2
Almacenes de mascotas (áreas de animales)	7.5	3.8	0.18	0.9		10	26	12.8	2
Supermercados	7.5	3.8	0.06	0.3		8	15	7.6	1
Lavadoras de monedas	7.5	3.8	0.06	0.3		20	11	5.3	2

**ANEXO VIII:** Tasas mínimas de extracción. Según (ANSI/ASHRAE, 2022)

**TABLA 6-4** Ratas mínimas de extracción

Categoría de ocupación	Rata de extracción, cfm/unidad	Rata de extracción, cfm/pie <sup>2</sup>	Notas	Rata de extracción, L/s-unidad	Rata de extracción, L/s-m <sup>2</sup>	Aire clase
Arenas	—	0.50	B	—	—	1
Salón de clase de arte	—	0.70		—	3.5	2
Salones de reparación de automóviles	—	1.50	A	—	7.5	2
Peluquerías, barberías	—	0.50		—	2.5	2
Salones de belleza y de corte de uñas	—	0.60		—	3.0	2
Celdas con sanitario	—	1.00		—	5.0	2
Cuartos de copiado e impresión	—	0.50		—	2.5	2
Cuartos de revelado	—	1.00		—	5.0	2
Laboratorios de ciencia para educación	—	1.00		—	5.0	2
Cuartos de aseo, basuras y reciclaje	—	1.00		—	5.0	3
Cocinetas	—	0.30		—	1.5	2
Cocinas comerciales	—	0.70		—	3.5	2
Cuartos de vestieres	—	0.25		—	1.25	2
Cuartos de armarios	—	0.50		—	2.5	2
Cabinas de pintura por atomización	—	—	F	—	—	4
Garajes de parqueo	—	0.75	C	—	3.7	2
Tienda de mascotas (area de animales)	—	0.90		—	4.5	2
Cuartos de maquinaria de refrigeración	—	—	F	—	—	3
Cocinas residenciales	50/100	—	G	25/50	—	2
Cuartos de almacenamiento de ropa	—	1.00	F	—	5.0	3
Cuartos de almacén de químicos	—	1.50	F	—	7.5	4
Baños—privados	25/50	—	E	12.5/25	—	2
Baños—públicos	50/70	—	D	25/35	—	2
Taller de carpintería / salón de clase	—	0.50		—	2.5	2

- A Espacios donde los motores operan deben tener sistemas de extracción conectados directamente al desfogue del motor y prevenir fugas de humos.  
 B Cuando el equipo de combustión está previsto para ser usado en la superficie de trabajo, se debe proveer ventilación por dilución adicional y/o control en la fuente.  
 C No se requiere extracción si dos o más paredes cuentan con un 50% de área abierta al exterior.  
 D Rata por inodoro o orinal. Suministre la rata mayor en periodos de alto uso donde se espere que ello ocurra. Por ejemplo, baños de teatros, colegios, áreas de deporte. De lo contrario se pueden mantener las ratas mínimas.  
 E La rata es para un cuarto de baño ocupado por una persona a la vez. Para operación de sistemas continuos durante horas normales de uso, la rata más baja puede ser usada. De lo contrario se puede emplear la rata mayor.  
 F Véase otros estándares aplicables para ratas de extracción.  
 G Para sistemas de operación continuos, la rata más baja puede ser usada. De lo contrario úsese la rata mayor.

**ANEXO IX:** Ganancia de calor sensible y latente por personas para diferentes actividades.

**Table 1 Representative Rates at Which Heat and Moisture Are Given Off by Human Beings in Different States of Activity**

Degree of Activity	Location	Total Heat, W		Sensible Heat, W	Latent Heat, W	% Sensible Heat that is Radiant <sup>b</sup>	
		Adult Male	Adjusted, M/F <sup>a</sup>			Low <i>V</i>	High <i>V</i>
Seated at theater	Theater	115	105	70	35	60	27
Seated, very light work	Offices, hotels, apartments	130	115	70	45		
Moderately active office work	Offices, hotels, apartments	140	130	75	55		
Standing, light work; walking	Department store; retail store	160	130	75	55	58	38
Walking, standing	Drug store, bank	160	145	75	70		
Sedentary work	Restaurant <sup>c</sup>	145	160	80	80		
Light bench work	Factory	235	220	80	140		
Moderate dancing	Dance hall	265	250	90	160	49	35
Walking 4.8 km/h; light machine work	Factory	295	295	110	185		
Bowling <sup>d</sup>	Bowling alley	440	425	170	255		
Heavy work	Factory	440	425	170	255	54	19
Heavy machine work; lifting	Factory	470	470	185	285		
Athletics	Gymnasium	585	525	210	315		

*Notes:*

1. Tabulated values are based on 24°C room dry-bulb temperature. For 27°C room dry bulb, total heat remains the same, but sensible heat values should be decreased by approximately 20%, and latent heat values increased accordingly.
2. Also see Table 4, Chapter 9, for additional rates of metabolic heat generation.
3. All values are rounded to nearest 5 W.

- <sup>a</sup>Adjusted heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, and assumes that gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and gain from a child is 75% of that for an adult male.
- <sup>b</sup>Values approximated from data in Table 6, Chapter 9, where *V* is air velocity with limits shown in that table.
- <sup>c</sup>Adjusted heat gain includes 18 W for food per individual (9 W sensible and 9 W latent).
- <sup>d</sup>Figure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (117 W) or standing or walking slowly (231 W).

**ANEXO X: Ganancia de calor sensible debido a iluminación por el método de metro cuadrado de superficie. (ASHRAE, 2017)**

**Table 2 Lighting Power Densities Using Space-by-Space Method**

Common Space Types*	LPD, W/m <sup>2</sup>	Common Space Types*	LPD, W/m <sup>2</sup>	Building-Specific Space Types*	LPD, W/m <sup>2</sup>
<b>Atrium</b>		<b>Loading Dock, Interior</b>	5.1	<b>Health Care Facility</b>	
≤12.2 m high	1.1/m total height	<b>Lobby</b>		In exam/treatment room	18.0
>12.2 m high	4.3 + 0.7/m total height	In facility for the visually impaired (and not used primarily by staff) <sup>e</sup>	19.4	In imaging room	16.3
		For elevator	7.0	In medical supply room	7.96
<b>Audience Seating Area</b>		In hotel	11.5	In nursery	9.5
In auditorium	6.8	In motion picture theater	6.4	In nurses' station	7.6
In convention center	8.9	In performing arts theater	21.6	In operating room	26.8
In gymnasium	7.1	All other lobbies	9.7	In patient room	6.7
In motion picture theater	12.3	<b>Locker Room</b>	8.1	In physical therapy room	9.9
In penitentiary	3.1	<b>Lounge/Breakroom</b>		In recovery room	12.4
In performing arts theater	26.2	In health care facility	10.0	<b>Library</b>	
In religious building	16.5	All other lounges/breakrooms	7.9	In reading area	11.5
In sports arena	4.7	<b>Office</b>		In stacks	18.4
All other audience seating areas	4.7	Enclosed	12.0	<b>Manufacturing Facility</b>	
<b>Banking Activity Area</b>	11.9	Open plan	10.6	In detailed manufacturing area	13.9
<b>Breakroom (See Lounge/Breakroom)</b>		<b>Parking Area, Interior</b>	2.1	In equipment room	8.0
<b>Classroom/Lecture Hall/Training Room</b>		<b>Pharmacy Area</b>	18.1	In extra-high-bay area (15.2 m floor-to-ceiling height)	11.3
In penitentiary	14.5	<b>Restroom</b>		In high-bay area (7.6 to 15.2 m floor-to-ceiling height)	13.3
All other classrooms/lecture halls/training rooms	13.4	In facility for the visually impaired (and not used primarily by staff) <sup>e</sup>	13.1	In low-bay area (<7.6 m floor-to-ceiling height)	12.9
<b>Conference/Meeting/Multipurpose Room</b>	13.3	All other restrooms	10.6	<b>Museum</b>	
<b>Confinement Cells</b>	8.8	<b>Sales Area<sup>d</sup></b>	15.5	In general exhibition area	11.4
<b>Copy/Print Room</b>	7.8	<b>Seating Area, General</b>	5.9	In restoration room	11.0
<b>Corridor<sup>b</sup></b>		<b>Stairway</b>		<b>Performing Arts Theater, Dressing Room</b>	6.6
In facility for visually impaired (and not used primarily by staff) <sup>e</sup>	9.9	Space containing stairway determines LPD and control requirements for stairway.		<b>Post Office, Sorting Area</b>	10.2
In hospital	10.7	<b>Stairwell</b>	7.4	<b>Religious Buildings</b>	
In manufacturing facility	4.4	<b>Storage Room</b>		In fellowship hall	6.9
All other corridors	7.1	<4.65 m <sup>2</sup>	13.3	In worship/pulpit/choir area	16.5
<b>Courtroom</b>	18.6	All other storage rooms	6.8	<b>Retail Facilities</b>	
<b>Computer Room</b>	18.4	<b>Vehicular Maintenance Area</b>	7.3	In dressing/fitting room	7.7
<b>Dining Area</b>		<b>Workshop</b>	17.2	In mall concourse	11.9
In penitentiary	10.4	<b>Building-Specific Space Types* LPD, W/m<sup>2</sup></b>		<b>Sports Arena, Playing Area</b>	
In facility for visually impaired (and not used primarily by staff) <sup>e</sup>	28.5 W/m <sup>2</sup>	<b>Facility for Visually Impaired<sup>e</sup></b>		For Class I facility	39.7
In bar/lounge or leisure dining	11.6	In chapel (used primarily by residents)	23.8	For Class II facility	25.9
In cafeteria or fast food dining	7.0	In recreation room/common living room (and not used primarily by staff)	26.0	For Class III facility	19.4
In family dining	9.6	<b>Automotive</b>		For Class IV facility	13.0
All other dining areas	7.0	(See Vehicular Maintenance Area)		<b>Transportation Facility</b>	
<b>Electrical/Mechanical Room<sup>f</sup></b>	4.6	<b>Convention Center: Exhibit Space</b>	15.7	In baggage/carousel area	5.7
<b>Emergency Vehicle Garage</b>	6.1	<b>Dormitory/Living Quarters</b>	4.2	In an airport concourse	3.9
<b>Food Preparation Area</b>	13.1	<b>Fire Station: Sleeping Quarters</b>	0.22	At a terminal ticket counter	8.7
<b>Guest Room</b>	9.8	<b>Gymnasium/Fitness Center</b>		<b>Warehouse—Storage Area</b>	
<b>Laboratory</b>		In exercise area	7.8	For medium to bulky, palletized items	6.2
In or as classroom	15.5	In playing area	13.0	For smaller, hand-carried items <sup>g</sup>	10.2
All other laboratories	19.5				
<b>Laundry/Washing Area</b>	6.5				

Source: ASHRAE Standard 90.1-2013.

\*In cases where both a common space type and a building-specific type are listed, the building-specific space type applies.

<sup>b</sup>In corridors, extra lighting power density allowance is granted when corridor width is <2.4 m and is not based on room/corridor ratio (RCR).

<sup>e</sup>A facility for the visually impaired one that can be documented as being designed to comply with light levels in ANSI/IES RP-28 and is (or will be) licensed by local state authorities for either senior long-term care, adult daycare, senior support, and/or people with special visual needs.

<sup>d</sup>For accent lighting, see section 9.6.2(b) of ASHRAE Standard 90.1-2013.

<sup>e</sup>Sometimes called a picking area.

<sup>f</sup>An additional 5.7 W/m<sup>2</sup> is allowed *only* if this additional lighting is controlled separately from the base allowance of 4.5 W/m<sup>2</sup>.



## ANEXO XI: Ganancia de calor sensible y latente por diversos aparatos eléctricos (CARRIER AIR ACONDICIONING COMPANY, 1980)

**TABLA Nº 13**

**GANANCIAS DEBIDA A LOS APARATOS DE RESTAURANTES (Sin campana de extracción)**

APARATO	DATOS DIVERSOS	Potencia Nominal W	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO					
			Calor sensible kcal/h	Calor latente kcal/h	Calor sensible W	Calor latente W	Calor total W	
<b>ELECTRICOS</b>								
Percolador 2 litros	manual	650	227	55	263	64	327	
Calentador de agua 2 litros	manual	89	58	24	67	28	95	
Percolador completo	automatico	4901	1200	300	1392	348	1740	
Cafetera	manual	3480	650	425	754	493	1247	
Cafetera	automatico	4472	550	375	638	435	1073	
Cafetera	automatico	4965	850	575	986	667	1653	
Máquina donut	automatico	4640	1250	0	1450	0	1450	
Cocedora para huevos	manual	1085	300	200	348	232	580	
Mesa caliente, con caliente platos, por m <sup>2</sup> de superficie	automatico	4176	950	950	1102	1102	2204	
Mesa caliente, sin caliente platos, por m <sup>2</sup> de superficie		3190	540	960	626	1114	1740	
Freidora de 5 litros de aceite	automatico	2575	400	600	464	696	1160	
Freidora de 10 litros de aceite	automatico	6954	950	1425	1102	1653	2755	
Placa calentadora	automatico	2320	775	425	899	493	1392	
Parrilla para carne	automatico	2958	975	525	1131	609	1740	
Parrilla para sandwich	automatico	1624	675	175	783	203	986	
Calentador de pan	automatico	435	275	25	319	29	348	
Tostador (continuo)	automatico	2175	1275	325	1479	377	1856	
Tostador (continuo)	automatico	2981	1525	650	1769	754	2523	
Tostador (automatico)	automatico	1189	617	113	716	131	847	
Molde de tortas	automatico	719	275	185	319	215	534	
Molde de tortas	automatico	2192	775	525	899	609	1508	
<b>A GAS</b>								
Percolador 2 litros, Calentador de agua 2 litros	manual	Combinación sin percolador y calentador de agua	993	340	90	394	104	498
Percolador 2 litros, Calentador de agua 2 litros	manual		146	100	25	116	29	145
Percolador completo		4 percoladores con reserva de 17 litros		1815	455	2105	528	2633
Cafetera	automatico	11 litros	935	730	730	847	847	1694
Cafetera	automatico	11 litros	935	630	630	731	731	1462
Cafetera	automatico	19 litros	935	980	980	1137	1137	2274
Calienta platos por m <sup>2</sup> de superficie	manual	Tipo baño maría	6299	2310	1220	2680	1415	4095
Freidora de 6,8 kg de grasa	automatico	Superficie 250x250 mm	4164	1060	705	1230	818	2048
Freidora de 12,7 kg de grasa	automatico	Superficie 275x400 mm	7018	1815	1210	2105	1404	3509
Parrilla quemador superior	manual	Aislado 6380 w	10811	3625	915	4205	1061	5266
Parrilla quemador inferior	manual	Aislado 4350 w	10811	3625	915	4205	1061	5266
Horno parte superior abierta	manual	Quemador 3480 - 6380 W	4408	1140	1140	1322	1322	2644
Horno parte inferior cerrada	manual	Quemador 2900 - 6380 W	3457	895	895	1038	1038	2076
Tostador (continuo)	automatico	2 cortes, 360 cortes/hora	3480	1940	830	2250	963	3213
<b>A VAPOR</b>								
Cafetera	automatico	11 litros		730	480	847	557	1404
Cafetera	automatico	11 litros		800	400	696	464	1160
Cafetera	automatico	19 litros		855	580	992	673	1665
Cafetera	manual	11 litros		780	780	905	905	1810
Cafetera	manual	11 litros		655	655	760	760	1520
Cafetera	manual	19 litros		930	930	1079	1079	2158
Mesa caliente, por m <sup>2</sup> de superficie	automatico			100	125	116	145	261
Calienta platos por m <sup>2</sup> de superficie	manual			110	280	128	325	453

En el caso en que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar los valores por 0,5.

**ANEXO XII:** Diagrama de Moody, caída de presión para ductos circulares (ASHRAE, 2017).

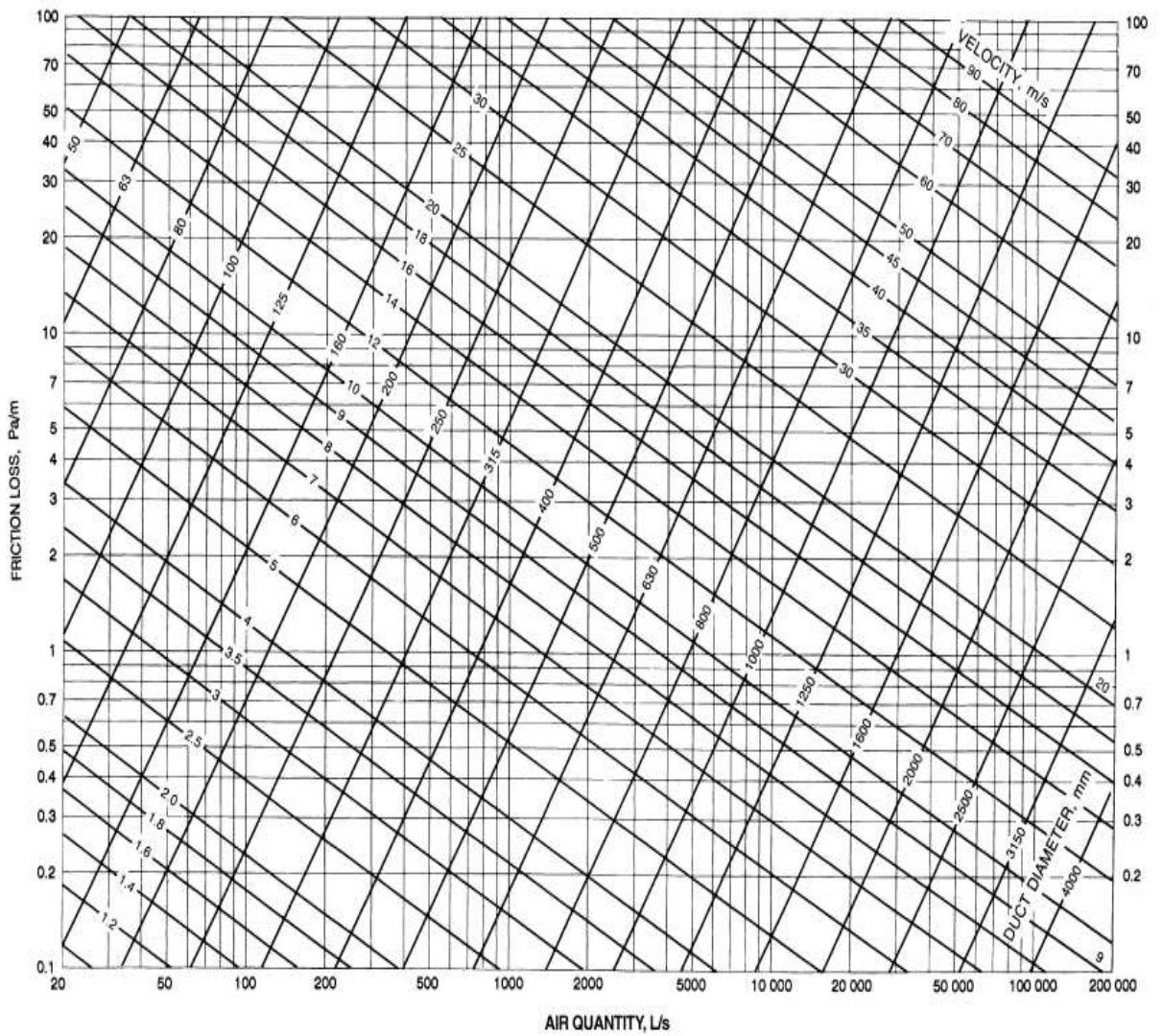


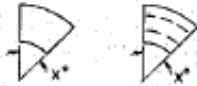

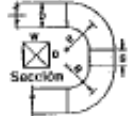
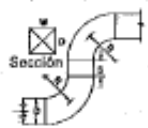
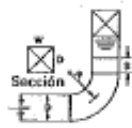
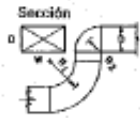
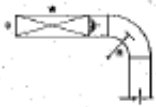


Fig. 9 Friction Chart for Round Duct ( $\rho = 1.20 \text{ kg/m}^3$  and  $\varepsilon = 0.09 \text{ mm}$ )

**ANEXO XIII: Rozamiento en los accesorios de un sistema de conductos rectangulares (CARRIER AIR ACONDICIONING COMPANY, 1980).**

TABLA 10. ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS RECTANGULARES

ELEMENTO	CONDICIONES	RELACIÓN L/D *																																			
<p>Codo de radio de sección rectangular</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">W/D</th> <th colspan="5">R/D</th> </tr> <tr> <th>0,5</th> <th>0,75</th> <th>1,00</th> <th>1,25 *</th> <th>1,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>33</td> <td>14</td> <td>9</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>18</td> <td>11</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>80</td> <td>30</td> <td>14</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>125</td> <td>40</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	W/D	R/D					0,5	0,75	1,00	1,25 *	1,50	0,5	33	14	9	5	4	1	45	18	11	7	4	3	80	30	14	8	5	6	125	40	18	12	7	
W/D	R/D																																				
	0,5	0,75	1,00	1,25 *	1,50																																
0,5	33	14	9	5	4																																
1	45	18	11	7	4																																
3	80	30	14	8	5																																
6	125	40	18	12	7																																
<p>Codo de radio de sección rectangular con guías</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Número de guías</th> <th colspan="4">R/D</th> </tr> <tr> <th>0,50</th> <th>0,75</th> <th>1,00</th> <th>1,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>18</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Número de guías	R/D				0,50	0,75	1,00	1,50	1	18	10	8	7	2	12	8	7	7	3	10	7	7	6												
Número de guías	R/D																																				
	0,50	0,75	1,00	1,50																																	
1	18	10	8	7																																	
2	12	8	7	7																																	
3	10	7	7	6																																	
<p>Codo de 90°</p> 	<p>Codo de radio con o sin guías</p>	<p>X/50 multiplicado por el valor correspondiente a codo análogo de 90°</p>																																			
<p>Codo recto rectangular</p> 	<p>Sin guías</p> <p>Guías de cambio de dirección de simple espesor</p> <p>Guías de cambio de dirección de doble espesor</p>	<p>60</p> <p>15</p> <p>10</p>																																			
<p>Doble codo</p>  <p>W/D = 1, R/D = 1,25 *</p>	<p>S = O</p> <p>S = D</p>	<p>15</p> <p>10</p>																																			
<p>Doble codo</p>  <p>W/D = 1, R/D = 1,25 *</p>	<p>S = O</p> <p>S = D</p>	<p>20</p> <p>22</p>																																			
<p>Doble codo</p>  <p>W/D = 1, R/D = 1,25 * para ambos</p>	<p>S = O</p> <p>S = D</p>	<p>15</p> <p>16</p>																																			
<p>Doble codo</p>  <p>W/D = 2, R<sub>1</sub>/D = 1,25 *, R<sub>2</sub>/D = 0,5</p>	<p>Dirección de la flecha</p> <p>Dirección inversa</p>	<p>45</p> <p>40</p>																																			
<p>Doble codo</p>  <p>W/D = 4, R/D = 1,25 * para ambos codos</p>	<p>Dirección de la flecha</p> <p>Dirección inversa</p>	<p>17</p> <p>18</p>																																			

## ANEXO XIV: Guía de mantenimiento para sistemas VRF. (IDAE, 2007)

### FAMILIA 10: SISTEMAS AUTÓNOMOS DE CAUDAL REFRIGERANTE VARIABLE

#### Gama genérica de mantenimiento

##### INTERVENCIÓNES Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Número	Trabajos	Frecuencia
<b>Equipos exteriores</b>		
<b>CHASIS</b>		
1	Inspección exterior del equipo: corrección de corrosiones y deterioros de la pintura	A
2	Inspección de rejillas de protección de ventiladores, baterías y tomas de aire	A
3	Verificación del estado de la soportación del equipo: soportes rígidos, antivibratorios, amortiguadores, etc.	A
4	Verificación del estado de las juntas de estanquidad de paneles y sustitución, si procede	A
5	Inspección del aislamiento térmico y acústico de los paneles y reparación, si procede	A
6	Verificación de estado y limpieza de la bandeja de recogida de agua y su desagüe	2.A
<b>CIRCUITO FRIGORÍFICO</b>		
7	Verificación del estado de las aletas y nivel de ensuciamiento de la batería interior. Peinado de aletas y limpieza de batería por ambas caras, si procede	2.A
8	Comprobación de estanquidad de circuitos. Test de fugas del equipo, baterías, tuberías, juntas y controles	m
9	Inspección de estado y apriete de tapones y caperuzas de conexiones frigoríficas y válvulas de servicio	m
10	Verificación del estado y funcionamiento de válvulas de seguridad. Verificación de estado de tapones fusibles	2.A
11	Verificación de inexistencia de humedad en el circuito frigorífico, mediante indicador del visor de líquido	m
12	Inspección del filtro deshidratador de refrigerante y sustitución del filtro o de sus cartuchos, si procede	2.A
13	Inspección del separador de gotas de aspiración del compresor	A
14	Inspección general externa de compresores, suspensión elástica, anclajes, etc.	2.A
15	Verificación de estado y actuación de válvulas de retención del circuito frigorífico	2.A
16	Verificación de estado y actuación de válvulas de expansión termostáticas o electrónicas y ajuste, si procede	2.A
17	Verificación de estado y actuación de electroválvulas y válvulas de servicio del circuito frigorífico	2.A
18	Verificación de estado y actuación de válvulas automáticas de inversión de ciclo en equipos reversibles	2.A
19	Verificación de estado y estanquidad de válvulas de obús (Schraeder) para carga y servicio de circuitos	m

- D Tareas e intervenciones de frecuencia diaria.
- m Tareas de frecuencia mensual para potencias térmicas entre 70 y 1.000 kW, y de frecuencia quincenal para potencia térmica mayor que 1.000 kW.
- M Tareas de frecuencia mensual.
- T Tareas de frecuencia trimestral.
- 2 A Intervenciones que deben realizarse dos veces al año o dos veces por temporada (al inicio y a la mitad del periodo de uso en cada temporada), según el periodo de funcionamiento del elemento de que se trate y siempre que el equipo en cuestión solamente funcione en la temporada de calefacción o en la de refrigeración.
- A Intervenciones de frecuencia anual.
- B Intervenciones de frecuencia bienal.

## APÉNDICES

### APÉNDICE A: Propiedades y Pesos de la estructura para cada ambiente

#### OFICINAS DE ATENCIÓN Y RECEPCIÓN

OFICINAS DE ATENCIÓN Y RECEPCIÓN											
Orientación	Descripción	Materiales	Dimensiones [m]			Espesor [m]	Resistencia total [m2 k/w]	Peso kg/m2	Área de pared libre [m2]	Área de piso [m2]	[kg pared /m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared ext.	C	6,9	2,9	20,01	0,101	3,4985	15	10,65	84,18	1,84
	Puerta	D	1,9	2,4	4,56	0,032	0,3846	0	0	84,18	0,00
	Ventana 0	E	2	2,4	4,80	0,023	0,3846	0	0	84,18	0,00
NE	Pared ext.	C	12,2	2,9	35,38	0,101	3,4985	15	25,78	84,18	4,45
	Ventana 1	E	3	1,6	4,80	0,023	0,3846	0	0	84,18	0,00
	Ventana 2	E	3	1,6	4,80	0,023	0,3846	0	0	84,18	0,00
SO	Pared int.	A	12,2	2,9	35,38	0,140	0,4851	167	35	84,18	70,19
NO	Pared int.	A	6,9	2,9	20,01	0,140	0,4851	167	16	84,18	31,13
	Puerta	D	1,8	2,4	4,32	0,032	0,3846	0	0	84,18	0,00
H	Piso	H	12,2	6,9	84,18	0,461	0,5770	722	84	84,18	722,29
H	Techo	F	12,2	6,9	84,18	0,316	0,5891	510	84	84,18	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>673,01</b>

#### CAJERO

CAJERO											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared int.	A	2,8	2,6	7,28	0,101	0,4851	167	4	5,32	123,99
	Puerta	D	0,9	2,1	1,89	0,032	0,3846	0	0	5,32	0,00
	Ventana 0	E	1,2	1,2	1,44	0,023	0,3846	0	0	5,32	0,00
NE	Pared int.	A	1,9	2,6	4,94	0,101	0,4851	167	3	5,32	108,93
	Puerta	K	0,7	2,1	1,47	0,010	0,1622	25	0	5,32	0,00
SO	Pared int.	A	1,9	2,6	4,94	0,140	0,4851	167	5	5,32	155,07

NO	Pared int.	A	2,8	2,6	7,28	0,140	0,4851	167	7	5,32	228,53
H	Piso	H	2,8	1,9	5,32	0,461	0,5770	722	5	5,32	722,29
H	Techo	F	2,8	1,9	5,32	0,316	0,5891	510	5	5,32	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>924,32</b>

## VESTIDORES HOMBRES

VESTIDORES HOMBRES											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared int.	A	2,6	2,7	7,02	0,101	0,4851	167	7	11,96	98,02
NE	Pared int.	A	4,6	2,7	12,42	0,101	0,4851	167	12	11,96	173,42
SO	Pared int.	A	4,6	2,7	12,42	0,140	0,4851	167	11	11,96	147,03
	Puerta	K	2,1	0,9	1,89	0,010	0,1622	25	0	11,96	0,00
NO	Pared int.	A	2,6	2,7	7,02	0,140	0,4851	167	7	11,96	98,02
H	Piso	H	4,6	2,6	11,96	0,461	0,5770	722	12	11,96	722,29
H	Techo	F	4,6	2,6	11,96	0,316	0,5891	510	12	11,96	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>874,31</b>

## VESTIDORES MUJERES

VESTIDORES MUJERES											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared int.	A	2,28	2,7	6,156	0,101	0,4851	167	6	6,84	150,30
NE	Pared int.	A	3	2,7	8,1	0,101	0,4851	167	6	6,84	151,62
	Puerta	K	2,1	0,9	1,89	0,010	0,1622	25	0	6,84	0,00
SO	Pared int.	A	3	2,7	8,1	0,140	0,4851	167	8	6,84	197,76
NO	Pared int.	A	2,28	2,7	6,156	0,140	0,4851	167	6	6,84	150,30
H	Piso	H	3	2,28	6,84	0,461	0,5770	722	7	6,84	722,29
H	Techo	F	3	2,28	6,84	0,316	0,5891	510	7	6,84	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>941,05</b>

## COMEDOR Y SALA DE REUNIONES

COMEDOR Y SALA DE REUNIONES											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared ext.	C	10,2	2,9	29,58	0,101	3,4985	15	15,58	154,8	1,46
	Ventana 0	E	10	1,4	14,00	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
NE	Pared int.	C	15,8	2,9	45,82	0,101	3,4985	15	29	154,8	2,77
	Puerta ext.	D	1,8	2,4	4,32	0,032	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Ventana ext.	E	1,69	2,4	4,056	0,032	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Puerta coc.	K	2,1	1	2,1	0,010	0,1622	25	0	154,8	0,00
	Ventana coc.	L	3,68	1,6	5,888	0,010	0,1622	25	0	154,8	0,00
SO	Pared int.	C	14,1	2,9	40,89	0,101	3,4985	15	26	154,8	2,49
	Ventana	E	3	1,6	4,8	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Ventana	E	3	1,6	4,8	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Ventana	E	3	1,6	4,8	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
NO	Pared int.	C	11,7	2,9	33,93	0,101	3,4985	15	20	154,8	1,88
	Puerta	D	1,8	2,4	4,32	0,032	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Ventana	E	3	1,6	4,8	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
	Ventana	E	3	1,6	4,8	0,023	0,3846	0	0	154,8	0,00
H	Piso	F	154,8	1	154,8	0,316	0,5891	510	155	154,8	509,84
H	Techo	F	154,8	1	154,8	0,316	0,5891	510	155	154,8	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>514,87</b>

## COCINA

COCINA											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared ext.	C	6,8	2,9	19,72	0,101	3,4985	15	8,52	57,1	2,17
	Ventana	E	8	1,4	11,2	0,023	0,3846	0	0	57,1	0,00
NE	Pared ext.	C	7,7	2,9	22,33	0,101	3,4985	15	18,13	57,1	4,62
	Ventana	E	3	1,4	4,2	0,023	0,3846	0	0	57,1	0,00
SO	Pared int.	C	8,4	2,9	24,36	0,101	3,4985	15	18	57,1	4,70

	Ventana coc.	L	3,68	1,6	5,888	0,010	0,1622	25	0	57,1	0,00
NO	Pared int.	B	11,4	2,9	33,06	0,095	0,44	20	29	57,1	10,11
	Puerta coc.	K	2,1	1	2,1	0,010	0,1622	25	0	57,1	0,00
	Puerta alm.	K	2,1	1	2,1	0,010	0,1622	25	0	57,1	0,00
H	Piso	F	57,1	1	57,1	0,316	0,5891	510	57	57,1	509,84
H	Techo	F	57,1	1	57,1	0,316	0,5891	510	57	57,1	509,84
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>524,03</b>

## OFICINAS

OFICINAS											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared int.	C	6,4	2,9	18,56	0,101	3,4985	15	17	90,88	2,70
	Puerta of. Tec.	K	2,1	0,8	1,68	0,010	0,1622	25	0	90,88	0,00
NE	Pared ext.	C	14,2	2,9	41,18	0,101	3,4985	15	26,84	90,88	4,29
	Ventana	E	3	1,4	4,2	0,023	0,3846	0	0	90,88	0,00
	Ventana	E	3	1,4	4,2	0,023	0,3846	0	0	90,88	0,00
	Ventana grad.	E	2,9	2,05	5,945	0,023	0,3846	0	0	90,88	0,00
SO	Pared int.	C	14,2	2,9	41,18	0,101	3,4985	15	41	90,88	6,59
NO	Pared ext.	C	6,4	2,9	18,56	0,101	3,4985	15	19	90,88	2,97
H	Piso	F	14,2	6,4	90,88	0,316	0,5891	510	91	90,88	509,84
H	Techo	I	14,2	6,4	90,88	0,345	1,1675	398	91	90,88	397,75
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>											<b>465,70</b>

## OFICINA TÉCNICA

OFICINA TÉCNICA											
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	DIMENSIONES [m]			Espesor [m]	RESISTENCIA TOTAL [m2 K/W] (R)	PESO kg/m2	ÁREA DE PARED LIBRE [m2]	ÁREA DE PISO [m2]	[kg pared / m2 de piso]
			Largo	Ancho	Área						
SE	Pared ext.	C	4,2	2,9	12,18	0,101	3,4985	15	6,58	15,4	6,21
	Pared int.	K	4,2	2,9	12,18	0,010	0,1622	25	9	15,4	14,66
	Ventana	E	4	1,4	5,60	0,023	0,3846	0	0	15,4	0,00
	Puerta Data	K	2,1	1,5	3,15	0,010	0,1622	25	0	15,4	0,00



NE	Pared ext.	C	1	2,9	2,9	0,101	3,4985	15	3	15,4	2,74
SO	Pared int.	C	3,1	2,9	8,99	0,101	3,4985	15	9	15,4	8,49
NO	Pared int.	C	6,4	2,9	18,56	0,101	3,4985	15	17	15,4	15,94
	Puerta of. Tec.	K	2,1	0,8	1,68	0,010	0,1622	25	0	15,4	0,00
H	Piso	F	15,4	1	15,4	0,316	0,5891	510	15	15,4	509,84
H	Techo	I	15,4	1	15,40	0,345	1,1675	398	15	15,4	397,75
			<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL AMBIENTE</b>								<b>482,29</b>

**APÉNDICE B:** Cargas radiantes a través de ventanas y puertas de vidrio para cada ambiente.

SE	OFICINAS Y RECEPCIÓN				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	9,36	412	0,343	1.925,79
7	1,4556	9,36	412	0,429	2.409,43
8	1,4556	9,36	412	0,479	2.690,09
9	1,4556	9,36	412	0,462	2.595,11
10	1,4556	9,36	412	0,429	2.409,43
11	1,4556	9,36	412	0,399	2.241,03
12	1,4556	9,36	412	0,354	1.986,20
13	1,4556	9,36	412	0,321	1.800,52
14	1,4556	9,36	412	0,291	1.632,12
15	1,4556	9,36	412	0,281	1.575,99
16	1,4556	9,36	412	0,251	1.407,59
17	1,4556	9,36	412	0,235	1.316,88

NE	OFICINAS Y RECEPCIÓN				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	9,6	224	0,325	1.016,04
7	1,4556	9,6	224	0,358	1.119,59
8	1,4556	9,6	224	0,424	1.326,67
9	1,4556	9,6	224	0,503	1.574,70
10	1,4556	9,6	224	0,552	1.728,82
11	1,4556	9,6	224	0,589	1.844,39
12	1,4556	9,6	224	0,582	1.822,73
13	1,4556	9,6	224	0,553	1.731,21
14	1,4556	9,6	224	0,497	1.555,42
15	1,4556	9,6	224	0,447	1.398,92
16	1,4556	9,6	224	0,398	1.244,79
17	1,4556	9,6	224	0,358	1.119,59

SE	COMEDOR				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	14	412	0,349	2.933,57
7	1,4556	14	412	0,448	3.763,17
8	1,4556	14	412	0,498	4.182,97
9	1,4556	14	412	0,488	4.094,02
10	1,4556	14	412	0,448	3.763,17
11	1,4556	14	412	0,418	3.511,30
12	1,4556	14	412	0,341	2.864,59
13	1,4556	14	412	0,302	2.533,75
14	1,4556	14	412	0,272	2.281,87
15	1,4556	14	412	0,262	2.197,92
16	1,4556	14	412	0,232	1.946,04
17	1,4556	14	412	0,203	1.704,15

SE	COCINA				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	11,2	412	0,349	2.344,40
7	1,4556	11,2	412	0,447	3.003,16
8	1,4556	11,2	412	0,497	3.338,99
9	1,4556	11,2	412	0,486	3.265,37
10	1,4556	11,2	412	0,447	3.003,16
11	1,4556	11,2	412	0,417	2.801,65
12	1,4556	11,2	412	0,342	2.296,60
13	1,4556	11,2	412	0,303	2.034,38
14	1,4556	11,2	412	0,273	1.832,88
15	1,4556	11,2	412	0,263	1.765,72
16	1,4556	11,2	412	0,233	1.564,21
17	1,4556	11,2	412	0,205	1.375,62

NE		COCINA			
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	11,2	224	0,295	1.076,58
7	1,4556	11,2	224	0,334	1.219,14
8	1,4556	11,2	224	0,412	1.504,26
9	1,4556	11,2	224	0,509	1.858,91
10	1,4556	11,2	224	0,576	2.104,01
11	1,4556	11,2	224	0,607	2.217,07
12	1,4556	11,2	224	0,606	2.213,56
13	1,4556	11,2	224	0,559	2.041,50
14	1,4556	11,2	224	0,491	1.792,90
15	1,4556	11,2	224	0,441	1.610,31
16	1,4556	11,2	224	0,374	1.365,21
17	1,4556	11,2	224	0,334	1.219,14

NE		OFICINAS			
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de almac.	Calor
		m2	Kcal/h/m2		Kcal/h
6	1,4556	14,35	224	0,275	1.288,10
7	1,4556	14,35	224	0,324	1.516,52
8	1,4556	14,35	224	0,416	1.945,85
9	1,4556	14,35	224	0,523	2.445,84
10	1,4556	14,35	224	0,597	2.791,70
11	1,4556	14,35	224	0,628	2.936,65
12	1,4556	14,35	224	0,622	2.909,14
13	1,4556	14,35	224	0,565	2.643,10
14	1,4556	14,35	224	0,486	2.274,31
15	1,4556	14,35	224	0,428	2.003,68
16	1,4556	14,35	224	0,356	1.666,99
17	1,4556	14,35	224	0,315	1.475,25

SE	OFICINA TÉCNICA				
Hora	Fact. Correcc.	Área	Max. Aportación solar	Fact. de	Calor
		m2	Kcal/h/m2	almac.	Kcal/h
6	1,4556	5,6	412	0,353	1.183,92
7	1,4556	5,6	412	0,459	1.540,15
8	1,4556	5,6	412	0,510	1.711,47
9	1,4556	5,6	412	0,498	1.671,09
10	1,4556	5,6	412	0,452	1.516,36
11	1,4556	5,6	412	0,416	1.396,92
12	1,4556	5,6	412	0,336	1.129,95
13	1,4556	5,6	412	0,296	993,91
14	1,4556	5,6	412	0,265	891,46
15	1,4556	5,6	412	0,255	856,18
16	1,4556	5,6	412	0,225	757,13
17	1,4556	5,6	412	0,196	658,08

**APÉNDICE C: Cargas radiantes a través de paredes para cada ambiente.**

SE		OFICINAS Y RECEPCIÓN									
Hora	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared m <sup>2</sup>	a °C	b	Rs kcal/h m <sup>2</sup>	Rm kcal/h m <sup>2</sup>	DTes °C	DTem °C	DTequiv °C	Calor kcal/h
	W/m <sup>2</sup> K	kcal/h m <sup>2</sup> °C									
06:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,500	2,719	-9,67	-27,70
07:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,500	2,652	-9,76	-27,94
08:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,000	3,152	-8,99	-25,75
09:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,000	3,152	-8,99	-25,75
10:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,000	3,152	-8,99	-25,75
11:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,000	3,597	-8,43	-24,14
12:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,000	4,056	-7,85	-22,47
13:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,067	5,878	-5,56	-15,92
14:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,148	7,800	-3,15	-9,01
15:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,662	8,603	-2,27	-6,49
16:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	1,248	7,490	-3,83	-10,97
17:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	1,848	6,619	-5,09	-14,59
18:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	2,281	5,662	-6,42	-18,39
19:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	2,800	5,662	-6,56	-18,78
20:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	3,448	5,662	-6,73	-19,27
21:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	3,900	5,581	-6,95	-19,91
22:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	4,252	5,500	-7,15	-20,47
23:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	3,752	5,433	-7,10	-20,34
00:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	3,152	5,352	-7,04	-20,17
01:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	2,133	4,852	-7,41	-21,21
02:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	1,700	4,771	-7,39	-21,17
03:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	1,100	4,252	-7,89	-22,60
04:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	1,100	3,752	-8,52	-24,41
05:00	0,2858	0,2458	10,65	-12,98	0,78	558	344	0,500	3,752	-8,36	-23,96

NE		OFICINAS Y RECEPCIÓN									
Hora	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared m <sup>2</sup>	a °C	b	Rs kcal/h m <sup>2</sup>	Rm kcal/h m <sup>2</sup>	DTes °C	DTem °C	DTequiv °C	Calor kcal/h
	W/m <sup>2</sup> K	kcal/h m <sup>2</sup> °C									
06:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,500	4,852	-9,44	-62,16
07:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,500	4,333	-9,80	-64,54
08:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,000	4,252	-10,01	-65,91
09:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,000	4,252	-10,01	-65,91
10:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,000	4,252	-10,01	-65,91
11:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,000	4,197	-10,05	-66,16
12:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,000	4,056	-10,15	-66,81
13:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,067	6,545	-8,39	-55,23
14:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,148	8,097	-7,28	-47,94
15:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,662	8,610	-6,77	-44,55
16:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	1,248	9,048	-6,28	-41,38

17:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	1,848	9,919	-5,50	-36,18
18:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	2,281	8,752	-6,18	-40,69
19:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	2,800	8,152	-6,44	-42,42
20:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	3,448	7,652	-6,60	-43,43
21:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	3,900	7,052	-6,88	-45,29
22:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	4,252	6,538	-7,13	-46,95
23:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	3,752	6,538	-7,28	-47,95
00:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	3,152	6,538	-7,46	-49,14
01:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	2,133	5,952	-8,18	-53,86
02:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	1,700	5,952	-8,31	-54,72
03:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	1,100	5,352	-8,91	-58,67
04:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	1,100	4,164	-9,74	-64,13
05:00	0,2858	0,2458	26,78	-12,98	0,78	304	339	0,500	4,852	-9,44	-62,16

SE	COMEDOR										
	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m2 K	kcal/h m2 °C									
06:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,500	2,245	-10,27	-39,34
07:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,500	1,782	-10,86	-41,59
08:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,000	2,282	-10,09	-38,65
09:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,000	2,282	-10,09	-38,65
10:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,000	2,282	-10,09	-38,65
11:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,000	5,336	-6,23	-23,84
12:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,000	8,484	-2,24	-8,59
13:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,463	8,092	-2,86	-10,96
14:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,018	7,800	-3,38	-12,94
15:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,611	6,864	-4,72	-18,08
16:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,118	5,671	-6,36	-24,38
17:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,718	6,145	-5,92	-22,69
18:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,755	6,611	-5,34	-20,47
19:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,800	6,611	-5,36	-20,52
20:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	4,318	6,611	-5,76	-22,06
21:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	3,900	6,055	-6,35	-24,33
22:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	3,382	5,500	-6,92	-26,49
23:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,882	5,037	-7,37	-28,23
00:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	2,282	4,482	-7,91	-30,31
01:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,737	3,982	-8,40	-32,18
02:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,700	3,426	-9,09	-34,83
03:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,100	3,382	-8,99	-34,44
04:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	1,100	2,882	-9,62	-36,86
05:00	0,2858	0,2458	15,58	-12,98	0,78	558	344	0,500	2,882	-9,47	-36,25

E	COCINA										
	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m2 K	kcal/h m2 °C	m2	°C		kcal/h m2	kcal/h m2	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,5	2,3	-10,24	-21,44
07:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,5	1,8	-10,79	-22,61
08:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,0	2,3	-10,03	-21,00
09:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,0	2,3	-10,03	-21,00
10:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,0	2,3	-10,03	-21,00
11:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,0	5,2	-6,35	-13,31
12:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,0	8,2	-2,57	-5,38
13:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,4	8,0	-3,02	-6,32
14:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,0	7,8	-3,36	-7,05
15:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,6	7,0	-4,58	-9,59
16:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,1	5,8	-6,22	-13,02
17:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,7	6,2	-5,88	-12,31
18:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,7	6,6	-5,41	-11,33
19:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,8	6,6	-5,43	-11,37
20:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	4,3	6,6	-5,82	-12,18
21:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	3,9	6,0	-6,39	-13,38
22:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	3,4	5,5	-6,93	-14,52
23:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,9	5,1	-7,35	-15,40
00:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	2,3	4,5	-7,86	-16,47
01:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,8	4,0	-8,34	-17,48
02:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,7	3,5	-9,00	-18,84
03:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,1	3,4	-8,93	-18,70
04:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	1,1	2,9	-9,56	-20,03
05:00	0,2858	0,2458	8,52	-12,98	0,78	558	344	0,5	2,9	-9,40	-19,69

NE	COCINA										
	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m2 K	kcal/h m2 °C	m2	°C		kcal/h m2	kcal/h m2	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,5	4,0	-10,01	-44,63
07:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,5	4,0	-10,06	-44,85
08:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,0	3,4	-10,58	-47,17
09:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,0	3,4	-10,58	-47,17
10:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,0	3,4	-10,58	-47,17
11:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,0	5,8	-8,90	-39,69
12:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,0	8,2	-7,23	-32,25
13:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,4	9,0	-6,56	-29,24
14:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,0	9,7	-5,89	-26,25
15:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,6	10,3	-5,30	-23,63
16:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,1	9,9	-5,47	-24,36
17:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,7	9,5	-5,56	-24,78



18:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,7	7,9	-6,62	-29,50
19:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,8	7,3	-7,02	-31,27
20:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	4,3	6,8	-6,92	-30,85
21:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	3,9	6,2	-7,45	-33,21
22:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	3,4	5,6	-8,00	-35,67
23:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,9	5,6	-8,15	-36,34
00:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	2,3	5,6	-8,33	-37,15
01:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,8	5,1	-8,87	-39,51
02:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,7	5,1	-8,88	-39,59
03:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,1	4,5	-9,48	-42,27
04:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	1,1	-3,2	-14,89	-66,37
05:00	0,2858	0,2458	18,13	-12,98	0,78	304	339	0,5	4,0	-10,01	-44,63

NE	OFICINAS										
	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m2 K	kcal/h m2 °C	m2	°C		kcal/h m2	kcal/h m2	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,1	3,3	-10,63	-70,12
07:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,1	3,3	-10,63	-70,12
08:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	-0,4	2,7	-11,18	-73,80
09:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	-0,3	4,0	-10,30	-67,94
10:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	-0,2	4,6	-9,80	-64,65
11:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	-0,1	7,3	-7,88	-52,02
12:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,0	10,0	-5,96	-39,34
13:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,7	10,3	-5,60	-36,98
14:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	1,5	10,7	-5,08	-33,55
15:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	2,2	10,8	-4,79	-31,63
16:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	2,8	10,0	-5,16	-34,06
17:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	3,4	9,2	-5,53	-36,50
18:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	3,5	7,8	-6,49	-42,80
19:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	3,5	7,2	-6,91	-45,57
20:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	4,8	6,7	-6,85	-45,23
21:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	4,2	6,1	-7,46	-49,23
22:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	3,5	5,5	-8,09	-53,36
23:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	2,9	5,3	-8,40	-55,43
00:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	2,2	5,1	-8,74	-57,66
01:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	1,6	4,6	-9,27	-61,17
02:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	1,5	4,5	-9,37	-61,85
03:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,9	3,9	-9,96	-65,69
04:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,8	-3,4	-15,07	-99,46
05:00	0,2858	0,2458	26,84	-12,98	0,78	304	339	0,2	3,4	-10,52	-69,44

SE	OFICINA TÉCNICA										
Hora	Coeficiente Global U=1/R		Área Pared	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m2 K	kcal/h m2 °C	m2	°C		kcal/h m2	kcal/h m2	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,3	2,0	-10,58	-17,11
07:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,3	1,5	-11,22	-18,15
08:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	-0,2	1,9	-10,51	-17,01
09:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	-0,2	2,3	-10,09	-16,32
10:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	-0,1	3,2	-8,93	-14,44
11:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,0	6,1	-5,26	-8,50
12:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,0	9,1	-1,47	-2,38
13:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,6	8,3	-2,64	-4,26
14:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,3	7,6	-3,71	-6,00
15:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,9	6,6	-5,08	-8,22
16:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	2,5	5,6	-6,55	-10,59
17:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	3,1	6,2	-5,96	-9,64
18:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	3,1	6,8	-5,21	-8,43
19:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	3,1	6,7	-5,28	-8,54
20:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	4,6	6,7	-5,72	-9,26
21:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	4,0	6,1	-6,33	-10,24
22:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	3,4	5,5	-6,92	-11,20
23:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	2,8	4,9	-7,47	-12,09
00:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	2,2	4,3	-8,12	-13,13
01:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,6	3,7	-8,67	-14,03
02:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,6	3,1	-9,47	-15,32
03:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,0	3,1	-9,38	-15,18
04:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	1,0	2,6	-10,00	-16,18
05:00	0,2858	0,2458	6,58	-12,98	0,78	558	344	0,4	2,5	-9,90	-16,02

**APÉNDICE D:** Cargas radiantes a través de techo para cada ambiente.

H	OFICINAS										
Hora	Coeficiente Global U=1/R		Área techo	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m <sup>2</sup> K	kcal/h m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup>	°C		kcal/h m <sup>2</sup>	kcal/h m <sup>2</sup>	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,70	7,20	-3,90	-261,28
07:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,70	6,70	-4,51	-301,82
08:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,10	-5,36	-358,93
09:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,10	-5,36	-358,93
10:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,70	-4,63	-310,29
11:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-0,50	7,20	-4,16	-278,23
12:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	0,00	8,90	-2,20	-147,47
13:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	1,10	12,20	1,56	104,53
14:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	2,20	14,40	3,99	267,35
15:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	3,30	15,60	5,21	349,10
16:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	4,40	17,80	7,65	511,92
17:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	5,00	19,40	9,46	633,16
18:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	5,50	20,60	10,81	723,39
19:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	5,50	20,60	10,81	723,39
20:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	5,50	19,40	9,35	626,10
21:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	5,00	18,90	8,85	592,63
22:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	4,40	18,90	8,98	601,10
23:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	3,30	17,80	7,88	527,46
00:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	2,20	16,70	6,78	453,81
01:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	1,10	15,00	4,95	331,53
02:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	0,50	12,80	2,41	161,64
03:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	0,00	11,10	0,46	30,88
04:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-0,50	10,00	-0,77	-51,23
05:00	0,8565	0,7367	90,88	-12,98	0,78	980	631	-1,10	7,80	-3,30	-221,12

H	OFICINA TÉCNICA										
Hora	Coeficiente Global U=1/R		Área techo	a	b	Rs	Rm	DTes	DTem	DTequiv	Calor
	W/m <sup>2</sup> K	kcal/h m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup>	°C		kcal/h m <sup>2</sup>	kcal/h m <sup>2</sup>	°C	°C	°C	kcal/h
06:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,70	7,20	-3,90	-44,28
07:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,70	6,70	-4,51	-51,14
08:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,10	-5,36	-60,82
09:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,10	-5,36	-60,82
10:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,10	6,70	-4,63	-52,58
11:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-0,50	7,20	-4,16	-47,15
12:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	0,00	8,90	-2,20	-24,99
13:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	1,10	12,20	1,56	17,71
14:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	2,20	14,40	3,99	45,30
15:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	3,30	15,60	5,21	59,16
16:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	4,40	17,80	7,65	86,75
17:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	5,00	19,40	9,46	107,29
18:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	5,50	20,60	10,81	122,58
19:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	5,50	20,60	10,81	122,58
20:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	5,50	19,40	9,35	106,10
21:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	5,00	18,90	8,85	100,42
22:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	4,40	18,90	8,98	101,86
23:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	3,30	17,80	7,88	89,38
00:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	2,20	16,70	6,78	76,90
01:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	1,10	15,00	4,95	56,18
02:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	0,50	12,80	2,41	27,39
03:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	0,00	11,10	0,46	5,23
04:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-0,50	10,00	-0,77	-8,68
05:00	0,8565	0,7367	15,40	-12,98	0,78	980	631	-1,10	7,80	-3,30	-37,47

**APÉNDICE E:** Transmisión de calor a través de paredes, techos, puertas y ventanas para todos los ambientes en verano e invierno.

**VERANO**

OFICINAS DE ATENCIÓN Y RECEPCIÓN								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	10,65	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-11,87
	Puerta	4,56	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-46,24
	Ventana 0	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
NE	Pared ext.	25,78	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-28,74
	Ventana 1	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
	Ventana 2	4,80	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-48,67
SO	Pared int.	35,38	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
NO	Pared int.	15,69	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
	Puerta	4,32	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-88,74
H	Piso	84,18	0,5770	1,7331	18,1	22	0	0,00
H	Techo	84,18	0,5891	1,6975	18,1	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-321,61</b>

CAJERO								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	3,95	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
	Puerta	1,89	0,3846	2,6001	14,1	22	0	0,00
	Ventana 0	1,44	0,3846	2,6001	14,1	22	0	0,00
NE	Pared int.	3,47	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-56,51
	Puerta	1,47	0,1622	6,16	14,1	22	-7,9	-71,59
SO	Pared int.	4,94	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-80,45
NO	Pared int.	7,28	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-118,56
	Piso	5,32	0,5770	1,7331	18,1	22	0	0,00
	Techo	5,32	0,5891	1,6975	18,1	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-327,10</b>

VESTIDORES HOMBRES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	7,02	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-114,32
NE	Pared int.	12,42	0,4851	2,0614	14,1	22	0	0,00
SO	Pared int.	10,53	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-171,48
	Puerta	1,89	0,1622	6,164	14,1	22	-7,9	-92,04

NO	Pared int.	7,02	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-114,32
	Piso	11,96	0,5770	1,7331	14,1	22	0	0,00
	Techo	11,96	0,5891	1,6975	14,1	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-492,17</b>

VESTIDORES MUJERES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	6,156	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-100,25
NE	Pared int.	6,21	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-101,13
	Puerta	1,89	0,1622	6,1645	14,1	22	-7,9	-92,04
SO	Pared int.	8,1	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-131,91
NO	Pared int.	6,156	0,4851	2,0614	14,1	22	-7,9	-100,25
	Piso	6,84	0,5770	1,7331	14,1	22	0	0,00
	Techo	6,84	0,5891	1,6975	14,1	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-525,59</b>

COMEDOR Y SALA DE REUNIONES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	15,58	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-17,37
	Ventana 0	14,00	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-141,97
NE	Pared int.	29,46	3,4985	0,2858	14,1	22	0	0,00
	Puerta exterior	4,32	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-88,74
	Ventana exterior	4,056	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-83,31
	Puerta cocina	2,1	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
	Ventana cocina	5,888	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
SO	Pared int.	26,49	3,4985	0,2858	14,1	22	-7,9	-59,82
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-98,60
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-98,60
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-98,60
NO	Pared int.	20,01	3,4985	0,2858	14,1	22	-7,9	-45,18
	Puerta	4,32	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-88,74
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-98,60
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	14,1	22	-7,9	-98,60
	Piso	154,8	0,5891	1,6975	14,1	22	-7,9	-2075,91
	Techo	154,8	0,5891	1,6975	14,1	22	-7,9	-2075,91
	<b>TOTAL</b>							<b>-5169,93</b>

COCINA								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W

SE	Pared ext.	8,52	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-9,50
	Ventana	11,2	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-113,57
NE	Pared ext.	18,13	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-20,21
	Ventana	4,2	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-42,59
SO	Pared int.	18,47	3,4985	0,2858	14,1	22	0	0,00
	Ventana cocina	5,888	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
NO	Pared int.	28,86	0,44	2,2712	14,1	22	-7,9	-517,83
	Puerta cocina	2,1	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
	Puerta almacén	2,1	0,1622	6,1645	14,1	22	-7,9	-102,27
	Piso	57,1	0,5891	1,6975	14,1	22	-7,9	-765,73
	Techo	57,1	0,5891	1,6975	14,1	22	-7,9	-765,73
	<b>TOTAL</b>							<b>-2337,42</b>

OFICINAS								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA	COEFICIENTE	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	16,88	3,4985	0,2858	14,1	22	0	0,00
	Puerta of. Técnica	1,68	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
NE	Pared ext.	26,84	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-29,92
	Ventana	4,2	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-42,59
	Ventana	4,2	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-42,59
	Ventana gradas	5,945	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-60,28
SO	Pared int.	41,18	3,4985	0,2858	14,1	22	-7,9	-92,99
NO	Pared ext.	18,56	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-20,69
	Piso	90,88	0,5891	1,6975	18,1	22	0	0,00
	Techo	90,88	1,1675	0,8565	18,1	22	-3,9	-303,58
	<b>TOTAL</b>							<b>-592,65</b>

OFICINA TÉCNICA								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA	COEFICIENTE	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	6,58	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-7,34
	Pared int.	9,03	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
	Ventana	5,60	0,3846	2,6001	18,1	22	-3,9	-56,79
	Puerta Data center	3,15	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
NE	Pared ext.	2,9	3,4985	0,2858	18,1	22	-3,9	-3,23
SO	Pared int.	8,99	3,4985	0,2858	14,1	22	-7,9	-20,30
NO	Pared int.	16,88	3,4985	0,2858	14,1	22	0	0,00
	Puerta of. Tec.	1,68	0,1622	6,1645	14,1	22	0	0,00
	Piso	15,4	0,5891	1,6975	18,1	22	0	0,00
	Techo	15,40	1,1675	0,8565	18,1	22	-3,9	-51,44
	<b>TOTAL</b>							<b>-139,10</b>

## INVIERNO

OFICINAS DE ATENCIÓN Y RECEPCIÓN								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m <sup>2</sup>	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	10,65	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-82,19
	Puerta	4,56	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-320,12
	Ventana 0	4,80	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-336,97
NE	Pared ext.	25,78	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-198,96
	Ventana 1	4,80	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-336,97
	Ventana 2	4,80	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-336,97
SO	Pared int.	35,38	0,4851	2,0614	-1,00	22	0	0,00
NO	Pared int.	15,69	0,4851	2,0614	-1,00	22	0	0,00
	Puerta	4,32	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-258,35
	Piso	84,18	0,5770	1,7331	-5,00	22	0	0,00
	Techo	84,18	0,5891	1,6975	-5,00	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-1870,54</b>

CAJERO								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m <sup>2</sup>	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	3,95	0,4851	2,0614	-1,00	22	0	0,00
	Puerta	1,89	0,3846	2,6001	-1,00	22	0	0,00
	Ventana 0	1,44	0,3846	2,6001	-1,00	22	0	0,00
NE	Pared int.	3,47	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-164,52
	Puerta	1,47	0,1622	6,16	-1,00	22	-23	-208,42
SO	Pared int.	4,94	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-234,22
NO	Pared int.	7,28	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-345,17
	Piso	5,32	0,5770	1,7331	-5,00	22	0	0,00
	Techo	5,32	0,5891	1,6975	-5,00	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-952,33</b>

VESTIDORES HOMBRES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m <sup>2</sup>	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	7,02	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-332,84
NE	Pared int.	12,42	0,4851	2,0614	-1,00	22	0	0,00
SO	Pared int.	10,53	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-499,26
	Puerta	1,89	0,1622	6,164	-1,00	22	-23	-267,97
NO	Pared int.	7,02	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-332,84
	Piso	11,96	0,5770	1,7331	-1,00	22	0	0,00
	Techo	11,96	0,5891	1,6975	-1,00	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-1432,90</b>



VESTIDORES MUJERES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	6,156	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-291,87
NE	Pared int.	6,21	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-294,43
	Puerta	1,89	0,1622	6,1645	-1,00	22	-23	-267,97
SO	Pared int.	8,1	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-384,04
NO	Pared int.	6,156	0,4851	2,0614	-1,00	22	-23	-291,87
	Piso	6,84	0,5770	1,7331	-1,00	22	0	0,00
	Techo	6,84	0,5891	1,6975	-1,00	22	0	0,00
	<b>TOTAL</b>							<b>-1530,20</b>

COMEDOR Y SALA DE REUNIONES								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	15,58	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-120,24
	Ventana 0	14,00	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-982,84
NE	Pared int.	29,46	3,4985	0,2858	-1,00	22	0	0,00
	Puerta exterior	4,32	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-258,35
	Ventana exterior	4,056	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-242,56
	Puerta cocina	2,1	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
	Ventana cocina	5,888	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
SO	Pared int.	26,49	3,4985	0,2858	-1,00	22	-23	-174,15
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-287,05
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-287,05
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-287,05
NO	Pared int.	20,01	3,4985	0,2858	-1,00	22	-23	-131,55
	Puerta	4,32	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-258,35
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-287,05
	Ventana	4,8	0,3846	2,6001	-1,00	22	-23	-287,05
	Piso	154,8	0,5891	1,6975	-1,00	22	-23	-6043,80
	Techo	154,8	0,5891	1,6975	-1,00	22	-23	-6043,80
	<b>TOTAL</b>							<b>-15690,88</b>

COCINA								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	8,52	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-65,75
	Ventana	11,2	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-786,27
NE	Pared ext.	18,13	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-139,92
	Ventana	4,2	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-294,85
SO	Pared int.	18,47	3,4985	0,2858	-1,00	22	0	0,00
	Ventana cocina	5,888	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00

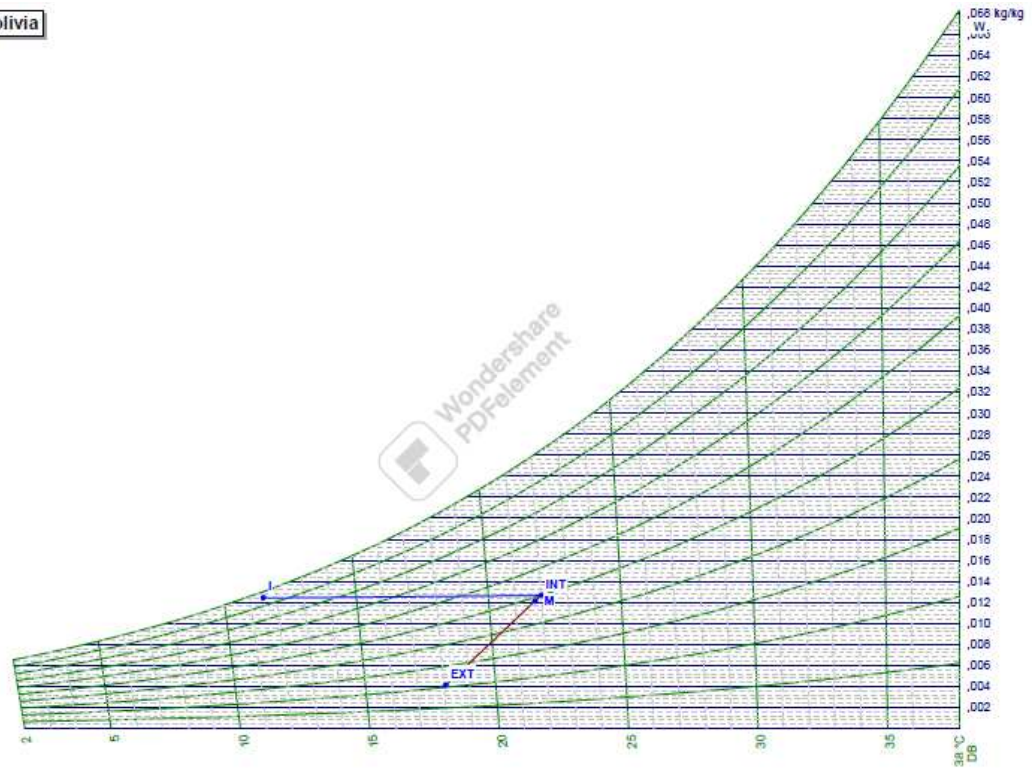
NO	Pared int.	28,86	0,44	2,2712	-1,00	22	-23	-1507,61
	Puerta cocina	2,1	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
	Puerta almacén	2,1	0,1622	6,1645	-1,00	22	-23	-297,74
	Piso	57,1	0,5891	1,6975	-1,00	22	-23	-2229,33
	Techo	57,1	0,5891	1,6975	-1,00	22	-23	-2229,33
	<b>TOTAL</b>							<b>-7550,82</b>

OFICINAS								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared int.	16,88	3,4985	0,2858	-1,00	22	0	0,00
	Puerta of. Técnica	1,68	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
NE	Pared ext.	26,84	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-207,14
	Ventana	4,2	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-294,85
	Ventana gradas	5,945	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-417,36
SO	Pared int.	41,18	3,4985	0,2858	-1,00	22	-23	-270,73
NO	Pared ext.	18,56	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-143,24
	Piso	90,88	0,5891	1,6975	-5,00	22	0	0,00
	Techo	90,88	1,1675	0,8565	-5,00	22	-27	-2101,72
	<b>TOTAL</b>							<b>-3729,89</b>

OFICINA TÉCNICA								
ORIENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	Área	RESISTENCIA TOTAL R	COEFICIENTE GLOBAL U	Text	Tint	DT	Calor
		m2	[m2 K/W]	[W/m2 K]	°C	°C	°C	W
SE	Pared ext.	6,58	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-50,78
	Pared int.	9,03	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
	Ventana	5,60	0,3846	2,6001	-5,00	22	-27	-393,14
	Puerta Data center	3,15	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
NE	Pared ext.	2,9	3,4985	0,2858	-5,00	22	-27	-22,38
SO	Pared int.	8,99	3,4985	0,2858	-1,00	22	-23	-59,10
NO	Pared int.	16,88	3,4985	0,2858	-1,00	22	0	0,00
	Puerta of. Tec.	1,68	0,1622	6,1645	-1,00	22	0	0,00
	Piso	15,4	0,5891	1,6975	-5,00	22	0	0,00
	Techo	15,40	1,1675	0,8565	-5,00	22	-27	-356,15
	<b>TOTAL</b>							<b>-881,55</b>

# APÉNDICE F: Tablas y gráficos de psicrométrica de cada ambiente. OFICINAS Y RECEPCIÓN

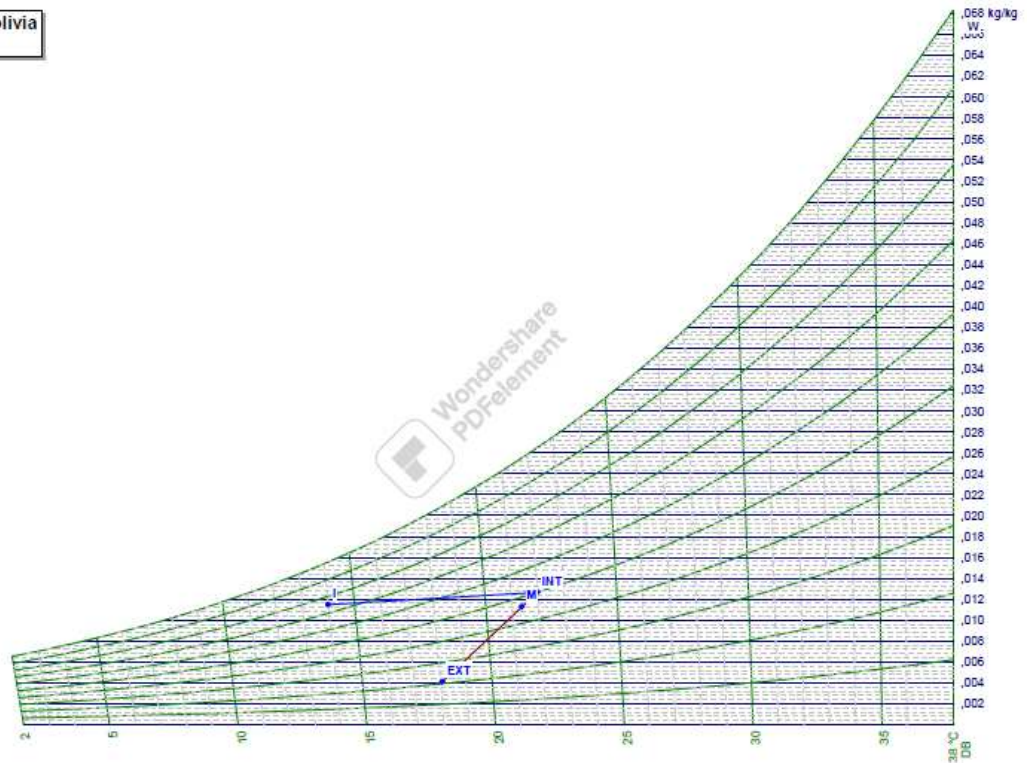
La Paz, Bolivia



PsyChart - Psychrometric Analysis And Design		Elite Software Development, Inc.							
Elite Software Development Bryan, TX 77802		Untitled, Chart 1 of 1.psc Page 1							
<b>State Point Report</b>									
Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C		
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97		
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11		
i	11,50	11,05	95,61	42,96	0,0124	1,244	10,82		
M	21,76	13,99	48,64	52,77	0,0121	1,288	10,48		
<b>Process Energy Report</b>									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW
Zone	i	INT	47	10,092	0,0	0,590	0,0	0,8	10,682
Mixing	INT	M	53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mixing	EXT	M	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").									
<b>Process Input/Output Report</b>									
Process	Flow Std. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg	
i / INT	47	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290	
* / M	56	Mixing	21,8	52,8	0,0121	48,6	14,0	1,288	
INT	53	93,8%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290	
EXT	4	6,2%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256	

# CAJERO

La Paz, Bolivia  
Caja



### State Point Report

Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11
i	14,00	11,13	75,18	43,17	0,0115	1,253	9,68
M	21,37	13,26	46,31	50,17	0,0113	1,284	9,40

### Process Energy Report

Process Type	From Point	To Point	Flow Alt. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW
Zone	i	INT	1.352	146,737	0,0	53,551	0,0	75,8	200,288
Mixing	INT	M	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mixing	EXT	M	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	

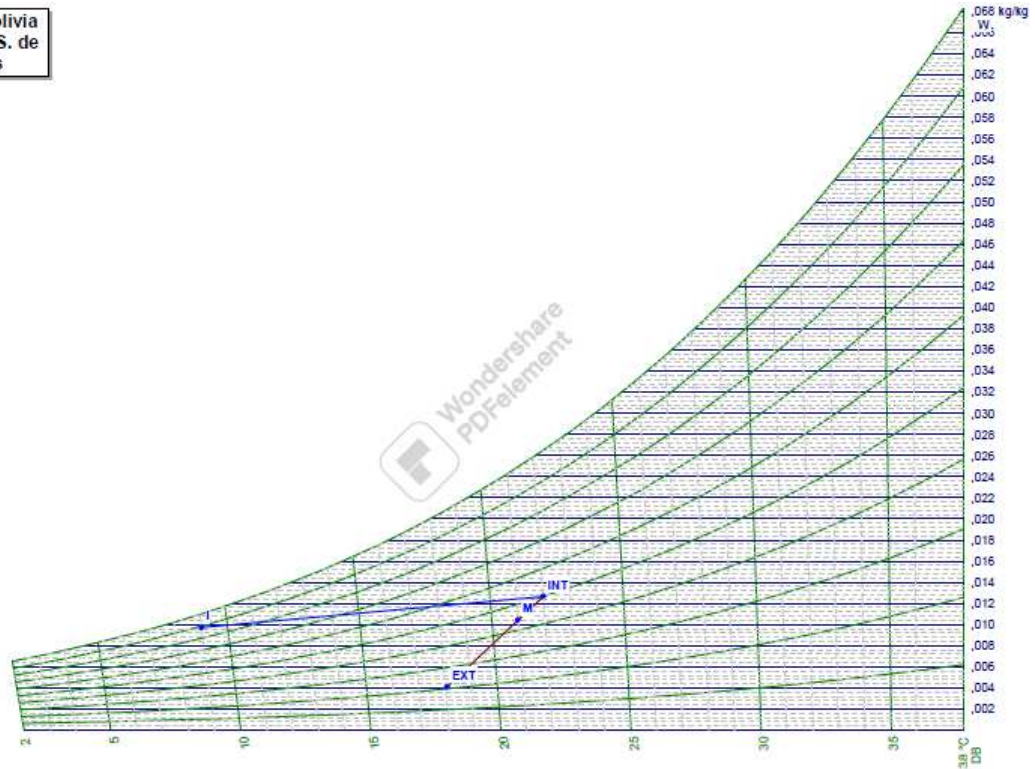
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

### Process Input/Output Report

Process	Flow Alt. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg
i / INT	1.352	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290
* / M	1	Mixing	21,4	50,2	0,0113	46,3	13,3	1,284
INT	1	83,3%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290
EXT	0	16,7%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256

# COMEDOR

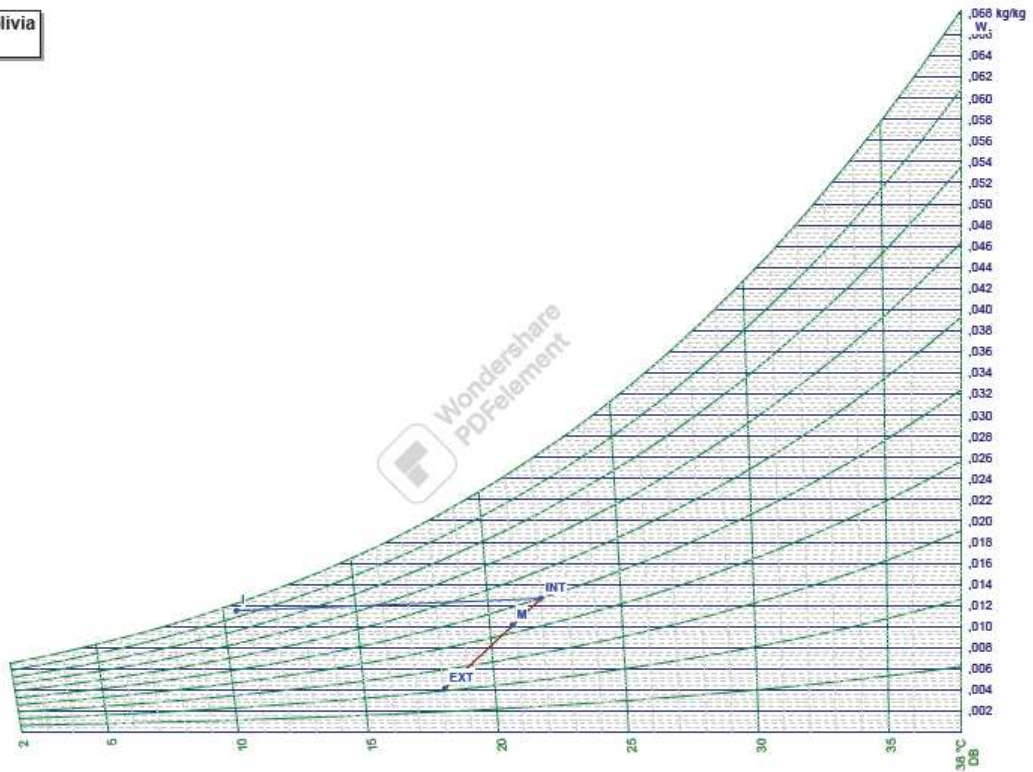
La Paz, Bolivia  
Comedor/S. de  
Reuniones



PsyChart - Psychrometric Analysis And Design		Elite Software Development, Inc.							
Elite Software Development Bryan, TX 77802		Untitled, Chart 1 of 1.psc Page 1							
<b>State Point Report</b>									
Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C		
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97		
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11		
i	9,00	7,91	88,86	33,60	0,0097	1,227	7,27		
M	20,99	12,53	43,92	47,64	0,0104	1,281	8,27		
<b>Process Energy Report</b>									
Process Type	From Point	To Point	Flow Alt. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW
Zone	i	INT	91	15,952	0,0	8,977	0,0	12,7	24,929
Mixing	EXT	M	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mixing	INT	M	58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").									
<b>Process Input/Output Report</b>									
Process	Flow Alt. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg	
i / INT	91	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290	
* / M	78	Mixing	21,0	47,6	0,0104	43,9	12,5	1,281	
EXT	20	26,2%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256	
INT	58	73,8%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290	

# COCINA

La Paz, Bolivia  
Cocina



PsyChart - Psychrometric Analysis And Design  
Elite Software Development  
Bryan, TX 77802

Elite Software Development, Inc.  
Untitled, Chart 2 of 2.psc  
Page 1

## State Point Report

Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11
i	10,50	9,97	94,74	39,61	0,0115	1,237	9,69
M	20,84	12,23	42,94	46,65	0,0101	1,280	7,80

## Process Energy Report

Process Type	From Point	To Point	Flow Ait. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW
Zone	i	INT	56	8,753	0,0	2,206	0,0	3,1	10,959
Mixing	EXT	M	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mixing	INT	M	33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	

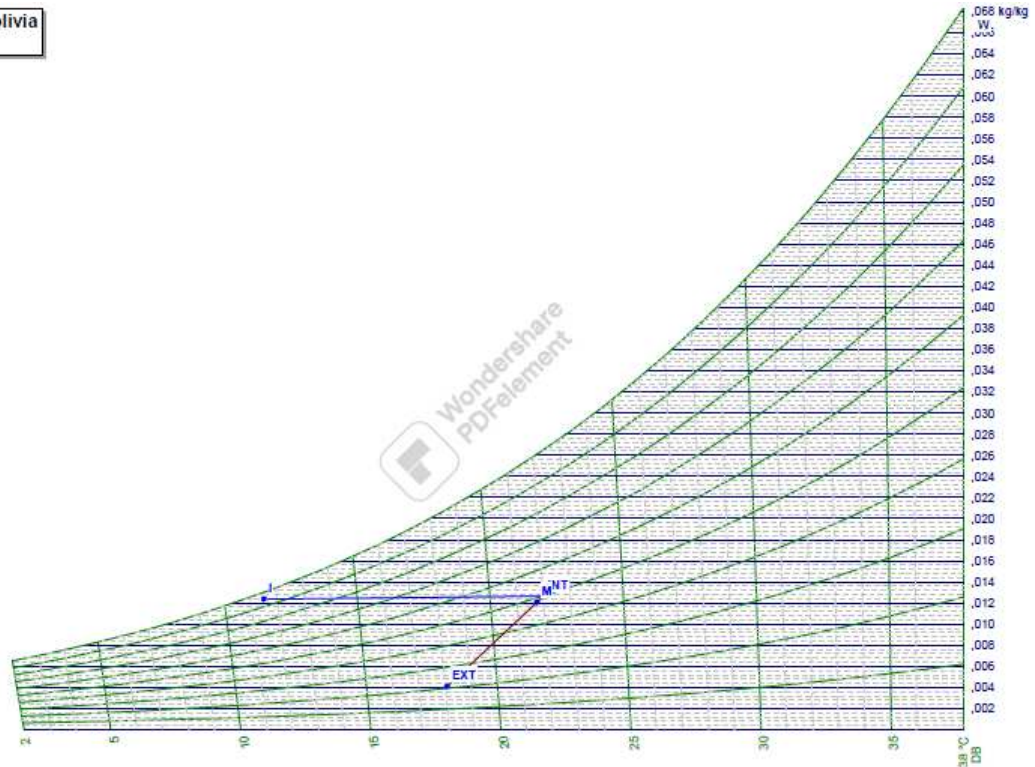
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

## Process Input/Output Report

Process	Flow Ait. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg
i / INT	56	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290
* / M	47	Mixing	20,8	46,6	0,0101	42,9	12,2	1,280
EXT	14	30,1%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256
INT	33	69,9%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290

# OFICINAS

La Paz, Bolivia  
Oficinas



PsyChart - Psychrometric Analysis And Design  
Elite Software Development  
Bryan, TX 77802

Elite Software Development, Inc.  
Untitled, Chart 3 of 3.psc  
Page 1

### State Point Report

Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11
i	11,50	11,01	95,22	42,82	0,0124	1,244	10,76
M	21,73	13,94	48,46	52,57	0,0121	1,288	10,40

### Process Energy Report

Process Type	From Point	To Point	Flow Alt. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW
Zone	i	INT	74	10,535	0,0	0,746	0,0	1,1	11,281
Mixing	EXT	M	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mixing	INT	M	55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	

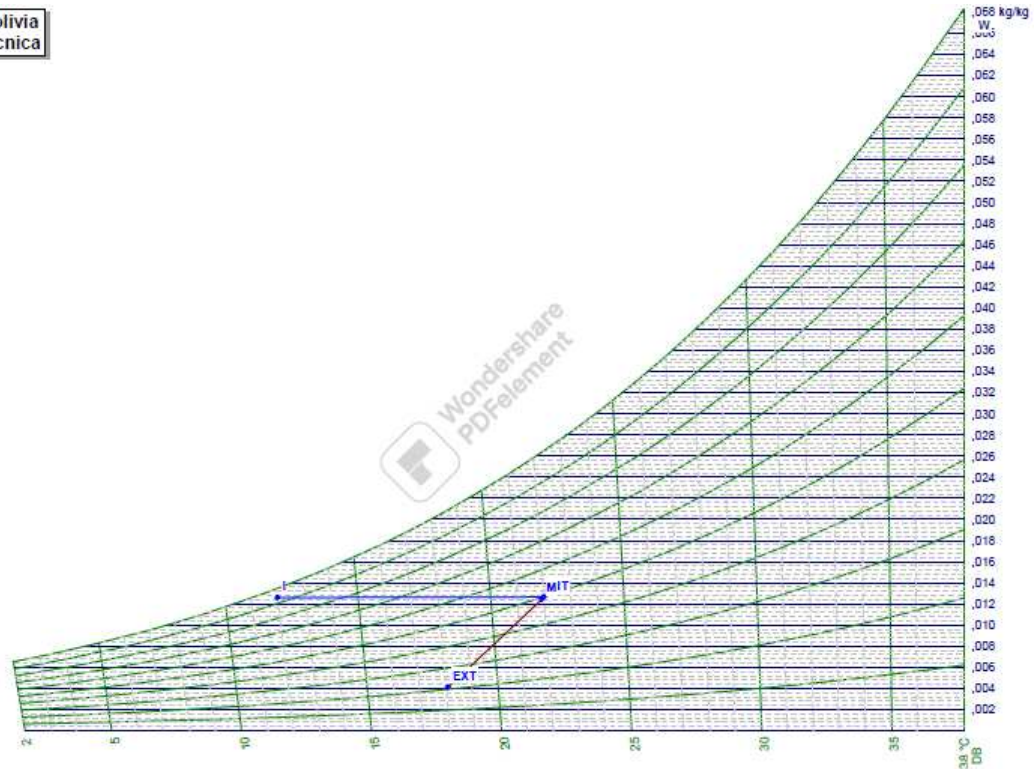
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

### Process Input/Output Report

Process	Flow Alt. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg
i / INT	74	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290
* / M	59	Mixing	21,7	52,6	0,0121	48,5	13,9	1,288
EXT	4	7,0%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256
INT	55	93,0%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290

# OFICINA TÉCNICA

La Paz, Bolivia  
Oficina tecnica



PsyChart - Psychrometric Analysis And Design		Elite Software Development		Bryan, TX 77802		Elite Software Development, Inc.		Untitled, Chart 4 of 4.psc		Page 1	
<b>State Point Report</b>											
Point Name	Dry Bulb Temp. °C	Wet Bulb Temp. °C	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Specific Volume m³/kg	Dew Point Temp. °C				
EXT	18,10	6,12	20,88	28,66	0,0041	1,256	-3,97				
INT	22,00	14,43	50,00	54,38	0,0127	1,290	11,11				
i	12,00	11,35	93,84	43,93	0,0126	1,246	11,04				
M	21,90	14,25	49,44	53,71	0,0124	1,289	10,85				
<b>Process Energy Report</b>											
Process Type	From Point	To Point	Flow Alt. m³/min	Sensible Heat kW	Sensible Cool kW	Latent Heat kW	Latent Cool kW	Water Added kg/hr	Total Load kW		
Zone	i	INT	25	3,433	0,0	0,055	0,0	0,1	3,488		
Mixing	EXT	M	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Mixing	INT	M	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Totals:				0,000	0,000	0,000	0,000	0,0			
Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").											
<b>Process Input/Output Report</b>											
Process	Flow Alt. m³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °C	Enthalpy (Moist Air) kJ/kg	Humidity Ratio kg/kg	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °C	Specific Volume m³/kg			
i / INT	25	Zone	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290			
* / M	20	Mixing	21,9	53,7	0,0124	49,4	14,2	1,289			
EXT	1	2,6%	18,1	28,7	0,0041	20,9	6,1	1,256			
INT	19	97,4%	22,0	54,4	0,0127	50,0	14,4	1,290			



**APÉNDICE G:** Características eléctricas de cada equipo.

AMBIENTE DEL EQUIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	CARACTERÍSTICA ELÉCTRICA				CORRIENTE			PROTECCIÓN	
			Potencia	Tensión	Frecuencia	Cable	L1	L2	L3	Termomag nético	Guarda motor
			W	Volt	Hz	mm2	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.
OFICINAS	EVAP-1	EVAPORADOR DUCTO	240	220	50	3x1,5	1,21			1x10	
CAJA	EVAP-2	EVAPORADOR CASSETTE	50	220	50	3x1,5	0,25			1x10	
VESTIDORES HOMBRES	EVAP-3	EVAPORADOR CASSETTE	50	220	50	3x1,5		0,25		1x10	
VESTIDORES MUJERES	EVAP-4	EVAPORADOR CASSETTE	50	220	50	3x1,5		0,25		1x10	
SISTEMA 1	VENT-1	EXTRACTOR DUCHAS	177	220	50	3x1,5			0,89	1x10	
SISTEMA 2	VENT-2	EXTRACTOR BAÑOS	320	220	50	3x1,5			1,62	1x10	
<b>TABLERO 1</b>						<b>3x2,5+2x1,5</b>	<b>1,46</b>	<b>0,51</b>	<b>2,51</b>	<b>3x15</b>	

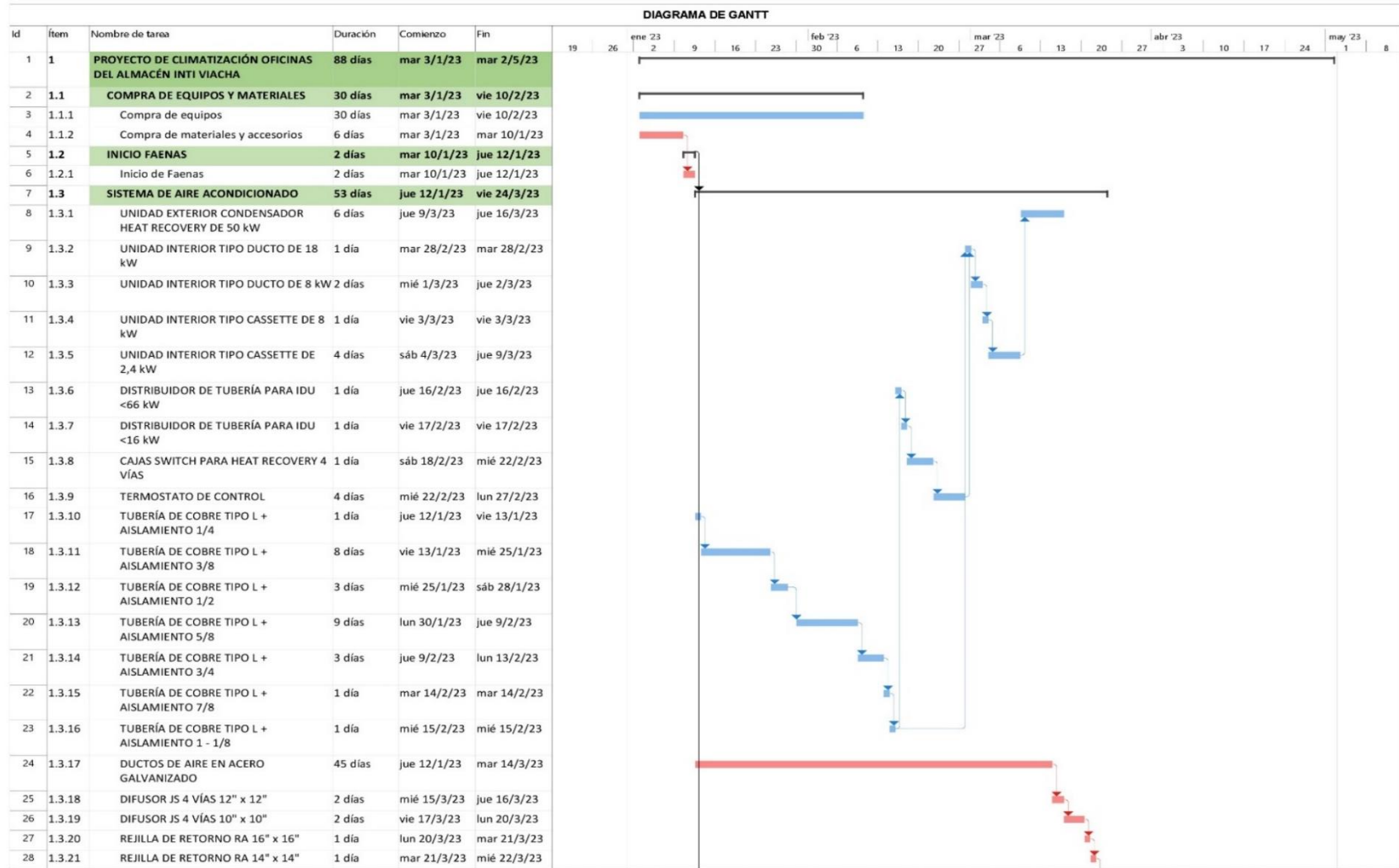
AMBIENTE DEL EQUIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	CARACTERÍSTICA ELÉCTRICA				CORRIENTE			PROTECCIÓN	
			Potencia	Tensión	Frecuencia	Cable	L1	L2	L3	Termomagnético	Guardamotor
			W	Volt	Hz	mm2	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.
COMEDOR/S. REUNIONES	EVAP-5	EVAPORADOR DUCTO	873	220	50	3x1,5	4,41			1x10	
COCINA	EVAP-6	EVAPORADOR CASSETTE	90	220	50	3x1,5		0,45		1x10	
SISTEMA 3	VENT-3	EXTRACTOR BAÑOS	177	220	50	3x1,5			0,89	1x10	

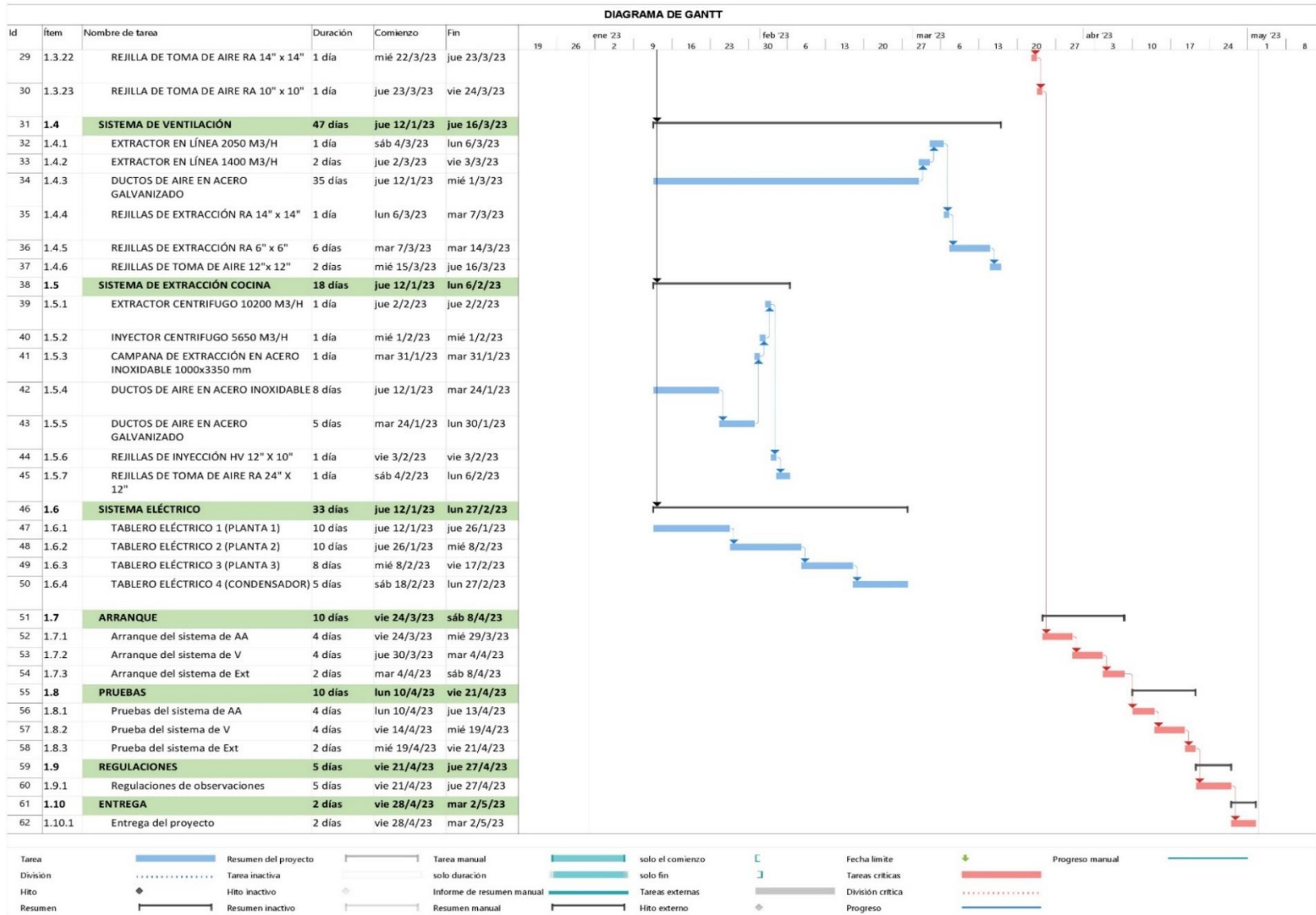
Campana Extracción	EXT-1	EXTRACTOR CAMPANA	1500	380	50	3x2,5+2x1,5	2,54	2,54	2,54		2,5-4
Campana Inyección	INY-1	INYECTOR CAMPANA	950	380	50	3x2,5+2x1,5	1,61	1,61	1,61		1,6-2,5
<b>TABLERO 2</b>						<b>3x2,5+2x1,5</b>	<b>8,55</b>	<b>4,60</b>	<b>5,03</b>	<b>3x15</b>	

AMBIENTE DEL EQUIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	CARACTERÍSTICA ELÉCTRICA				CORRIENTE			PROTECCIÓN	
			Potencia	Tensión	Frecuencia	Cable	L1	L2	L3	Termomagnético	Guardamotor
			W	Volt	Hz	mm2	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.
OFICINAS	EVAP-7	EVAPORADOR DUCTO	240	220	50	3x1,5	1,21			1x10	
OFICINA TÉCNICA	EVAP-8	EVAPORADOR CASSETTE	50	220	50	3x1,5		0,25		1x10	
<b>TABLERO 3</b>						<b>3x2,5+2x1,5</b>	<b>1,21</b>	<b>0,25</b>	<b>0,00</b>	<b>3x10</b>	

AMBIENTE DEL EQUIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	CARACTERÍSTICA ELÉCTRICA				CORRIENTE			PROTECCIÓN	
			Potencia	Tensión	Frecuencia	Cable	L1	L2	L3	Termomagnético	Guardamotor
			W	Volt	Hz	mm2	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.	Amp.
PISO TÉCNICO - EXTERIOR	COND-1	CONDENSADOR	13240	380	50	3x6+2x4	22,38	22,38	22,38	3x25	20-25
<b>TABLERO 4</b>						<b>3x6+2x4</b>	<b>22,38</b>	<b>22,38</b>	<b>22,38</b>	<b>3x25</b>	

## APÉNDICE H: Diagrama de Gantt.





## **APÉNDICE I** Resultados del software de selección VRF.

# Calculation And Selection Result

## 1. Project Parameter

Project Name:	INTI Viacha VRF Project
Nation:	Bolivia
Location:	La Paz
Address:	Viacha
Name:	Almacen INTI Viacha
Job Title:	Sistema de VRF INTI Viacha
Outdoor barometric pressure in summer(Pa):	61150
Outdoor mean air velocity in summer(m/s):	4.8
Summer Outdoor Dry-bulb:	18.1
Summer Outdoor Wet-bulb:	5.7
Winter Outdoor Dry-bulb:	-3.9
Winter Outdoor Wet-bulb:	-6.7

## 2. Material List

Model	Qty	Description
38VF016T119010	1	FULL DC INVERTER 3-PIPE VRF 380V 8-18HP
40VX006H11200010	4	New Four-way Cassette(Compact)
42VD028H112011010	2	High Static Pressure Duct
40VK028H11200010	1	Four_way Cassette
42VD055H112011010	1	High Static Pressure Duct
CA-FQZHN-03SB	1	Distributor
CA-FQZHN-01SB	1	Distributor
MSFT-04C-CM	2	MSBox
Ø7/8	6.0m	Copper Pipe
Ø5/8	68.0m	Copper Pipe
Ø1-1/8	3.0m	Copper Pipe
Ø3/8	65.0m	Copper Pipe
Ø3/4	20.0m	Copper Pipe
Ø1/2	24.6m	Copper Pipe
Ø1/4	7.2m	Copper Pipe
WR-12-CM	8	Wire Controller

## 3.2 Specifications

Room	Description	Model	RTC kW	ATC kW	RTH kW	ATH kW	Air Flow m <sup>3</sup> /h	Sound dBA	Dimension mm	Weight kg	Static Pressure Pa	Power Supply	Rated Load Amperes
CAJERO	Indoor Unit	40VX006H112 00010	2.2	2.21 1	2.4	1.937	522	38	630*265*575	17.5	N/A	220-240,50,1	N/A
OFICINAS Y RECEPTION	Indoor Unit	42VD028H112 011010	7.1	7.12 7	8	6.437	1510	50	952*420*690	45	60	220-240,50,1	N/A
VESTIDOR H.	Indoor Unit	40VX006H112 00010	2.2	2.20 6	2.4	1.926	522	38	630*265*575	17.5	N/A	220-240,50,1	N/A
VESTIDOR M.	Indoor Unit	40VX006H112 00010	2.2	2.2	2.4	1.91	522	38	630*265*575	17.5	N/A	220-240,50,1	N/A
COCINA	Indoor Unit	40VK028H112 00010	7.1	7.11 5	8	6.405	1220	39	840*230*840	26.2	N/A	220-240,50,1	N/A
COMEDOR	Indoor Unit	42VD055H112 011010	16	16.0 68	18	14.49 6	3890	55	1425×500×92 8	70	90	220-240,50,1	N/A
OFICINAS	Indoor Unit	42VD028H112 011010	7.1	7.13 6	8	6.454	1510	50	952*420*690	45	60	220-240,50,1	N/A
OF. TECNICA	Indoor Unit	40VX006H112 00010	2.2	2.20 2	2.4	1.912	522	38	630*265*575	17.5	N/A	220-240,50,1	N/A
Outdo	Outdoor	38VF016T119	46.1	46.5	51.6	41.5	15000	60	1250×1615×7	303	N/A	380-415-3-50	N/A

## System Psychrometrics for Sistema VRF INTI Viacha

Project Name: ALMACEN INTI VIACHA PROJECT  
 Prepared by: THERMICAL ENERGY LTDA.

04/18/2023  
 10:10a. m.

### 1. Summary

Ventilation Sizing Method ..... **ASHRAE Std 62.1-2010**  
 Design Condition ..... **Heating operation**  
 Occupant Diversity (D) ..... **1,000**  
 Uncorrected Outdoor Air Intake (Vou) ..... **649** L/s  
 System Ventilation Efficiency (Ev) ..... **1,000**  
 Outdoor Air Intake (Vot) ..... **812** L/s

### 2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Supply Air (L/s) (Vpz)	Space Floor Area (m²) (Az)	Area Outdoor Air Rate (L/(s·m²)) (Ra)	Time Averaged Occupancy (Occupants) (Pz)	People Outdoor Air Rate (L/s/person) (Rp)	Air Distribution Effectiveness (Ez)	Space Outdoor Air (L/s) (Voz)	Breathing Zone Outdoor Air (L/s) (Vbz)	Space Ventilation Efficiency (Evz)
<b>Zone 1</b>										
PB Oficinas y Recepcion	1	577	82,5	0,30	11,0	2,50	0,80	<b>65</b>	52	1,000
<b>Zone 2</b>										
PB Cajero	1	91	5,3	0,30	1,0	2,50	0,80	<b>5</b>	4	1,000
<b>Zone 3</b>										
PB Vestidor Hombres	1	117	12,0	0,30	4,0	2,50	0,80	<b>17</b>	14	1,000
<b>Zone 4</b>										
PB Vestidor Mujeres	1	116	6,8	0,30	3,0	2,50	0,80	<b>12</b>	10	1,000
<b>Zone 5</b>										
P1 Comedor	1	1573	154,8	0,90	80,0	3,80	0,80	<b>554</b>	443	1,000
<b>Zone 6</b>										
P1 Cocina	1	611	57,1	0,60	6,0	3,80	0,80	<b>71</b>	57	1,000
<b>Zone 7</b>										
P2 Oficinas	1	565	90,9	0,30	14,0	2,50	0,80	<b>78</b>	62	1,000
<b>Zone 8</b>										
P2 Oficina tecnica	1	168	15,4	0,30	1,0	2,50	0,80	<b>9</b>	7	1,000
<b>Totals (incl. Space Multipliers)</b>		<b>3817</b>							<b>649</b>	<b>1,000</b>





Room	Description	Model	RTC kW	ATC kW	RTH kW	ATH kW	Air Flow m <sup>3</sup> /h	Sound dBA	Dimension mm	Weight kg	Static Pressure Pa	Power Supply	Rated Load Amperes
or	Unit	010							65				

(C)Water inlet temperature:30.0

(H)Water inlet temperature:20.0

RTC: Required total cooling capacity

ATC: Available total cooling capacity

RTH: Required total heating capacity

ATH: Available total heating capacity

### 3.3 Pipe And Refrigerant Distributors

IU quantity	8/26
Combination Ratio	102.44%
Additional refrigerant charge	7.25kg = 7.20(1/4) * 0.024 + 65.50(3/8) * 0.063 + 17.40(1/2) * 0.126 + 4.00(5/8) * 0.189
Total pipe length	92.6m/1000m
Furthest Actual	25.1m/175m
Furthest equivalent	26.1m/200m
Drop height between IU and IU	6m/30m
After first branch length	23.6m/40.0(90.0)m
Drop height between IU and OU(Above OU)	3m/110m
Drop height between IU and OU(Below OU)	3m/70m
Available Capacity Cooling	46.5 kW
Available Capacity Heating	41.5 kW
1 branch	0.5m Copper pipe.

#### Pipe

No	Length	Gas Pipe	Liquid Pipe
(1)	2.0m	Ø1-1/8,Ø7/8	Ø5/8
(2)	2.6m	Ø3/4,Ø5/8	Ø3/8
(3)	3.0m	Ø7/8,Ø3/4	Ø1/2
(4)	5.7m	Ø1/2	Ø1/4
(5)	9.2m	Ø5/8	Ø3/8
(6)	10.0m	Ø5/8	Ø3/8
(7)	1.5m	Ø1/2	Ø1/4
(8)	10.5m	Ø5/8	Ø3/8
(9)	14.4m	Ø3/4	Ø1/2
(10)	7.8m	Ø5/8	Ø3/8
(11)	5.7m	Ø5/8	Ø3/8
(12)	19.2m	Ø5/8	Ø3/8

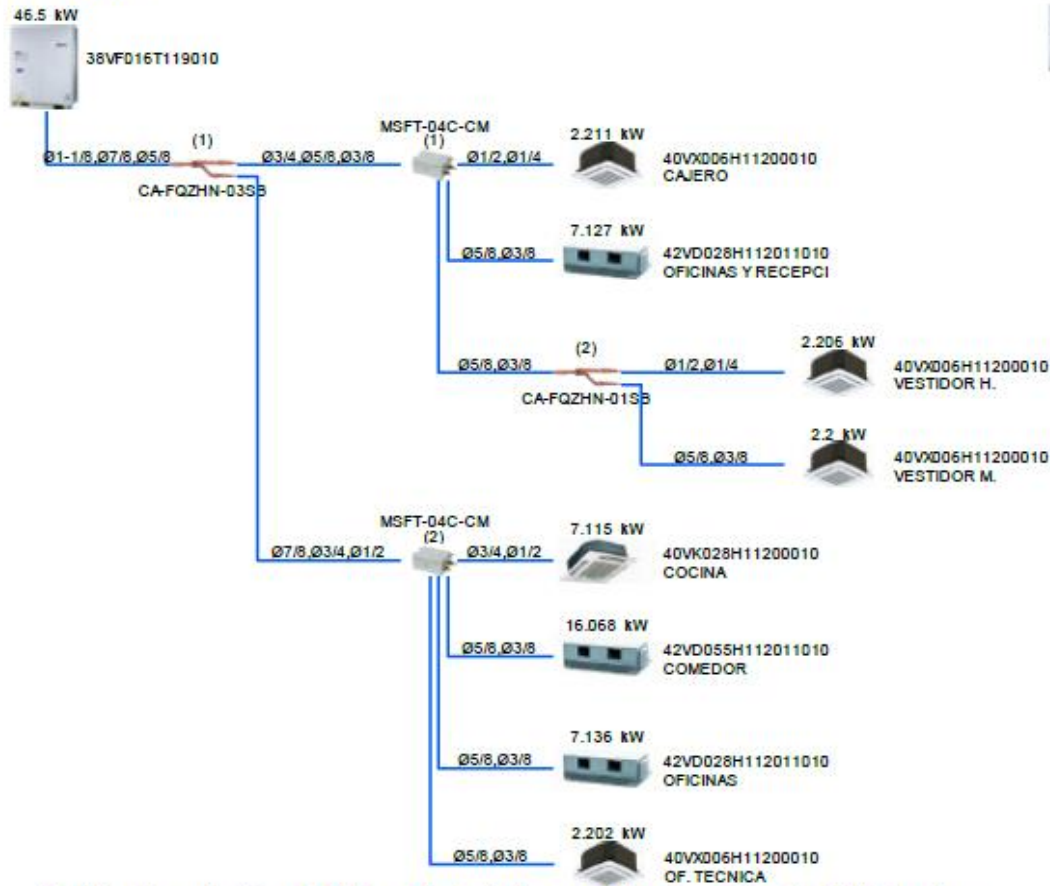
#### Distributor

No	Load kW	Model
(1)	46.1	CA-FQZHN-03SB
(2)	4.4	CA-FQZHN-01SB

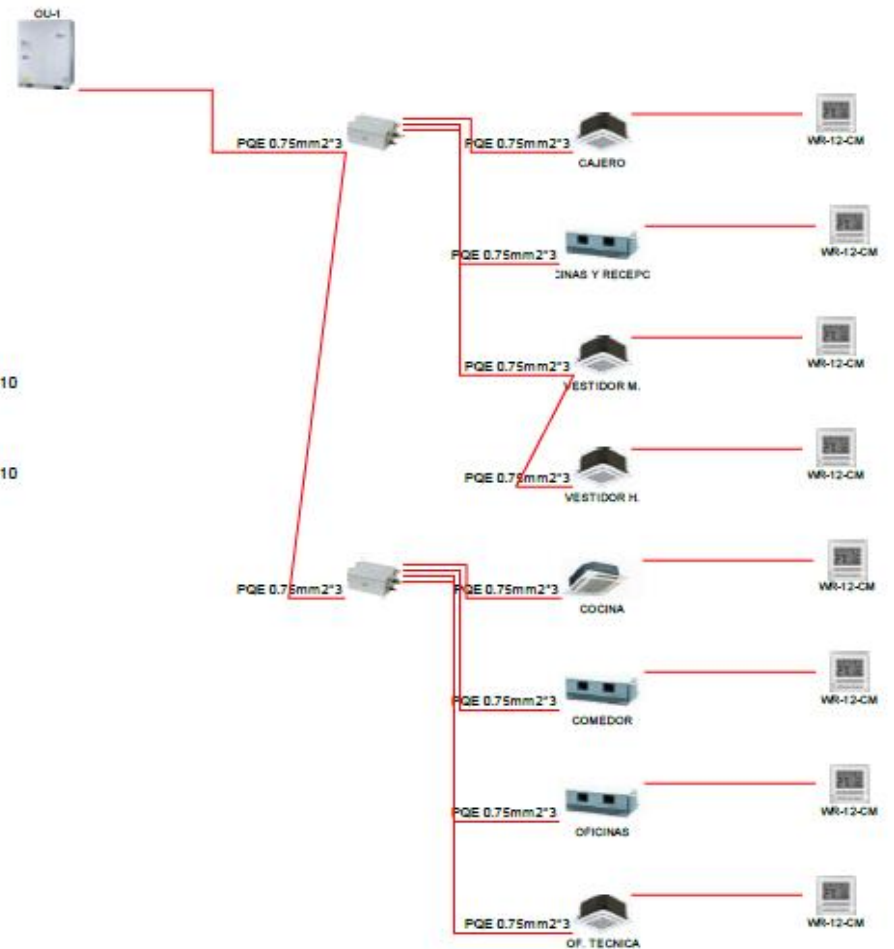
#### MSBox

No	Load kW	Model
(1)	13.7	MSFT-04C-CM
(2)	32.4	MSFT-04C-CM

### Carrier X-POWER



Note 0.75mm<sup>2</sup> is for less than 200 m of wiring length.



The piping size may be different with the actual situation because of the software's illustration limitation, please confirm the piping size according to the installation manual before installation.

**APÉNDICE J** Resultados de las cargas térmicas con el software HAP.

## Design Weather Parameters & MSHGs

ALMACEN INTI VIACHA PROJECT  
MIJHAEL FERNANDEZ M.

04/18/2023  
10:03a. m.

### Design Parameters:

City Name ..... **La Paz**  
 Location ..... **Bolivia**  
 Latitude ..... **-16,5** Deg.  
 Longitude ..... **68,2** Deg.  
 Elevation ..... **4013,9** m  
 Summer Design Dry-Bulb ..... **17,2** °C  
 Summer Coincident Wet-Bulb ..... **6,7** °C  
 Summer Daily Range ..... **12,6** °K  
 Winter Design Dry-Bulb ..... **-3,9** °C  
 Winter Design Wet-Bulb ..... **-6,7** °C  
 Atmospheric Clearness Number ..... **1,00**  
 Average Ground Reflectance ..... **0,20**  
 Soil Conductivity ..... **1,385** W/(m-°K)  
 Local Time Zone (GMT +/- N hours) ..... **4,0** hours  
 Consider Daylight Savings Time ..... **No**  
 Simulation Weather Data ..... **La Paz (IWC)**  
 Current Data is ..... **2001 ASHRAE Handbook**  
 Design Cooling Months ..... **January to December**

### Design Day Maximum Solar Heat Gains

(The MSHG values are expressed in W/m<sup>2</sup> )

Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
January	150,1	167,2	404,0	621,3	746,9	760,8	660,3	461,0	185,7
February	174,4	283,2	525,7	679,9	745,9	708,2	563,7	326,7	140,1
March	310,0	439,9	627,9	719,4	729,3	631,9	437,2	163,9	117,4
April	475,8	567,6	686,4	708,9	658,3	507,9	267,9	98,9	98,9
May	568,3	632,8	706,1	685,1	584,2	407,3	151,8	85,8	85,8
June	596,5	652,2	706,2	673,5	542,5	362,8	113,8	79,4	79,4
July	565,9	630,6	700,1	684,0	564,5	395,4	149,2	82,4	82,4
August	473,1	564,4	681,5	703,5	649,8	498,7	258,4	92,2	92,2
September	294,6	429,1	604,2	722,6	730,0	624,8	421,3	164,3	107,4
October	163,9	280,8	519,8	687,7	752,0	702,4	547,4	312,1	128,1
November	143,2	163,1	410,2	629,4	748,8	757,0	652,3	447,0	177,9
December	146,8	147,3	358,5	598,9	741,5	774,4	691,4	505,8	233,3
Month	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	HOR	Mult
January	452,5	656,4	759,8	751,0	631,6	412,7	168,2	991,6	1,00
February	319,2	555,2	708,9	757,8	693,2	525,7	288,4	969,7	1,00
March	168,5	424,7	631,0	738,9	734,1	617,6	444,4	912,3	1,00
April	98,9	265,4	508,0	660,5	710,5	685,5	566,5	796,0	1,00
May	85,8	153,1	407,0	582,5	686,5	706,2	633,1	693,5	1,00
June	79,4	108,5	364,1	552,5	667,1	706,6	651,0	646,2	1,00
July	82,4	136,0	396,8	581,9	674,6	698,6	627,1	676,7	1,00
August	92,2	248,4	497,5	655,6	711,5	677,6	561,3	774,0	1,00
September	155,6	429,2	627,7	728,1	715,9	610,7	426,3	889,3	1,00
October	315,5	559,0	707,6	748,7	675,3	516,8	277,0	952,6	1,00
November	455,2	657,4	760,0	747,9	623,4	401,1	161,2	983,5	1,00
December	505,1	690,9	774,1	741,6	599,7	359,7	147,5	990,8	1,00

Mult. = User-defined solar multiplier factor.

# Air System Sizing Summary for Sistema VRF INTI Viacha

Project Name: ALMACEN INTI VIACHA PROJECT  
Prepared by: MIJHAEL FERNANDEZ M.

04/18/2023  
10:10a. m.

## Air System Information

Air System Name ..... **Sistema VRF INTI Viacha**  
Equipment Class ..... **TERM**  
Air System Type ..... **VRF**

Number of zones ..... **8**  
Floor Area ..... **424,8** m<sup>2</sup>  
Location ..... **La Paz, Bolivia**

## Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**  
Sizing Data ..... **Calculated**

Zone L/s Sizing ..... **Sum of space airflow rates**  
Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

## Ventilation Fan Sizing Data

Actual max L/s ..... **812** L/s  
Standard L/s ..... **493** L/s  
Actual max L/(s-m<sup>2</sup>) ..... **1,91** L/(s-m<sup>2</sup>)

Fan motor BHP ..... **0,00** BHP  
Fan motor kW ..... **0,00** kW  
Fan static ..... **0** Pa

## Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s ..... **812** L/s  
L/(s-m<sup>2</sup>) ..... **1,91** L/(s-m<sup>2</sup>)

L/s/person ..... **6,76** L/s/person

## Zone Sizing Summary for Sistema VRF INTI Viacha

Project Name: ALMACEN INTI VIACHA PROJECT  
 Prepared by: MIJHAEL FERNANDEZ M.

04/18/2023  
 10:10a. m.

### Air System Information

Air System Name ..... **Sistema VRF INTI Viacha**  
 Equipment Class ..... **TERM**  
 Air System Type ..... **VRF**

Number of zones ..... **8**  
 Floor Area ..... **424,8** m<sup>2</sup>  
 Location ..... **La Paz, Bolivia**

### Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**  
 Sizing Data ..... **Calculated**

Zone L/s Sizing ..... **Sum of space airflow rates**  
 Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

### Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m <sup>2</sup> )	Zone L/(s-m <sup>2</sup> )
Zone 1	4,0	577	577	Jan 1500	3,2	82,5	6,99
Zone 2	0,0	91	91	Des Htg	0,9	5,3	17,16
Zone 3	0,0	117	117	Des Htg	1,2	12,0	9,76
Zone 4	0,0	116	116	Des Htg	1,2	6,8	17,11
Zone 5	10,9	1573	1573	Jan 1500	6,7	154,8	10,16
Zone 6	2,7	611	611	Jan 1500	6,2	57,1	10,69
Zone 7	3,9	565	565	Feb 1500	5,6	90,9	6,21
Zone 8	1,2	168	168	Dec 1000	1,2	15,4	10,89

### Terminal Unit Sizing Data - Cooling

Zone Name	Total Coil Load (kW)	Sens Coil Load (kW)	Coil Entering DB / WB (°C)	Coil Leaving DB / WB (°C)	Water Flow @ 5,6 °K (L/s)	Time of Peak Load
Zone 1	6.6	4.4	23,8 / 15,4	15,9 / 13,2	-	Jan 1500
Zone 2	0,0	0,0	-17,8 / -17,8	-17,8 / -17,8	0,00	Des 0000
Zone 3	0,0	0,0	-17,8 / -17,8	-17,8 / -17,8	0,00	Des 0000
Zone 4	0,0	0,0	-17,8 / -17,8	-17,8 / -17,8	0,00	Des 0000
Zone 5	13.1	9.7	21,9 / 10,3	16,1 / 8,4	-	Jan 1600
Zone 6	4,1	3,1	23,4 / 14,0	21,0 / 13,3	-	Jan 1500
Zone 7	7.2	5.8	23,6 / 15,0	16,8 / 13,1	-	Feb 1500
Zone 8	2.4	1.9	23,9 / 16,8	16,6 / 14,9	-	Dec 1000

### Terminal Unit Sizing Data - Heating, Fan, Ventilation

Zone Name	Heating Coil Load (kW)	Heating Coil Ent/Lvg DB (°C)	Htg Coil Water Flow @11,1 °K (L/s)	Fan Design Airflow (L/s)	Fan Motor (BHP)	Fan Motor (kW)	OA Vent Design Airflow (L/s)
Zone 1	4.0	18,1 / 28,3	-	577	0,073	0,058	65
Zone 2	0.9	19,0 / 33,5	-	91	0,011	0,009	5
Zone 3	1,6	16,9 / 33,6	-	117	0,015	0,012	17
Zone 4	1,5	17,9 / 33,5	-	116	0,015	0,012	12
Zone 5	16,6	12,3 / 26,7	-	1573	0,198	0,157	554
Zone 6	6.5	17,6 / 33,6	-	611	0,077	0,061	71
Zone 7	6,9	17,2 / 33,4	-	565	0,071	0,056	78
Zone 8	1,4	19,4 / 29,7	-	168	0,021	0,017	9

## **APÉNDICE K** Precios unitarios.



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** UNIDAD EXTERIOR CONDENSADOR HEAT RECOVERY DE 50 KW  
**CANTIDAD:** 1 **ÍTEM:** 1.1  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1	CONDENSADOR	Pza	1	98.744,47
2	ANTIVIBRADORES	Glb	1	2.000,00
3	IZAJE	Glb	1	2.000,00
4	VARIOS	Glb	1	1.000,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>103.744,47</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1	Técnico	H-H	48	30,00
2	Ayudante	H-H	48	15,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>2.160,00</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				1.537,49
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				322,70
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>4.020,19</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				201,01
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>201,01</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				107.965,67
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>12.955,88</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				120.921,55
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>12.092,16</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				133.013,70
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>4.241,18</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>137.254,88</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 18 KW  
**CANTIDAD:** 1 **ÍTEM:** 1.2  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1	EVAPORADOR 18KW	Pza	1	11.205,25
2	ANTIVIBRADORES	Glb	1	500,00
3	SOPORTES	Glb	1	300,00
4	VARIOS	Glb	1	100,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>12.105,25</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1	Técnico	H-H	8	30,00
2	Ayudante	H-H	8	15,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>360,00</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				256,25
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				53,78
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>670,03</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				33,50
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>33,50</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				12.808,78
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>1537,05</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				14.345,63
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>1434,58</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				15.780,41
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>503,16</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>16.283,57</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO				
ACTIVIDAD:	UNIDAD INTERIOR TIPO DUCTO DE 8 KW				
CANTIDAD:	2	ÍTEM:	1.3		
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
<b>1.- MATERIALES</b>					
1 EVAPORADOR DUCTO 8KW	Pza	1	6.447,92	6.447,92	
2 ANTIVIBRADORES	Glb	1	300,00	300,00	
3 SOPORTES	Glb	1	150,00	150,00	
4 VARIOS	Glb	1	50,00	50,00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>6.947,92</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>					
1 Técnico	H-H	8	30,00	240,00	
2 Ayudante	H-H	8	15,00	120,00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA				360,00	
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				256,25	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				53,78	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>670,03</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)					
				33,50	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>33,50</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				7.651,45	
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>918,17</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>					
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				8.569,62	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>856,96</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				9.426,58	
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>300,57</b>	
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>9.727,15</b>	

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO				
ACTIVIDAD:	UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 8 KW				
CANTIDAD:	1	ÍTEM:	1.4		
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
<b>1.- MATERIALES</b>					
1 EVAPORADOR CASSETTE 8KW	Pza	1	7.544,08	7.544,08	
2 REJILLA DE CASSTTE	Glb	1	1.500,00	1.500,00	
3 SOPORTES	Glb	1	200,00	200,00	
4 VARIOS	Glb	1	50,00	50,00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>9.294,08</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>					
1 Técnico	H-H	8	30,00	240,00	
2 Ayudante	H-H	8	15,00	120,00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA				360,00	
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				256,25	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				53,78	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>670,03</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)					
				33,50	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>33,50</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				9.997,61	
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>1199,71</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>					
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				11.197,32	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>1119,73</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				12.317,05	
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>392,73</b>	
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>12.709,78</b>	

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** UNIDAD INTERIOR TIPO CASSETTE DE 2,4 KW  
**CANTIDAD:** 4 **ÍTEM:** 1.5  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 EVAPORADOR CASSETTE 8KW	Pza	1	4.236,20	4.236,20
2 REJILLA DE CASSTTE	Glb	1	1.500,00	1.500,00
3 SOPORTES	Glb	1	200,00	200,00
4 VARIOS	Glb	1	50,00	50,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>5.986,20</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	8	30,00	240,00
2 Ayudante	H-H	8	15,00	120,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				360,00
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				256,25
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				53,78
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>670,03</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				33,50
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>33,50</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				6.689,73
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>802,77</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				7.492,50
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>749,25</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				8.241,75
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>262,79</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>8.504,54</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** DISTRIBUIDOR DE TUBERIA PARA IDU <66 kW  
**CANTIDAD:** 3 **ÍTEM:** 1.6  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 DISTRIBUIDOR <66KW	Pza	1	814,77	814,77
2 VARILLA	Pza	2	7,00	14,00
3 OXIGENO Y GAS	Glb	1	15,00	15,00
4 SOPORTES	Glb	1	30,00	30,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>873,77</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	1	30,00	30,00
2 Ayudante	H-H	1	15,00	15,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				45,00
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				32,03
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				6,72
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>83,75</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				4,19
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>4,19</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				961,71
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>115,41</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				1.077,12
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>107,71</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				1.184,83
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>37,78</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>1.222,61</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** DISTRIBUIDOR DE TUBERÍA PARA IDU <16 kW  
**CANTIDAD:** 2 **ÍTEM:** 1.7  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 DISTRIBUIDOR <16KW	Pza	1	392,04	392,04
2 VARILLA	Pza	2	7,00	14,00
3 OXIGENO Y GAS	Glb	1	15,00	15,00
4 SOPORTES	Glb	1	30,00	30,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>451,04</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	1	30,00	30,00
2 Ayudante	H-H	1	15,00	15,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>45,00</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				32,03
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				6,72
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>83,75</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	4,19	4,19
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>4,19</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				538,98
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>64,68</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				603,86
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>60,37</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				664,03
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>21,17</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>685,20</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** CAJAS SWITCH PARA HEAT RECOVERY 4 VÍAS  
**CANTIDAD:** 2 **ÍTEM:** 1.8  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 CAJA SWITCH 4 VIAS	Pza	1	14.892,15	14.892,15
2 ANTI-VIBRADORES	Glb	1	300,00	300,00
3 SOPORTES	Glb	1	100,00	100,00
4 VARIOS	Glb	1	50,00	50,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>15.342,15</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	4	30,00	120,00
2 Ayudante	H-H	4	15,00	60,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>180,00</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				128,12
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				26,89
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>335,01</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	16,75	16,75
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>16,75</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				15.693,91
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>1883,27</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				17.577,18
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>1757,72</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				19.334,90
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>616,5</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>19.951,40</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TERMOSTATO DE CONTROL  
**CANTIDAD:** 8 **ÍTEM:** 1.9  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
<b>1.- MATERIALES</b>					
1	TERMOSTATO DE CONTROL	Pza	1	463,91	463,91
2	CONDUIT	ml	2	7,00	14,00
3	CABLEADO	ml	2	1,00	2,00
4	SOPORTE Y VARIOS	Glb	1	10,00	10,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>489,91</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>					
1	Técnico	H-H	2	30,00	60,00
2	Ayudante	H-H	2	15,00	30,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>90,00</b>	
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				64,06	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				13,45	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>167,51</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				8,38	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>8,38</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				665,80	
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>79,9</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>					
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				745,70	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>74,57</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				820,27	
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>26,15</b>	
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>846,42</b>	

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1/4  
**CANTIDAD:** 7,2 **ÍTEM:** 1.10  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
<b>1.- MATERIALES</b>					
1	TUBERIA DE COBRE 1/4"	ml	1	16,51	16,51
2	AISLAMIENTO 1/4"	ml	1	5,00	5,00
3	SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4	SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>27,41</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>					
1	Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2	Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>22,50</b>	
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02	
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>					
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				2,09	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>	
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>					
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				71,38	
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>8,57</b>	
<b>5.- UTILIDAD</b>					
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				79,94	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>7,99</b>	
<b>6.- IMPUESTOS</b>					
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				87,93	
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>2,8</b>	
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>90,73</b>	

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 3/8  
**CANTIDAD:** 65 **ÍTEM:** 1.11  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 3/8"	ml	1	25,21	25,21
2 AISLAMIENTO 3/8"	ml	1	7,00	7,00
3 SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>38,11</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Glb	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				82,08
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>9,85</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				91,93
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>9,19</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				101,12
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>3,22</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>104,34</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1/2  
**CANTIDAD:** 24,6 **ÍTEM:** 1.12  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 1/2"	ml	1	30,35	30,35
2 AISLAMIENTO 1/2"	ml	1	9,00	9,00
3 SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>45,25</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Glb	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				89,22
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>10,71</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				99,93
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>9,99</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				109,92
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>3,5</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>113,42</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 5/8  
**CANTIDAD:** 68 **ITEM:** 1.13  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 5/8"	ml	1	40,12	40,12
2 AISLAMIENTO 5/8"	ml	1	11,00	11,00
3 SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>57,02</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Glb	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				100,99
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>12,12</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				113,11
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>11,31</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				124,42
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>3,97</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>128,39</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 3/4  
**CANTIDAD:** 20 **ITEM:** 1.14  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 3/4"	ml	1	72,73	72,73
2 AISLAMIENTO 3/4"	ml	1	13,00	13,00
3 SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>91,63</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Glb	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				135,60
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>16,27</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				151,87
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>15,19</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				167,06
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>5,33</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>172,39</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 7/8  
**CANTIDAD:** 6 **ÍTEM:** 1.15  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 7/8"	ml	1	87,50	87,50
2 AISLAMIENTO 7/8"	ml	1	15,00	15,00
3 SOPORTES	ml	0,8	3,00	2,40
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>108,40</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				152,37
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>18,28</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				170,65
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>17,07</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				187,72
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>5,99</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>193,71</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** TUBERÍA DE COBRE TIPO L + AISLAMIENTO 1 - 1/8  
**CANTIDAD:** 3 **ÍTEM:** 1.16  
**UNIDAD:** ML **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 TUBERIA DE COBRE 1 1/8"	ml	1	153,49	153,49
2 AISLAMIENTO 1 1/8"	ml	1	17,00	17,00
3 SOPORTES	ml	0,8	5,00	4,00
4 SOLDADURA	Glb	1	3,50	3,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>177,99</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				221,96
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>26,64</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				248,60
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>24,86</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				273,46
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>8,72</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>282,18</b>



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** DUCTOS DE AIRE EN ACERO GALVANIZADO  
**CANTIDAD:** 185 **ÍTEM:** 1.17  
**UNIDAD:** M2 **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 PLANCHA ACERO GALVANIZADO 0,5 MM	m2	1	42,02	42,02
2 SILICONA	Pza	0,1	18,00	1,80
3 VARILLA	Pza	0,3	2,00	0,60
4 PERNOS Y SOPORTES	Glb	0,5	1,00	0,50
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>44,92</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	1	30,00	30,00
2 Ayudante	H-H	1	15,00	15,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				45,00
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				32,03
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				6,72
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>83,75</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	4,19	4,19
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>4,19</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				132,86
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>15,94</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				148,80
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>14,88</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				163,68
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>5,22</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>168,90</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**DATOS GENERALES**

**PROYECTO:** SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO  
**ACTIVIDAD:** DIFUSOR JS 4 VÍAS 12" x 12"  
**CANTIDAD:** 6 **ÍTEM:** 1.18  
**UNIDAD:** PZA. **MONEDA:** Bs.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 DIFUSOR 12X12	Pza	1	111,11	111,11
2 TORNILLO Y TUERCAS	Glb	0,5	1,00	0,50
3			0,00	0,00
4			-	0,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>111,61</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
SUBTOTAL MANO DE OBRA				22,50
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				155,58
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>18,67</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				174,25
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>17,43</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				191,68
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>6,11</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>197,79</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO				
ACTIVIDAD:	DIFUSOR JS 4 VÍAS 10" x 10"				
CANTIDAD:	8	ÍTEM:	1.19		
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 DIFUSOR 10x10	Pza	1	69,75	69,75
2 TORNILLO Y TUERCAS	Glb	1	1,00	1,00
3				0,00
4				0,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>70,75</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>22,50</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				114,72
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>13,77</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				128,49
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>12,85</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				141,34
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>4,51</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>145,85</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO				
ACTIVIDAD:	REJILLA DE RETORNO RA 16" x 16"				
CANTIDAD:	2	ÍTEM:	1.20		
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 REJILLA 16X16	Pza	1	68,81	68,81
2 TORNILLO Y TUERCAS	Glb	1	1,00	1,00
3				0,00
4				0,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>69,81</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>22,50</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				
	Gbl	1	2,09	2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				113,78
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>13,65</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				127,43
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>12,74</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				140,17
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>4,47</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>144,64</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO			
ACTIVIDAD:	REJILLA DE RETORNO RA 14" x 14"			
CANTIDAD:	2	ÍTEM:	1.21	
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 REJILLA 14X14	Pza	1	51,14	51,14
2 TORNILLO Y TUERCAS	Glb	1	1,00	1,00
3				0,00
4				0,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>52,14</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>22,50</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				96,11
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>11,53</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				107,64
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>10,76</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				118,40
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>3,78</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>122,18</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
PROYECTO:	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ALMACÉN INTI - EL ALTO			
ACTIVIDAD:	REJILLA DE TOMA DE AIRE RA 14" x 14"			
CANTIDAD:	1	ÍTEM:	1.22	
UNIDAD:	PZA.	MONEDA:	Bs.	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
<b>1.- MATERIALES</b>				
1 REJILLA 14X14	Pza	1	51,14	51,14
2 TORNILLO Y TUERCAS	Glb	1	1,00	1,00
3				0,00
4				0,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>52,14</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>				
1 Técnico	H-H	0,5	30,00	15,00
2 Ayudante	H-H	0,5	15,00	7,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>22,50</b>
CARGAS SOCIALES = (71,18% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				16,02
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (14,94% A LA MANO DE OBRA DIRECTA)				3,36
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>41,88</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				
HERRAMIENTAS = (5% DE LA MANO DE OBRA DIRECTA)				2,09
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAM.</b>				<b>2,09</b>
<b>4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>				
GASTOS GENERALES = (12% AL COSTO DIRECTO DIRECTO DE 1 + 2 + 3)				96,11
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES Y ADM.</b>				<b>11,53</b>
<b>5.- UTILIDAD</b>				
UTILIDAD = (10% DE 1 + 2 + 3 + 4)				107,64
<b>TOTAL UTILIDAD</b>				<b>10,76</b>
<b>6.- IMPUESTOS</b>				
IMPUESTOS IT = (3,09% AL SUB TOTAL GENERAL 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				118,40
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>				<b>3,78</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>				<b>122,18</b>