

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN, REFRESCAMIENTO Y AGUAS
CALIENTES SANITARIAS PRESENTES EN EL HOSPITAL SAN AGUSTÍN
DE FLORIDA, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN
MECÁNICA DE PROCESOS Y
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumnos:

Javier Ignacio Ramírez García

Gabriel Eduardo Solorza Guzmán

Profesor guía:

Ingeniero Víctor Hugo Valdebenito Cartes

Profesor co-referente:

Claudio Javier Arrau Gutiérrez

*Dedicado a nuestros padres y familiares
Principales pilares de nuestra formación*

AGRADECIMIENTOS JAVIER RAMÍREZ

En primer lugar agradecer a quienes siempre han creído en mí a pesar de cualquier circunstancia, mi padre, mi madre y mi hermana. Sin estas tres personas, sus consejos, sus críticas constructivas y sus experiencias de vida, este camino más largo de lo estimado en un principio hubiese sido imposible. Este logro que culmina con esta memoria es tan mío como de ustedes.

Agradecer además a la familia más lejana, primos, tíos, abuelos. Que por más lejanos en distancia o relación, han aportado en mi crecimiento personal.

Agradecer a los amigos de toda la vida, esos que han aguantado mis altos y bajos por más de diez años, decirles que cada conversación ha dejado algo por más sin sentido que sea y que han sido fundamentales en momentos de crisis estudiantiles.

A los amigos que hice en este recorrido sansano, que tuvieron que aprender a conocer a una persona un poco complicada, pero sé que su compañía no quedará sólo en nuestra vida universitaria.

Profesores, auxiliares, tíos y tías de la u, guardias, promoción universitaria, voleibol USM, gracias.

Por último dedicar este trabajo a Deportes Concepción que me hizo vivir uno de los momentos más tristes en estos cuatro años y medio. Que me enseñó a desarrollar habilidades que no creía tener, a seguir adelante sin importar las circunstancias y me dio la oportunidad de conocer personas que aportaron y siguen aportando en mi formación personal.

AGRADECIMIENTOS GABRIEL SOLORZA

A mis padres por siempre estar ahí para mí, a mi hermano por el apoyo incondicional, siempre fueron ustedes mi mayor motivación. Que sin ellos no hubiese podido llegar hasta aquí, por cada palabra de aliento y consejo que sin duda fueron un pilar fundamental en este largo proceso, como siempre me dijeron lo único que te podemos dejar es la educación y puedo decir que lo cumplieron a cabalidad, porque este logro no es solo mío es de ustedes.

A mis abuelos y primas que siempre se preocuparon y apoyaron en todo. El apoyo de las personas que queremos y que nos rodean en nuestra vida se vuelve fundamental para crecer como persona.

A una persona en especial que sin duda me acompañó en gran parte de este camino, sin pedir nada a cambio. Que por esas cosas de la vida tomamos caminos diferentes, solo puedo dar las gracias

A los grandes amigos que encontré en este camino que nos acompañamos durante 4 años y medio a los amigos que siempre han estado ahí, entregando sus buenas vibras y apoyo. Sólo resta decir que los sueños si se cumplen y se trabajan desde niño.

Y a esa persona que camino conmigo en la última etapa universitaria

Resumen

KEYWORDS: MANTENIMIENTO; MANTENIMIENTO PREVENTIVO; AEROTERMIA; PANEL FOTOVOLTAICO; CLIMATIZACIÓN; CALEFACCIÓN; REFRESCAMIENTO.

El estudio descrito a continuación consiste en la recopilación de datos de los equipos mecánicos, cañerías y paneles solares del sistema de climatización y refrescamiento del Hospital San Agustín de Florida. Dichos datos se encuentran sin un orden lógico, además de no existir un programa de mantenimiento respectivo que asegure el funcionamiento bajo condiciones normales en un recinto que debe estar en funcionamiento 24/7 los 365 días del año.

Esta inquietud fue presentada por el Servicio de Salud de Concepción al Ingeniero Víctor Valdebenito, Jefe de departamento de mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Por este motivo es que se crea la necesidad de dar respuesta a la inquietud por medio de los conocimientos adquiridos y proponer un plan de mantenimiento preventivo que logre mejorar y evitar mantenciones correctivas en un futuro, entregando una mayor confiabilidad del sistema de calefacción y refrescamiento de todo el hospital.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS 2

OBJETIVO GENERAL 2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA 4

 1.1.2 Hospital San Agustín de Florida 4

 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4

 1.2.1 Problema General..... 5

 1.3 ALCANCES..... 5

 1.4 LIMITACIONES 5

 1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL 6

 1.5.1 Ubicación y Distribución de los Equipos..... 7

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 14

 2.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL..... 15

 2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO..... 16

 2.2.1 Primera generación..... 16

 2.2.2 Segunda generación 16

 2.2.3 Tercera generación 17

 2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO 19

 2.3.1 Tipos y niveles de mantenimiento..... 19

 2.4 VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE CADA TIPO DE MANTENIMIENTO 20

 2.4.1 Mantenimiento Correctivo 20

 2.4.2 Mantenimiento Preventivo 21

 2.4.3 Mantenimiento Predictivo 21

 2.5 LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN RECINTOS HOSPITALARIOS 22

 2.5.1 Importancia del mantenimiento desde el punto de vista de gestión..... 23

 2.5.2 Importancia desde el punto de vista del paciente..... 23

 2.6 MANTENIMIENTO EN RECINTOS HOSPITALARIOS 24

 2.7 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD 25

 2.8 APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD 30

 2.9 CLIMATIZACIÓN 30

 2.9.1 Tipos de climatización 31

 2.9.2 Sistemas de distribución..... 35

 2.9.3 Elementos terminales 36

 2.9.3 Regulación..... 36

2.9.4	Refrigeración.....	37
2.9.5	Condiciones de confortabilidad	39
2.10	AIRE ACONDICIONADO	41
2.10.1	Historia del Aire Acondicionado	41
2.10.2	Conceptos básicos	43
2.10.3	Principios básicos.....	44
2.10.4	Acondicionamiento del aire	46
2.10.5	Composición del aire puro	47
2.11	VENTILACIÓN.....	47
2.11.1	Sistemas de ventilación	49
2.11.2	Ventilación espontanea	49
2.11.3	Ventilación natural	49
2.11.4	Ventilación artificial o mecánica	50
2.11.5	Ventilación por aspiración	50
2.11.6	Elementos auxiliares	51
2.12	BOMBA DE CALOR	52
2.12.1	Principio básico	52
2.12.2	Clasificaciones	52
2.12.3	Ciclos de la bomba de calor	52
2.13	PANELES SOLARES	53
2.13.1	Energía Solar.....	53
2.13.2	Transformación en electricidad.....	53
2.13.3	Efecto fotovoltaico	54
2.14	AEROTERMIA	55
2.14.1	Claves de la aerotermia	55
2.14.2	Aplicaciones.....	56
2.15	PISO RADIANTE.....	57
2.16	Bomba estándar de rotor húmedo Wilo Yonos MAXO 30/0.5-10	59
2.17	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	59
2.17.1	Instrumentos para la medición de temperatura	60
2.17.2	Instrumentos para la medición de presión.....	60
2.18	Intercambiador	61
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN		63
3.1	CONDICIÓN DE DISEÑO	66
3.1.1	Ventilación	66
3.1.2	Climatización	66
3.2	NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	68
3.2.1	Inventario de equipos	69
3.2.2	Tag	71

3.3	ELECCIÓN DE POLITICA DE MANTENIMIENTO	72
3.3.1	Reliability centred maintenance	74
3.4	DOCUMENTACIÓN	77
3.4.1	Hoja de vida	78
3.4.2	Check list.....	80
3.4.3	Orden de trabajo	81
3.5	MANTENIMIENTO POR FAMILIA DE EQUIPOS	86
3.5.1	Maestro aerotermia.....	86
3.5.2	Equipos vex.....	90
3.5.3	Equipos Split Muro	94
3.5.4	Split tipo cassette	100
3.5.5	Equipo compacto.....	104
3.5.6	Estanques	108
3.5.7	Bomba recirculadora (wilo)	110
3.5.8	Manómetro lleno de glicerina	112
3.5.9	Termómetro bimetalico modelo 48.....	113
3.5.10	Thermboil 500E	114
3.6	MANTENIMIENTO PERIÓDICO	123
CAPITULO 4: EVALUACIÓN DE COSTOS		125
4.1	EVALUACIÓN DE COSTOS.....	126
4.1.1	Presupuesto de mantenimiento.....	126
CONCLUSIÓN		129
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA		130
Bibliografía		130
Links.....		131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: SALA TÉRMICA BAJO ESCALERA	7
FIGURA 2 BOMBAS DE CALOR PARA SALA TÉRMICA N°1	8
FIGURA 3SALA TÉRMICA N°2 FRENTE A VACUNATORIO.....	8
FIGURA 4MAQUINAS AEROTÉRMICAS Y PANELES SOLARES	9
FIGURA 5 SALA TÉRMICA N°3 FRENTE A SALA DE CIRUGÍA MENOR	9
FIGURA 6 MAQUINAS AEROTÉRMICAS SAMSUNG Y PANELES ASOCIADOS AL BLOQUE TERMODINÁMICO	10
FIGURA 7 SALA TÉRMICA N°4 EN PASILLO DEL MÓDULO 2.....	10
FIGURA 8 PANELES SOLARES ASOCIADOS AL BLOQUE TERMODINÁMICO	11
FIGURA 9 EQUIPOS DE INYECCIÓN DE AIRE.....	11
FIGURA 10 EQUIPOS DE INYECCIÓN DE AIRE A COCINA CALIENTE MODULO N°5	12
FIGURA 11 VENTILADOR DE INYECCIÓN COCINA Y EXTRACCIÓN DE LAVANDERÍA.....	13
FIGURA 12 VENTILADOR EXTRACTOR DE COCINA Y EXTRACCIÓN DE LAVANDERÍA CALIENTE	13
FIGURA 13 EVOLUCIÓN DE EXPECTATIVA DEL MANTENIMIENTO. (FUENTE: MOUBRAY, 1997)	17
FIGURA 14 CUARTA GENERACIÓN DEL MANTENIMIENTO. (FUENTE: MOUBRAY, 1997)	18
FIGURA 15 TIPOS Y NIVELES DE MANTENIMIENTO	19
FIGURA 16 TIPOS DE MANTENIMIENTO	20
FIGURA 17 SISTEMA BÁSICO DE CALEFACCIÓN POR MEDIO DE RADIADORES	36
FIGURA 18 DIAGRAMA DE PRESIONES FUENTE: CLIMATIZACIÓN DE LOCALES, YVES GUENAND	44
FIGURA 19 LEY DE GAY-LUSSAC	45
FIGURA 20 PRINCIPIO DE PASCAL.....	46
FIGURA 21 ESQUEMA SIMPLIFICADO INYECCIÓN, EXTRACCIÓN DE AIRE	51
FIGURA 22 RODETE DE ALABES CURVADOS HACIA ATRÁS DE DOBLE ASPIRACIÓN	51
FIGURA 23 HÉLICE DE VENTILACIÓN	51
FIGURA 24 ASPECTOS CLAVES INSTALACIÓN	56
FIGURA 25 DIAGRAMA DE UNA BOMBA DE CALOR PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA CALIENTE SANITARIA.	57
FIGURA 26 SISTEMA DE INSTALACIÓN	58
FIGURA 27 PROCESO DE INSTALACIÓN.....	58
FIGURA 28 MOTOR ESTÁNDAR DE ROTOR HÚMEDO WILO YANOS MAXO 30/0.5-10 ..	59
FIGURA 29 TERMOPAR FUENTE: CH SISTEMAS.....	60
FIGURA 30 TERMÓMETRO FUENTE: MELES	60
FIGURA 31 PIRÓMETRO FUENTE: TOOLBOOM.....	60
FIGURA 32 MANÓMETRO FUENTE: VIDRI	61
FIGURA 33 ESQUEMA INTERCAMBIADOR EN INVIERNO Y VERANO	62
FIGURA 34 ESQUEMA DISEÑO SOLUCIÓN	64
FIGURA 35 NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	68
FIGURA 36 MAESTRO AEROTERMIA	86
FIGURA 37 CAJA DE VENTILACIÓN COMPLETA	90
FIGURA 38 COMPONENTES EXTRACTOR	91
FIGURA 39 PROBLEMA COMÚN.....	92
FIGURA 40 VENTILADOR CENTRÍFUGO	94
FIGURA 41 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO SPLIT MURO.....	95
FIGURA 42 COMPONENTES SPLIT MURO	96
FIGURA 43 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA N°1.....	97
FIGURA 44 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA N°2.....	97
FIGURA 45 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA N°3.....	98

FIGURA 46 DESCRIPCIÓN EQUIPOS SPLIT CASSETTE 100

FIGURA 47 ACCESO CAJA DE CONTROL EQUIPO COMPACTO..... 104

FIGURA 48 INDICADOR DE TENSIÓN DE CORREA 105

FIGURA 49 EXTRACCIÓN DE FILTROS 106

FIGURA 50 LIMPIEZA FILTROS 106

FIGURA 51 DIMENSIONES ACUMULADOR 108

FIGURA 52 MEDIDAS EXTRACTOR CAMPANA COCINA 112

FIGURA 53 MANÓMETROS 112

FIGURA 54 TERMÓMETRO BIMETÁLICO 114

FIGURA 55 ESTANQUE DE AGUA CALIENTE SANITARIA..... 114

Índice de tablas

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE BOMBAS DE CALOR SEGÚN MEDIO DE TRANSMISIÓN 52

TABLA 2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA SOLAR 54

TABLA 3 REGULACIÓN RECOMENDADA POR LA NORMA ASHRAE 67

TABLA 4 INVENTARIO EQUIPOS DE EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN, REFRESCAMIENTO Y ACS ELABORACIÓN PROPIA
SEGÚN CATÁLOGOS..... 71

TABLA 5 DESIGNACIÓN DE LETRAS PARA UTILIZACIÓN EN TAG..... 72

TABLA 6 PROPUESTA DE HOJA DE VIDA DE EQUIPOS 80

TABLA 7 PROPUESTA DE CHECK LIST 81

TABLA 8 PROPUESTA OT..... 85

TABLA 9 PROPUESTA DE ETIQUETADO DE EQUIPOS 85

TABLA 11 CAUSA – SOLUCIÓN MAESTRO AEROTERMIA..... 90

TABLA 12 AVERÍAS MÁS COMUNES 93

TABLA 13 PROBLEMAS Y SOLUCIONES 101

TABLA 14 PROBLEMAS Y CAUSAS..... 102

TABLA 15 CUIDADOS ANTES PUESTA EN MARCHA..... 103

TABLA 16 REQUERIMIENTOS PARA SELECCIÓN DE CORREA 105

TABLA 17 PLAN DE VIGILANCIA 109

TABLA 18 PLAN DE MANTENIMIENTO 109

TABLA 19 MANTENIMIENTO PREVENTIVO INTERCAMBIADOR..... 110

TABLA 20 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL..... 110

TABLA 21 DATOS DE FUNCIONAMIENTO..... 111

TABLA 22 DATOS DE FUNCIONAMIENTO EQUIPO TERMODINÁMICO 111

TABLA 23 CARACTERÍSTICAS GENERALES TERMÓMETRO..... 113

TABLA 24 DATOS DE TERMÓMETRO 114

TABLA 25 CARACTERÍSTICAS GENERALES EQUIPO ENERGY PANEL 116

TABLA 26 DIAGNOSTICO DE ANOMALÍAS..... 119

TABLA 27 PREVENCIÓN DE SINIESTRO..... 120

TABLA 28 TABLA DE MANTENIMIENTO 124

TABLA 29 TABLA DE COSTOS ANUALES DE MANTENCIÓN 128

SIGLAS

Acs	: Agua caliente sanitaria
Amfec	: Análisis de modo de falla y efecto
Ashre	: Sociedad americana de ingenierías refrigeración
Ashve	: Sociedad americana de ingeniería de calefacción y ventilación
Ashrae	: Sociedad americana de aire acondicionado, refrigeración y calefacción
Era	: Enfermedades respiratorias agudas
Ecm	: Unidad de control de motor
Ges	: Garantías explícitas en salud
HRACR	: Calefacción, refrigeración, aire acondicionado y ventilación
Ira	: Infecciones respiratorias agudas
Minsal	: Ministerio de salud
Sae	: Sociedad de ingenieros automotrices
Ssc	: Servicio de salud Concepción
Sec	: Súper intendencia de electricidad
Tpm	: Mantenimiento totalmente productivo
Vex	: Ventilador de extracción
Vin	: Ventilador de inyección

SIMBOLOGÍA

Cm	: Centímetro
Cop	: Coeficiente de desempeño
Dr	: Doctor
Gr	: Gramo
Hn3	: Amoniaco
H2o	: Agua
Kc	: Unidad de medida constante de equilibrio
Kg	: Kilogramo
Mt	: Metros
Led	: Diodo emisor de luz
Libr	: Bromuro de litio
Mcc	: Mantenimiento centrado en la confiabilidad
Mm	: Milímetro
Npt	: Rosca americana para tubos
Nº	: Numero
Ot	: Orden de trabajo
P	: Presión
Q	: Caudal
Rpm	: Revoluciones por minuto
Scop	: Factor de rendimiento
T	: Temperatura
v	: Velocidad
V	: Volumen
VII	: Octava
W	: Watts

°C : Grado Celsius^

^ : Operación matemática que eleva la cantidad a una potencia

INTRODUCCIÓN

El hospital San Agustín de Florida ubicado en calle sargento aldea 114, florida alto región del Biobío, es un establecimiento donde se lleva a cabo un conjunto de actividades, asistidas por sistemas complejos, destinadas a restaurar y/o recuperar la salud de personas, esto implica estar frente a servicios que deben tener seguridad, continuidad y calidad los 365 días del año y las 24 horas del día, de manera que otorgue confiabilidad al funcionamiento de todos los departamentos y servicios que conforman el Hospital, dado que no daba abasto para las necesidades de la comuna, El año 2014 bajo la administración de la Presidenta Michelle Bachelet Jeria el Hospital San Agustín de Florida sería el primero en ingresar bajo una gran reestructuración, incluyéndose en el Plan de Inversiones de Salud del Gobierno chileno.

Actualmente en el hospital se desarrolla un mantenimiento basado en los historiales de los equipos antiguos y no en los nuevos, Debido a este recambio es que se considera relevante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, que asegure el correcto funcionamiento, aumente la vida útil de los equipos y que además sirva como referente para las empresas externas que realizan el mantenimiento.

De aquí deriva la motivación de esta propuesta, en lo principal clasificar, jerarquizar y determinar las frecuencias de las mantenciones, otorgándole así una metodología al hospital, que le entregue autonomía en sus decisiones. Al interiorizarse sobre la modalidad de funcionamiento de los prestadores, posee un deficiente manejo de la secuencia de hechos, es decir, desde la detección de una falla hasta que se encuentra en óptimas condiciones, con su respectivo informe técnico.

Es por ello, que centra sus esfuerzos en realizar una hoja de vida de todo el equipamiento médico crítico, con todas las mantenciones realizadas hasta el momento, basándose en la información disponible de las órdenes de trabajo, facturas emitidas, entre otros. Por otra parte, no existe la información histórica de fallas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear un plan de mantenimiento preventivo para los equipos industriales del área de climatización, refrigeración y aguas calientes sanitarias presentes en el Hospital San Agustín de Florida, basados en la criticidad de los equipos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y categorizar los historiales y equipos que intervienen en el proceso de climatización y refrigeración.
- Recopilar información de normativas vigentes nacional aplicables al hospital o su símil extranjero.
- Establecer la metodología o mecanismo de registro de fallas y control de mantenciones de empresas contratistas logrando la elaboración de un plan de mantenimiento según requerimientos.
- Aumentar la confiabilidad y vida útil de los equipos de los sistemas de climatización y refrigeración.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1.2 Hospital San Agustín de Florida

El Hospital San Agustín de Florida habría sido construido en 1892 en Calle Sargento Aldea 1114, Florida, en los terrenos donados por Don Fortunato Muñoz Reyes, quién además entregó a las autoridades de la época recursos económicos para la cancelación de sueldos del personal.

El 24 de enero de 1939 el hospital se ve afectado en su infraestructura por el terremoto ocurrido en la zona, por lo cual el mismo año se comenzó la reconstrucción en calidad de emergencia.

El 20 de octubre de 1940 el hospital es inaugurado bajo la dirección del Dr. Francisco Barros Burgos, quien comenzó sus funciones contando con una planta de un médico, una enfermera, una cocinera y una lavandera.

El año 2014 bajo la administración de la presidenta Michelle Bachelet Jeria el Hospital San Agustín de Florida sería el primero en ingresar bajo una gran reestructuración, incluyéndose en el Plan de Inversiones de Salud del Gobierno chileno.

El nuevo Hospital estaría emplazado en Ignacio Serrano 767 en un terreno de 1,4 Hectáreas, con una inversión inicial de 8 mil 460 millones de pesos, de los cuales 7 mil 600 millones de pesos serían destinados a obras civiles de edificación y 761 millones 244 mil pesos a la compra de equipos, equipamientos y ambulancias.

El nuevo hospital tiene una superficie de 3994 m² que cuenta con atención en las 3 áreas principales, donde encontramos el área de atención ambulatoria, área de atención de urgencia y área de atención cerrada (hospitalización)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el hospital no cuenta con un plan de mantenimiento para lo que es el área de climatización y refrigeración, por lo cual su efectividad en el nuevo equipamiento no está comprobada. Al no contar con un plan de mantenimiento para esta área, el hospital en algún momento determinado se verá en la obligación de hacer

mantenimiento correctivo, elevando los costos para el hospital. Y a su vez arriesgando a quedarse sin función uno de los pilares vitales para el control virus u otros

1.2.1 Problema General

Existe la necesidad de contar con un plan de mantenimiento preventivo, acorde a los nuevos equipos para poder garantizar su confiabilidad y vida útil.

1.3 ALCANCES

La presente propuesta de plan mantenimiento preventivo se basará netamente a los equipos existentes en el hospital San Agustín de Florida, abarcando sólo modelo y equipos que se mencionarán posteriormente.

1.4 LIMITACIONES

- Al poseer equipos nuevos se tiene demasiada información de estos, los cuales fueron entregados por el fabricante y no se acotan a la realidad de trabajo.
- No se posee un orden en los documentos de cada equipo.
- No existe un cargo específico y detallado de la persona que estará a cargo del mantenimiento.
- Este trabajo se enfocará principalmente en la mantención, por lo cual no contara con un análisis financiero
- No se posee time down establecido en el recinto, por lo cual no se pudo realizar un análisis técnico.

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL

El edificio del hospital san Agustín ubicado en la comuna de Florida VII Región del Biobío, cuenta con instalaciones que proporcionan calefacción, refrescamiento y climatización tanto en recintos como en pasillos.

La calefacción de recintos es generada por 2 sistemas independientes; uno en base a un equipo solar termodinámico y otro a través de una bomba de calor tipo aerotermia. Los sistemas almacenan el agua tratada caliente o fría. No pueden trabajar de manera simultánea en la generación de agua, dependiendo si se trabaja en calefacción o refrescamiento.

El agua tratada se almacena en 5 estanques de inercia térmica, de 500 litros cada uno, los que distribuyen el agua a través de bombas a los distintos manifold.

La calefacción o refrescamiento de los distintos recintos se realiza a través de la losa radiante que calefacciona o refresca los recintos, dependiendo las funciones del sistema.

Para el diseño del sistema de calefacción se considera una temperatura de confort en recintos de 20° Celsius, en tanto para el refrescamiento de recintos durante el verano se considera una temperatura de confort de recintos de 24° Celsius.

Además, el edificio cuenta con sistemas de climatización que inyectan aire acondicionado en recintos, pasillos y lugares comunes. Como también se realizan la extracción del aire viciado en distintos puntos del recinto.

Para el diseño del sistema de aire acondicionado se consideran 6 renovaciones de aire por hora de acuerdo a lo solicitado por la ASHRE 2014 para recintos hospitalarios.

También se instaló un sistema conformado por 9 estanques de acumulación de agua de 500 litros, los cuales proveen de agua caliente sanitaria (A.C.S) a todos los recintos habilitados para trabajar con ella.

Cada estanque trabaja con un par de paneles solares.

1.5.1 Ubicación y Distribución de los Equipos.

1.5.1.1 Sistema de calefacción y refrescamiento

El sistema de calefacción y refrescamiento primario genera agua caliente mediante el funcionamiento de un bloque solar termodinámico que trabaja a base de refrigerante R407C el cual entrega calor al agua mediante sus cambios de fase; este sistema primario es apoyado por uno secundario que genera agua caliente mediante una bomba de calor tipo aerotermia, en ambos casos el agua caliente para la calefacción se acumula en un estanque de inercia térmica de 500 litros que alimenta a los calefactores que distribuyen en recintos el agua caliente que genera la temperatura solicitada por el usuario, la cual se puede regular a través de termostatos en pasillos a además abriendo y cerrando las válvulas de paso del agua al recinto particular que sale desde el colector.

El sistema de calefacción y refrescamiento de recintos a través de losa radiante atiende los 5 módulos con los que cuenta el edificio, haciéndolo de manera independiente para cada módulo, lo que se logra distribuyendo los equipos de manera independiente en 4 salas térmicas ubicadas en los diferentes módulos que atienden.

La figura 1 muestra la sala térmica N° 1 ubicada en el 1 ° piso del módulo 5 bajo escalera, donde se observa el bloque solar termodinámico, los estanques de inercia térmica y expansión así como los cuadrados de bombas de recirculación.



Figura 1: Sala térmica bajo escalera

La sala térmica N° 1 cuenta con 2 estanques de inercia térmica de 500 litros cada uno que atienden el 1° y 2° piso del módulo 5.

La figura 2 muestra las bombas de calor, están montadas en la terraza del 2° piso del módulo 5.



Figura 2 Bombas de calor para sala térmica N°1

La figura 3 muestra la sala térmica N° 2, ubicada en el pasillo del módulo 3 frente a la sala de vacunatorio.



Figura 3 Sala térmica N°2 frente a vacunatorio

La figura 4 muestra la cubierta del módulo 3 y 4, en donde se encuentran ubicadas, las máquinas aerotérmicas Samsung y los paneles asociados al bloque termodinámico.



Figura 4Maquinas aerotérmicas y paneles solares

La figura 5 muestra la sala térmica N°3, ubicada en el pasillo del módulo 1 frente a la sala de cirugía menor.

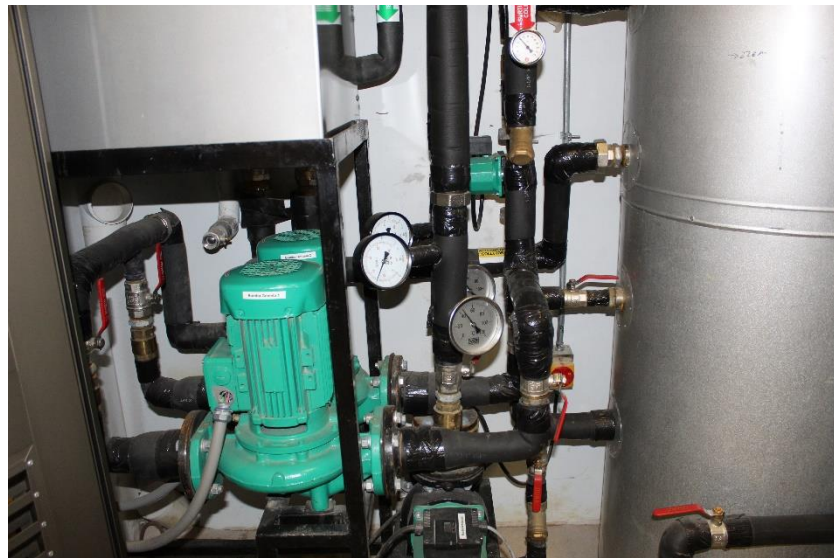


Figura 5 Sala térmica N°3 Frente a sala de cirugía menor

La figura 6 muestra la cubierta del módulo 1 y 2, en donde se encuentran ubicadas las máquinas aerotérmicas Samsung y los paneles asociados al bloque termodinámico.



Figura 6 Maquinas aerotérmicas Samsung y paneles asociados al bloque termodinámico

La figura 7 muestra la sala térmica N°4, ubicada en el pasillo del módulo 2.



Figura 7 Sala térmica N°4 en pasillo del módulo 2

Las figuras 8 muestran la cubierta del módulo 1 y 2, en donde se encuentran ubicadas las máquinas aerotérmicas Samsung y los paneles asociados al bloque termodinámico.



Figura 8 Paneles solares asociados al bloque termodinámico

1.5.1.2 Sistemas de climatización

El sistema de climatización está conformado por 4 equipos compactos, los cuales pueden calefaccionar o enfriar el aire que inyectan dentro del recinto, 3 de ellos inyectan aire a las distintas dependencias del hospital y el cuarto inyecta aire específicamente al sector de cocina caliente (modulo 5, 1° piso).

La figura 9 muestra los equipos que inyectan aire a los distintos recintos del hospital.



Figura 9 Equipos de inyección de aire

La figura 10 muestra el equipo que inyecta aire al sector de cocina caliente en módulo 5, primer piso.



Figura 10 Equipos de inyección de aire a cocina caliente modulo N°5

1.5.1.3 Sistema de extracción

El hospital cuenta con 21 ventiladores que extraen aire de distintos lugares y recintos.

Dentro del total de 21 ventiladores, se encuentran 9 que son exclusivos de recintos independientes tales como; lavandería, box yeso, box I.R.A, box E.R.A, morgue, sala aislados, lavandería, cocina caliente y campana de cocina.

Por otro lado, los 12 últimos ventiladores centrales, llámense así por que extraen aire desde distintos lugares del hospital como pasillos, box de atención, urgencia, baños, etc. Estos ventiladores repartidos sobre las cubiertas de los módulos 1,2,3,4 y 5, además de dos ventiladores que están ubicados en terraza del módulo 5.

La mayoría de los ventiladores se encuentran instalados en terraza módulo 5 o en cubierta de cada módulo, a excepción de; box yeso, esterilización, morgue, I.R.A, E.R.A y aislamiento, los cuales se encuentran ubicados entre el cielo de las mismas salas.

La imagen 11 y 12 muestran los equipos de inyección y extracción de aire ubicados en terraza módulo 5.

Imagen 11 corresponde a ventilador de inyección y de extracción, los cuales trabajan en el sector de lavandería.

Imagen 12 corresponde a ventilador extractor de cocina caliente.



Figura 11 Ventilador de inyección cocina y extracción de lavandería



Figura 12 Ventilador extractor de cocina y extracción de lavandería caliente

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

La necesidad de la industria competitiva de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de producción, así como obtener de ello la máxima disponibilidad, ha originado una significativa evolución del mantenimiento industrial en la últimas décadas pasando de métodos puramente estáticos (a la espera de averías) a métodos dinámicos (seguimiento funcional y control multiparamétrico) con la finalidad de predecir las averías en una etapa incipiente e incluso llegar a determinar la causa problema y, por lo tanto, procurar erradicarla.

Todas las definiciones oficiales o no del mantenimiento tienden a presentar esta función como la encargada de asegurar la disponibilidad de los equipos de producción mediante la ponderación de las imperfecciones del patrimonio tecnológico invertido.

Dicha función debe tener en cuenta los objetivos de la empresa, y se puede llevar a cabo en el marco de un gasto materializado por un presupuesto, o en relación con la determinada actividad industrial. Está sujeta a numerosas obligaciones que la confinan en un modo de funcionamiento que varía de una industria a otra y que depende:

- Disponibilidad financiera del momento.
- Principios de explotación de los equipos industriales.
- Nivel de productividad deseado.
- Cualidades de fiabilidad intrínsecas al material.
- Esperanza de vida de los equipos.
- Cualidades del personal de mantenimiento, etc.

El mantenimiento también responde a expectativas variables. Estas incluyen el hecho de advertir cada vez más el alto grado en el que las fallas en equipos afectan la seguridad y el medioambiente, una conciencia creciente de la conexión entre mantenimiento y calidad del producto, y una presión cada vez mayor de alcanzar un alto rendimiento de las plantas y controlar los costos.

Estos cambios están poniendo a prueba al máximo actitudes y capacidades en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar un nuevo modo de pensar y actuar, como ingenieros y como gerentes. Al mismo tiempo

las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se están haciendo más evidentes, no importa cuán computarizados estén.

Ante la evidencia de esta avalancha de cambios, los jefes de las diversas áreas, están buscando un nuevo método de mantenimiento. Quieren evitar los falsos comienzos y callejones sin salidas que suelen conducir a mayores catástrofes.

2.2 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.2.1 Primera generación

La primera generación cubre el periodo hasta la segunda guerra mundial. En esa época la industria no era altamente mecanizada, de modo que los tiempos de inactividad no tenían demasiada importancia. Esto significa que la prevención de fallas en equipos no era una prioridad en la mente de la mayoría de los gerentes. Al mismo tiempo la mayoría de los equipos eran simples y muy bien diseñados esto los hacía confiables y fáciles de reparar.

Como consecuencia, no había necesidad de mantenimiento sistemático de ningún tipo, más allá que la limpieza, control y lubricación de rutina. La necesidad de habilidades específicas era inclusive menor de lo que es ahora.

2.2.2 Segunda generación

Todo cambió dramáticamente desde la segunda guerra mundial. Las presiones de la guerra aumentaron la demanda de todo tipo de provisiones, mientras que la disponibilidad de mano de obra disminuyó notablemente. Esto llevó a una mayor mecanización. Para 1950, las maquinarias de todo tipo se habían multiplicado en número y complejidad. La industria estaba comenzando a depender de ellas.

A medida que esta independencia creció, la inactividad tuvo un enfoque más cercano. Esto trajo la idea de que las fallas técnicas podían y debían ser prevenidas, lo que trajo a su vez el concepto de mantenimiento preventivo. En 1960 éste consistía

principalmente en el reacondicionamiento de los equipos, que se llevaba a cabo en intervalos fijos.

El costo de mantenimiento comenzó a incrementarse notablemente en comparación con otros costos operativos. Esto llevó al crecimiento de la planificación de mantenimiento y programas de control. Estos fueron una enorme contribución para comenzar a controlar el mantenimiento, y actualmente forman parte oficial de las prácticas de éste.

Finalmente la cantidad de capital invertido en bienes físicos y los costos crecientes, llevó a que los propietarios buscaran el modo de maximizar la vida de esos bienes.

2.2.3 Tercera generación

Desde mediados de 1970, el proceso de cambio en la industria ha conjugado un momento aún mayor. Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

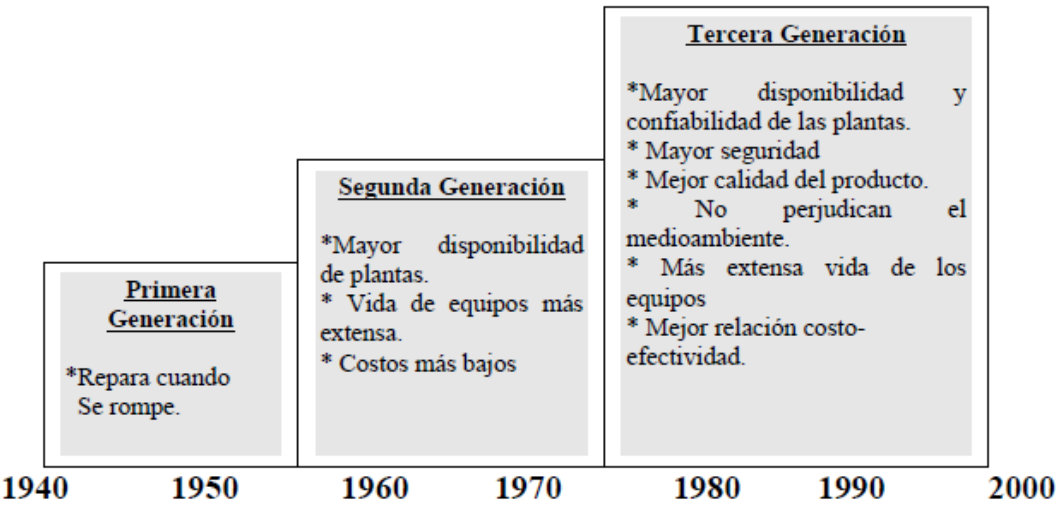


Figura 13 Evolución de expectativa del mantenimiento.
(Fuente: Moubray, 1997)

En los últimos años se ha vivido un crecimiento muy importante de nuevos conceptos de mantenimiento y metodologías aplicadas a la gestión del mantenimiento.

Hasta finales de la década de los 90, los desarrollos alcanzados en las 3º generación del mantenimiento incluían:

Herramientas de ayuda a la decisión, como estudio de riesgo, modos de fallo y análisis de causas de fallo.

Nuevas técnicas de mantenimiento, como el monitoreo de condición.

Equipos de diseño, dando mucha relevancia a la fiabilidad y mantenibilidad.

Un cambio importante en pensamiento de la organización hacia a participación, el trabajo en equipo y la flexibilidad.

A estos usos, se han ido añadiendo nuevas tendencias, técnicas y filosóficas de mantenimiento hasta nuestros días, de tal forma actualmente podemos hablar de una cuarta generación del mantenimiento.

El nuevo enfoque se centra en la eliminación de fallo utilizando técnicas proactivas. Ya no basta con eliminar las consecuencias del fallo, sino que se debe encontrar la causa de ese fallo para eliminarlo y evitar así que se repita.

Asimismo, existe una preocupación creciente en la importancia de la mantenibilidad y fiabilidad de los equipos, de manera que resulta clave tomar en cuenta estos valores desde la fase de diseño del proyecto. Otro punto importante es la tendencia a implantar sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento.

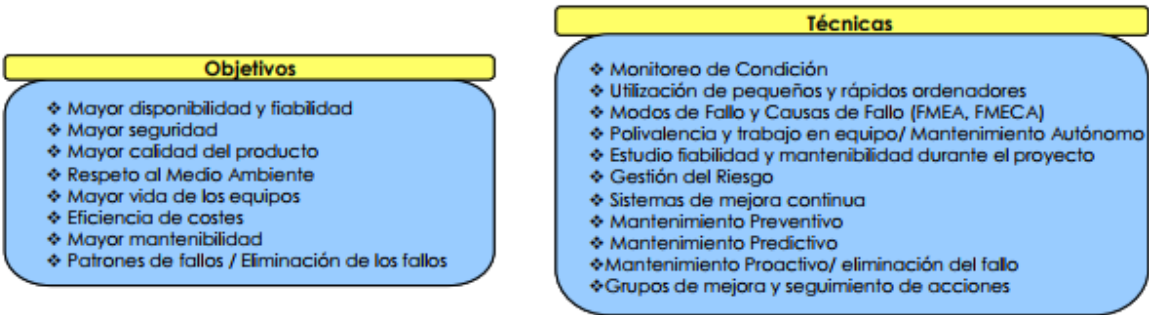


Figura 14 Cuarta generación del mantenimiento.
(Fuente: Moubray, 1997)

El mantenimiento en la industria es un concepto considerado primordial para el correcto funcionamiento de cualquier planta en donde sus objetivos principales son la reducción de costos y aumento de la producción y con ello aumentar de las ganancias o ser líder en el mercado, pero cuando el mantenimiento es realizado en otro tipo de instalaciones como lo es un hospital los objetivos principales del mantenimiento tienden a perder su importancia debido a que las instalaciones hospitalarias no consideran primordial el producir una mayor cantidad o reducir los costos de mantenimiento para el beneficio del

hospital, debido en que en esta institución el objetivo no es generar ganancias sino es un establecimiento destinado a proveer prestaciones de salud para la recuperación, rehabilitación y cuidados paliativos de personas enfermas, además un correcto funcionamiento y cumplir con los estándares de seguridad para los operadores debido a que son equipos que trabajan a altas presiones, con fluidos a altas temperaturas y combustibles peligrosos, y para prevenir cualquier tipo de incidente es necesario e importante un correcto mantenimiento que no concierne aumento de ganancia sino de la disposición de equipos en cualquier momento y funcionamiento seguro, por lo cual estos no deben fallar ni detenerse bajo ninguna circunstancia que no sea programada.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.3.1 Tipos y niveles de mantenimiento.

Los distintos tipos de Mantenimiento que hasta ahora hemos comentado quedan resumidos en la figura a continuación.

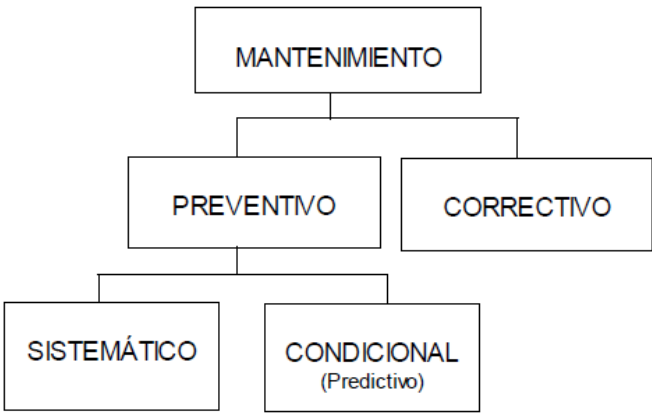


Figura 15 Tipos y niveles de mantenimiento

Fuente: Técnicas de mantenimiento industrial, Juan Díaz Navarro

El Mantenimiento Correctivo, efectuado después del fallo, para reparar averías

-El Mantenimiento Preventivo, efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo, del que existen dos modalidades:

- El Mantenimiento Preventivo Sistemático, efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina y la existencia o no de reserva.
- El Mantenimiento Preventivo Condicional o según condición, subordinado a un acontecimiento predeterminado.
- El Mantenimiento Predictivo, que más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección precoz de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo.

Un diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a aplicar, según el caso, se presenta en la figura

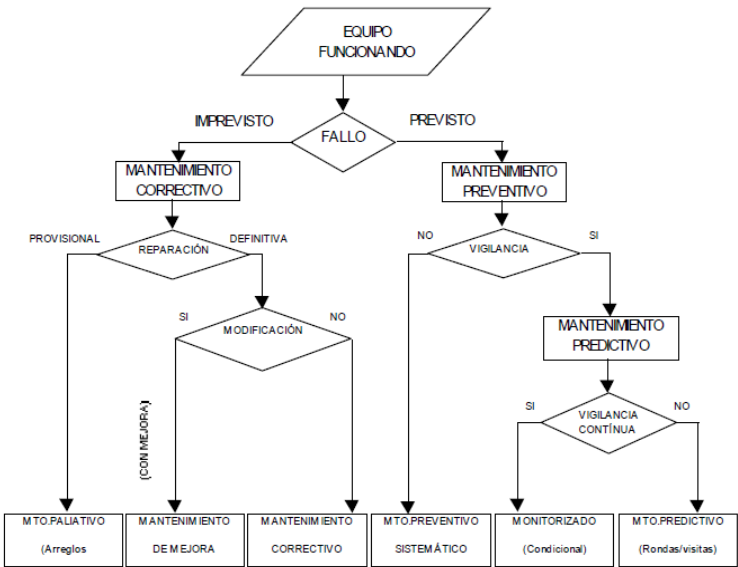


Figura 16 Tipos de mantenimiento

Fuente: Técnicas de mantenimiento industrial, Juan Díaz Navarro

2.4 VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE CADA TIPO DE MANTENIMIENTO

2.4.1 Mantenimiento Correctivo

2.4.1.1 Ventajas

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.

- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

2.4.1.2 Inconvenientes

- Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

2.4.2 Mantenimiento Preventivo

2.4.2.1 Ventajas

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

2.4.2.2 Inconvenientes

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

2.4.3 Mantenimiento Predictivo

2.4.3.1 Ventajas

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.

- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

2.4.3.2 Inconvenientes

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

2.5 LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN RECINTOS HOSPITALARIOS

Según [Instituto nacional de la salud, 1990] el sistema sanitario español como el de cualquier otro país tiene su razón de ser en la salud de sus ciudadanos, mantener y recuperar ésta cuando se pierde ha de realizarse mediante un sistema productivo basado en tres pilares fundamentales: personal, recursos técnicos y tecnología (cultura aplicada). La falta de existencia de cualquiera de las tres haría prácticamente imposible el funcionamiento del sistema.

Cualquier sistema sanitario de un país medianamente desarrollado posee numerosos centros sanitarios (hospitales, ambulatorios, centros de salud y consultorios) siendo su principal activo dentro de los cuales existen diversas instalaciones y equipos electro-médicos complejos y costosos, cuyo correcto funcionamiento condiciona en gran medida la calidad de los servicios prestados por los mismos. El satisfactorio estado de utilización de este tipo de recursos depende fundamentalmente del:

Adecuado diseño de las instalaciones y equipos.

Buena ejecución de obra y montaje.

Eficiente servicio de mantenimiento.

2.5.1 Importancia del mantenimiento desde el punto de vista de gestión.

Hemos de indicar que, en el aspecto de gestión económica de la explotación de nuestros centros sanitarios, solamente se contabilizan como gasto del servicio de mantenimiento aquéllos que producen un coste con desembolso monetario y que son exclusivamente los debidos a mantenimiento y conservación de instalaciones y edificios y a reparación de equipos y mobiliario. Pero hay otra serie de costes que se originan y que generalmente no se valoran, tales como, coste de actualización, coste de parada, energía, gastos generales, etc. Es pues función del servicio de mantenimiento del centro sanitario no solamente mantener una serie de equipos concretos en funcionamiento, sino conservar un cierto nivel de infraestructura técnica que impida un envejecimiento prematuro de los mismos lo que supondría una descapitalización y el aumento de los costes que pudiera llevar consigo la puesta en marcha de otros nuevos equipos y edificios.

Conservar esta infraestructura supone dedicar recursos a mantenimiento del 5% al 7% del valor inmovilizado del hospital. (CHILE, 1990, Instituto nacional de la salud)

En Chile la necesidad de inversión sectorial en infraestructura hospitalaria, incluyendo instalaciones y maquinaria, equipamiento para prestaciones GES y no GES, ambulancias, leasing y equipamiento médico. Este gasto ha alcanzado un promedio del 4% del gasto total de Ministerio de Salud (MINSAL) en la última década. [COPSA, 2016]

2.5.2 Importancia desde el punto de vista del paciente

El cliente de un hospital es el paciente. El hospital, por tanto, debe cuidar, en extremo, la satisfacción personal del paciente. La calidad asistencial viene definida como el cumplimiento de los objetivos en el estado de salud resultante de la interacción paciente-sistema, lo cual significa que la calidad no depende sólo de los profesionales de la medicina y/o enfermería, sino que es responsabilidad igualmente del resto de los profesionales que trabajan en las instituciones y organizaciones sanitarias. Es aquí donde el buen funcionamiento y estado del entorno físico que rodea al paciente influye enormemente en el grado de confortabilidad y satisfacción del usuario. Por otra parte, nuestro paciente en muchos de los casos está ingresado en el hospital el cual tiene una sensación de aislamiento, durante su estancia vendrá a utilizar numerosas instalaciones y equipos; el que se encuentren en perfecto estado, con una seguridad integral máxima

supone para el paciente un aspecto básico de la calidad asistencial. [Instituto nacional de la salud, 1990]

2.6 MANTENIMIENTO EN RECINTOS HOSPITALARIOS

La función fundamental de los establecimientos de salud para hacer accesibles los servicios a la población del continente, debe ser complementada con la de incorporar a dichos servicios, en medida que sea necesario y dentro de las posibilidades de cada país, los elementos y beneficios del incremento tecnológico moderno. Su planificación, desarrollo, mantenimiento y conservación requieren de una cuidadosa atención.

El papel del mantenimiento consiste en:

Asegurar la correcta operación e incrementar la confiabilidad de los sistemas básicos de ingeniería, instalaciones y equipos del hospital a través de la realización de actividades de organización, dirección, planeación, ejecución y control.

Aplicar políticas, métodos y técnicas de conservación, con miras a lograr una disminución en la incidencia de fallas imprevistas, así como incrementar la productividad, confiabilidad, seguridad, eficiencia y eficacia del recurso físico, garantizando las óptimas condiciones de bienestar para el paciente.

El servicio de mantenimiento del hospital no es un generador de ingresos para la institución; pero un buen manejo técnico-administrativo puede justificar plenamente su existencia por la garantía de contribuir a proporcionar una adecuada atención al paciente.

La necesidad de tener un mantenimiento eficiente para un hospital, en donde es necesario tener equipos con un confiabilidad y disponibilidad elocuente a la necesidad de la institución, el desarrollo de un mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos principales instalados en la central térmica de hospital regional de concepción, puede generar las mejores condiciones de funcionamiento de los equipos producto de los objetivos que posee esta metodología.

2.7 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

Mantenimiento: Asegurar que los bienes físicos continúen cumpliendo las funciones que sus usuarios esperan.

Mantenimiento Centrado en la garantía de funcionamiento: un proceso usado para determinar que debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe funcionando como sus usuarios lo desean en el presente contexto operativo.

La primera industria en enfrentar estos desafíos sistemáticamente fue la industria de aviación comercial. Un elemento crucial de su respuesta fue el darse cuenta de que se debía poner tanto esfuerzo en asegurar que el personal de mantenimiento esté haciendo el trabajo en forma correcta, como en garantizar que se está haciendo el trabajo correcto. Este proceso llevó a su vez al desarrollo del método de toma de decisiones comprensivo, conocido dentro de la aviación como Mantenimiento Centrado en la garantía de Funcionamiento o RCM. (Reliability Centered Maintenance)

En prácticamente cualquier rama del esfuerzo humano organizado, el RCM se está volviendo tan fundamental para la protección de los bienes materiales, como los libros de doble contabilidad lo son para los bienes financieros. No existe ninguna técnica similar para identificar el menor número de actividades específicas y seguras que se deben realizar para preservar el funcionamiento de los bienes físicos, especialmente en situaciones críticas y riesgosas. El reconocimiento cada vez mayor a nivel mundial del rol fundamental del RCM en la formulación de estrategias de manejo de bienes físicos- y de la importancia de aplicarlo correctamente- llevó a la Sociedad Americana de Ingenieros

Automotrices 1999, a publicar SAE Standar JA1011: “Criterios de Evaluación para los procesos de mantenimiento Centrado en la garantía de funcionamiento.”

Si se aplica correctamente, el RCM transforma la relación entre la empresa que lo usa, sus bienes físicos existentes y el personal que opera y mantiene esos bienes. Además, permite que nuevos bienes sean puestos eficientemente en servicio, con gran velocidad, confianza y precisión.

La filosofía del RCM se fundamenta en:

- Evaluación de los componentes de los equipos, su estado y su función.
- Identificación de los componentes críticos.
- Aplicación de las técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo.

- Chequeo en sitio y en operación del estado corpóreo y funcional de los elementos mediante permanente revisión y análisis.

El RCM tiene numerosas ventajas en cuanto al aumento de la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria; a continuación, se mencionan las más importantes:

- Crea un espíritu altamente crítico en todo el personal (operaciones o mantenimiento) frente a condiciones de falla y averías.
- Logra importantes reducciones del costo del mantenimiento.
- Optimiza la confiabilidad operacional, maximiza la disponibilidad y/o mejora la mantenibilidad de las plantas y sus activos.
- Integra las tareas de mantenimiento con el contexto operacional.
- Fomenta el trabajo en grupo (convirtiéndolo en algo rutinario).
- Incrementa la seguridad operacional y la protección ambiental.
- Optimiza la aplicación de las actividades de mantenimiento tomando en cuenta la criticidad e importancia de los activos dentro del contexto operacional.
- Establece un sistema eficiente de mantenimiento preventivo.
- Aumenta el conocimiento del personal tanto de operaciones como de mantenimiento con respecto a los procesos operacionales y sus efectos sobre la integridad de las instalaciones.
- Involucra a todo el personal que tiene que ver con el mantenimiento en la organización (desde la alta gerencia hasta los trabajadores de planta).
- Facilita el proceso de normalización a través del establecimiento de procedimientos de trabajo y de registro. (Mora, 2008)

El MCC ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos años. De ello se ha concluido que cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes:

- a) Una gran ventaja es el modo en que provee criterios simples, precisos y fáciles de comprender para decidir (si hiciera falta) qué tarea sistemática es técnicamente posible en cualquier contexto, y si fuera así para decidir la frecuencia en que se hace y quién debe hacerlo. El MCC también ordena las tareas en un orden descendente de prioridad. Si las tareas no son técnicamente factibles, entonces se debe tomar una acción apropiada.
- b) Mayor seguridad y protección del entorno, debido a:
 - Mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.
 - La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.

- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de fallos que pueden afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallos causados por un mantenimiento innecesario.

c) Mejores rendimientos operativos, debido a:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de los fallos mediante la referencia a los modos de fallos relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Menor daño secundario a continuación de los fallos de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de los fallos).
- Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completas de ellas.
- Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fáciles de solucionar y menos costosas.
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- La eliminación de elementos superfluos y como consecuencia los fallos inherentes a ellos.
- La eliminación de componentes poco fiables.
- Un conocimiento sistemático acerca la planta.

d) Mayor control de los costos debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario.
- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre la consecuencia de los fallos).
- La prevención o eliminación de los costos, de los fallos
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.
- Menor necesidad de usar personal experto porque todo el personal tiene mejor conocimiento de la planta.
- Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento tal como equipos de monitorización de la condición (condition monitoring).

- La carga de trabajo resultante es mucho más baja que si el programa es desarrollado con los métodos tradicionales.
 - Una vida útil de los equipos más prolongada debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.
- e) Una amplia base de datos de mantenimiento, que:
- Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.
 - Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.
 - Provee una base valiosa para la introducción de los sistemas de expertos
 - Conduce a la realización de planos y manuales más exactos.
 - Hace posible la adaptación a circunstancias cambiantes (tales como nuevos horarios de turno o una nueva tecnología) sin tener que volver a considerar, desde el principio, todas las políticas y programas de mantenimiento.
 - Permiten a quienes utilizan el equipo de mostrar que sus programas de mantenimiento están contruidos sobre una base racional.
 - La información almacenada en las hojas de trabajo de MCC reduce los efectos de la rotación de personal y la pérdida de experiencia que esto provoca, a su vez provee una clara visión de las habilidades necesarias para mantener cada activo físico y para decidir qué repuesto deben tener en stock.
 - Un producto secundario valioso es la mejora de planos y manuales.
- f) Una vida útil de los equipos más prolongada debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.
- g) Una amplia base de datos de mantenimiento. Esto lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional, junto con un “compartimiento” más amplio de los problemas del mantenimiento y de las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.
- h) Mejor trabajo de equipo: el MCC provee un lenguaje técnico que es fácil de entender para cualquier persona que tenga alguna relación con el mantenimiento. El MCC da resultado rápidamente; de hecho si son enfocadas y aplicadas correctamente, las revisiones de MCC se repagan en cuestión de meses y hasta semanas.

Con la aplicación del MCC se pueden obtener los tres resultados tangibles siguientes:

Programas de mantenimiento a ser realizados por el departamento de mantenimiento.

Procedimientos de operación revisados para los operadores de los activos.

Una lista de áreas donde deben ser hechos cambios de una sola vez, tanto en el diseño del activo como en la manera en que es operado, de modo de manejar las situaciones donde los activos no pueden suministrar el estándar de funcionamiento deseado en la configuración actual.

Los beneficios listados anteriormente revelan que sus efectos pueden ser agrupados en cuatro categorías:

- Reducida cantidad de actividades de mantenimiento.
- Sistemas de administración del mantenimiento mejorada.
- Incremento de la productividad.
- Mayor integridad de seguridad y medioambiental.
- Al analizar los beneficios tratados se nota que algunos de ellos clasifican en varias de estas categorías.

Según Johnston [2002], los beneficios del MCC pueden usualmente ser catalogados en dos grandes categorías: reducción de riesgos y disminución de costos.

Los beneficios máximos del MCC se pueden alcanzar solamente cuando se tiene acceso a la estadística de fiabilidad de los ítems que son analizados, cuando se considera la optimización de los intervalos de mantenimiento preventivo. La organización tiene que estar preparada para recolectar los datos reales correspondientes a la vida operativa del equipamiento.

En los programas de mantenimiento basados en el MCC por lo general se retroalimentan las acciones y se revisan las bases sobre las cuales se tomaron las decisiones iniciales, y se ajustan las tareas e intervalos basados en la experiencia operacional acumulada. Este accionar es importante para las decisiones iniciales basadas en niveles de información insuficientes. Si el programa de mantenimiento ya existe, el resultado de un análisis de MCC a menudo será eliminar las tareas de mantenimiento preventivo ineficientes. El MCC puede ser utilizado para evaluar los programas de mantenimiento ya existentes.

2.8 APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

En el año 2011 según [Paredes Vargas, y otros, 2011] se realizó el diseño de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la generación, transporte y distribución de vapor del hospital General Enrique Garcés en la ciudad de Quito.

De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que el mantenimiento centrado en la confiabilidad va más allá. Tras el estudio de fallos, no solo se obtuvo un plan de mantenimiento que trata de evitar los fallos potenciales y previsibles, sino además aporta información valiosa para elaborar o modificar el plan de formación, el manual de operación y el manual de mantenimiento.

En cuanto a las instalaciones se considera la importancia de cada componente que constituyen el sistema de generación, transporte y distribución de vapor, se observan disminución en gastos asociados a detenciones imprevistas, además se produce un vapor limpio y se garantiza un aumento en la vida útil de los componentes.

2.9 CLIMATIZACIÓN

Según su definición climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad y la calidad del aire interior, dentro de los espacios habitados.

La normativa española define climatización como: dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

(Normativa española para la construcción de edificios [En línea] < <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1998-18795>> [consulta: 5 de septiembre])

Cabe señalar que la climatización puede ser por medios naturales o artificiales, dentro de los métodos naturales encontramos la climatización generada por corrientes producidas dentro de espacios cerrados, provocadas por la apertura o cierre de puertas, ventanas o rendijas. Por otra parte, dentro de los medios artificiales encontramos aquellos que son producidas por la ayuda de equipos mecánicos para crear corrientes o cambios térmicos en interiores.

2.9.1 Tipos de climatización

Para definir los tipos de climatización se utilizarán dos grandes grupos, climatización de calefacción y climatización de refrigeración o en nuestro caso refrescamiento.

2.9.1.1 Calefacción:

Se entiende por calefacción el sistema utilizado, en el interior de un local o recinto cerrado, para calentar el aire y elevar la temperatura del ambiente, la gran diferencia con el término climatización se emplea para designar el proceso acondicionador del aire, así como equipo que se emplee para lograrlo.

La diferencia entre ambos conceptos es notoria. Calefaccionar el aire se refiere exclusivamente a elevar su gradación térmica, puesto que la finalidad de una instalación de calefacción es lograr una temperatura interior que sea independiente y más alta que la exterior o inferior al exterior y normal.

2.9.1.1 Tipos de calefacción

2.9.1.1.1 Calefacción por agua caliente

En este sistema, el medio transmisor del calor es el agua caliente y el funcionamiento se basa en el hecho de que las diferencias de peso específico, entre el agua caliente y el agua fría, dan lugares a que se establezca una circulación caudal. El agua caliente, a través de las tuberías de distribución llega hasta los elementos emisores de calor y cede parte del mismo, para volver al punto de partida, que no es otro que la caldera, a través de la red de retorno y a más baja temperatura.

El sistema más usado es el de baja presión, que proporciona calor uniforme con una temperatura máxima de funcionamiento de 80° a 90° C y tiene lugar sin ruidos. La

cantidad de calor transmitida por este sistema, es igual al peso del agua que circula, medida en kilogramos y multiplicada por la diferencia de la temperatura del agua.

2.9.1.1.2 Calefacción por vapor de agua

El sistema se diferencia del anterior porque, en lugar de agua caliente, utiliza vapor a presión generado en la caldera. La red de circulación lleva, por las tuberías, el vapor hasta los elementos denominados cambiadores, que por lo general son radiadores, empleando un ventilador para acelerar la circulación y, finalmente, el agua condensada que resulta es devuelta de nuevo a la caldera, en donde comenzará otra vez todo el proceso.

La calefacción por vapor de agua puede funcionar en alta presión (cuando la presión del vapor sea superior a los 500 gr/cm²), a baja presión (cuando la presión del vapor sea superior a los 500 gr/cm², y la normal del régimen inferior a los 150 gr/cm²) y por vacío. El primer caso no es aconsejable para habitaciones de viviendas, debido a la carbonización de impurezas del aire que provoca. El sistema de baja presión, a pesar de los defectos que se le caracterizan (fallos de dosificación, escaso rendimiento de las superficies de calentamiento en proporción al calor de circulación, reglaje impreciso de la instalación, desperdicio de calorías en la red de canalización, etc.), ofrece una puesta a punto muy rápida, una menor vulnerabilidad a los efectos de las heladas y, sobre todo, una instalación económica.

2.9.1.1.3 Calefacción por aire caliente

Este sistema, también denominado calefacción por aire impulsado, es más nuevo en el mercado que los anteriores. Fundamentalmente, el sistema cuenta con un ventilador acoplado que se encarga de dirigir una corriente de aire caliente, la cual, debidamente controlada se encargará de aumentar las temperaturas donde sea utilizada. Durante la época de verano, la función descrita anteriormente se invertirá, mediante la creación y distribución de una corriente de aire frío. Por lo tanto, la circulación de aire impulsado y sometido previamente a una determinada temperatura, debe considerarse como el antecedente inmediato a los modernos equipos de climatización.

2.9.1.1.4 Calefacción eléctrica

Dentro del grupo podemos incluir todas aquellas instalaciones que emplean la electricidad para producir calor, por lo general utilizando una resistencia, aunque a veces la misma es sustituida por la llamada bomba de calor. El sistema se denomina

electroconvección y los aparatos que funcionan de acuerdo con el mismo, electroconvectores y termoconvertores.

La electroconvección tempera por radiación del propio aparato generador, acción complementada por la convección que suelen crear deflectores situados detrás del elemento emisor del calor. En cualquier caso, este sistema no puede producir ni distribuir la energía calorífica mediante la debida canalización o red distribuidora, como ocurre en otros tipos de calefacción. Y por lo tanto precisa de un equipo completo para cada dependencia.

2.9.1.1.5 Calefacción por paneles radiantes

Se llama así al sistema que se caracteriza por la utilización de grandes áreas de las superficies que limitan los locales, a manera de paneles emisores de un suave e imperceptible calor radiante. Estos paneles suelen localizarse en el techo del edificio, o bien en el suelo del mismo; también se ha ensayado la aplicación del sistema a las paredes, pero se ha optado por ubicarlos definitivamente en el techo o el suelo, de manera exclusiva.

Por el hecho de afectar a grandes superficies radiantes, estos nuevos elementos calefactores pueden trabajar a muy bajas temperaturas, entre los 28° y los 32° C. El caldeamiento se produce de un modo uniforme, lenta pero continuamente. Y no se percibe el punto de procedencia del calor, el cual es difundido en todas las direcciones.

2.9.1.1.6 Calefacción electrónica

Este sistema de calefacción producido por osciladores electrónicos de alta frecuencia alimentados por una corriente alterna continua, constituye el denominado calor radiante

2.9.1.1.7 Calefacción termodinámica

También llamado sistema de la bomba de calor, es una variante del grupo de calefacciones eléctricas, que tiene su aplicación en aquellos países en los que la energía eléctrica resulta de bajo corte y puede, por ello, se aplicada a instalaciones de este tipo. Esquemáticamente, el sistema pone en práctica los principios de la termodinámica para producir calor aprovechable con fines calefactores, actuando de manera similar a la refrigeración por compresión, empleado al efecto un gas de propiedades termodinámicas, como el amoníaco, el freón, etc.

El sistema, de mucho mayor rendimiento que los radiadores por resistencia eléctrica, tiene un desarrollo en cuatro fases que corresponden a las cuatro transformaciones del ciclo de Carnot. En la primera de ellas el gas enfriado pasa por un radiador para ponerse en contacto con una masa de agua o aire a contracorriente, tomando su propia temperatura y evaporándose; después durante la segunda fase, el fluido auxiliar es objeto de compresión por parte de una bomba o un turbocompresor, dando origen a la producción de calor de compresión. Viene en seguida la tercera fase, que corresponderá a la cesión de este calor por parte de fluido al ambiente que es objeto de calefacción. Y por último, en la cuarta fase, el fluido enfriado vuelve a tomar contacto con el agua o el aire, para dar comienzo al ciclo nuevamente, el cual se repetirá sucesivamente.

Cabe mencionar que la calefacción termodinámica es una de las más modernas y eficientes, aunque por las razones antes dichas debe considerarse como uso muy restringido.

2.9.1.1.8 Calefacción por radiación solar

Este sistema consiste en el aprovechamiento de la energía de la radiación solar para conseguir calor controlado, empleándose entre otras aplicaciones para calefacción de viviendas.

El sistema consta, básicamente, de un dispositivo colector del calor, energía calorífica recibida que se almacenará durante las horas de insolación y permitirá ser utilizada por la noche o en los días nublados o fríos.

Además, es necesario mencionar que el primer colector experimentado con éxito, con fines de solucionar la calefacción doméstica por medio de la radiación solar, fue instalado en una casa de Cambridge, en Massachusetts, Estados Unidos, en 1948, y estaba formado por una gran superficie de metal negro, recubierta de una lámina de vidrio, cuya extensión abarcaba 22 x 3 metros y se hallaba orientada al mediodía, con el fin de recibir el máximo de insolación diaria. La misión del vidrio era permitir el paso de la radiación luminosa e infrarroja del sol, como la de formar una estrecha cámara de aire, la cual se calentaba al mismo tiempo que la plancha negra, cuyo color la hace especialmente apta para absorber todas las radiaciones que incidan en su superficie.

2.9.1.1.9 Estufas

Con el nombre de estufas se designará a cualquier sistema empleado para elevar artificialmente la temperatura de un espacio cerrado que utilice un aparato de radiación propia, es decir, cuando el elemento generador de calor se halla dentro de la estancia a calentar, es de pequeño o mediano tamaño y carece de órganos de distribución (por ejemplo, combustión lenta en hogares).

Es importante mencionar que las primeras estufas fueron receptáculos de fundición en cuyo interior se quemaba un combustible sólido, principalmente leña o carbón, produciendo una elevada temperatura. En la actualidad se cuenta con estufas más modernas las cuales funcionan por medio de gas metano, petróleo, gas-oil, hasta llegar a la corriente eléctrica.

Por otra parte encontramos una modificación a las estufas llamadas chimeneas, las cuales son receptáculos abiertos, en los cuales se quema o combustiona un sólido al igual que las estufas iniciales, la particularidad de este tipo de estufas es que por medio de la distribución de aire y corrientes evita la contaminación de interiores por gases de combustión, enviándolas al exterior.

Hoy por hoy este tipo de calefacción ha sido cuestionada en nuestro país por la gran popularidad que adquirió en una época, generando una gran contaminación en algunas ciudades de Chile, por lo cual en algunos casos se ha llegado hasta la prohibición de su uso.

2.9.2 Sistemas de distribución

Dentro de los sistemas de distribución es necesario hacer mención a los tres sistemas existentes agua, aire y vapor. Aunque en la actualidad solo se utilizan dos de estos sistemas (agua y aire), ya que el vapor es descartado por la poca regulación en sus temperaturas, además de tener un riesgo el riesgo de quemaduras asociados, ya que sus temperaturas de trabajo son cercanas a 100°C

Por agua: Intercambio con agua en ambas unidades

Por aire: Intercambio con aire en ambas unidades

Por Agua – aire: Intercambio entre unidad con agua y unidad con aire.

2.9.3 Elementos terminales

Se consideran como elementos terminales o de emisión a todos los componentes del sistema encargados de hacer la transferencia de calor desde el sistema al espacio a calefaccionar, estos elementos serán descritos más adelante.

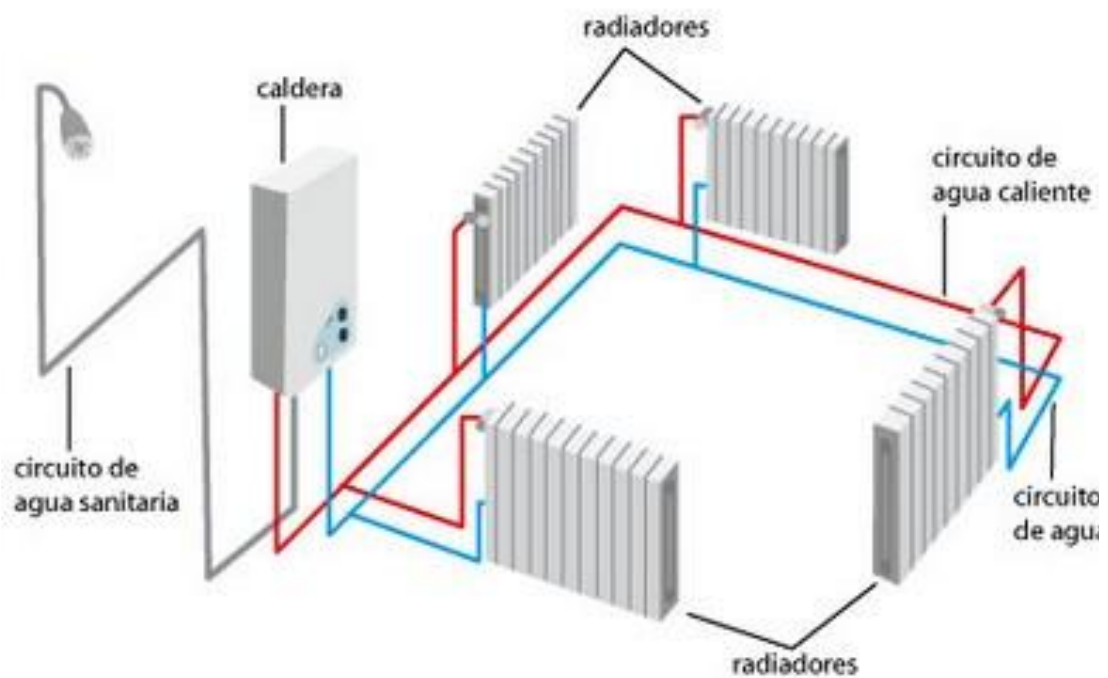


Figura 17 Sistema básico de calefacción por medio de radiadores

2.9.3 Regulación

Otra de las formas de clasificación de los tipos de calefacción, aunque menos utilizado es por su tipo de regulación en el cual encontramos regulación por caudal, regulación por tiempo o regulación por temperatura.

Regulación por caudal: En este tipo de sistemas se regula directamente el caudal del fluido para lograr mayor o menor transferencia de calor

Regulación por tiempo: En este tipo de sistema se regula el tiempo de exposición del fluido para lograr una calefacción adecuada

Regulación por temperatura: Por este medio se logra un aumento o disminución de la temperatura para así lograr mantener o aumentar la transferencia en distintos espacios.

Cabe mencionar que la clasificación realizada, tanto en sistema de distribución y regulación deben utilizar elementos externos de control y traslado, que serán detallados

posteriormente.

Además que ambos tipos de clasificación son considerados tanto para los sistemas de calefacción como para los sistemas de refrigeración.

2.9.4 Refrigeración

La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas. Los fluidos utilizados para llevar la energía calorífica de un espacio a otro, son llamados refrigerantes.

Las aplicaciones de refrigeración son entre muchas:

- La climatización de espacios habitados, para alcanzar un grado de confort térmico adecuado para la habitabilidad de un edificio.
- La conservación de alimentos, medicamentos u otros productos que se degraden con el calor. Como por ejemplo la producción de hielo o nieve, la mejor conservación de órganos en medicina o el transporte de alimentos perecederos.
- Los procesos industriales que requieren reducir la temperatura de maquinarias o materiales para su correcto desarrollo. Algunos ejemplos son el mecanizado, la fabricación de plásticos, la producción de energía nuclear.
- La criogénesis o enfriamiento a muy bajas temperaturas empleada para licuar algunos gases o para algunas investigaciones científicas.
- Motores de combustión interna: en la zona de las paredes de los cilindros y en las culatas de los motores se producen temperaturas muy altas que es necesario refrigerar mediante un circuito cerrado donde una bomba envía el líquido refrigerante a las galerías que hay en el bloque motor y la culata y de allí pasa un radiador de enfriamiento y un depósito de compensación. El líquido refrigerante que se utiliza es agua destilada con unos aditivos que rebajan sensiblemente el punto de congelación para preservar al motor de sufrir averías cuando se producen temperaturas bajo cero.
- Máquinas-herramientas: las máquinas herramientas también llevan incorporado un circuito de refrigeración y lubricación para bombear el líquido refrigerante que

utilizan que se llama taladrina o aceite de corte sobre el filo de la herramienta para evitar un calentamiento excesivo que la pudiese deteriorar rápidamente,

- Aparatos electrónicos: la mayoría de los aparatos electrónicos requieren refrigeración, que generalmente consiguen mediante un ventilador, que hace circular el aire del local donde se sitúan, y otras veces sencillamente haciendo circular el aire por convección.

2.9.4.1 Sistema de refrigeración en cascada

Un ciclo de refrigeración en cascada consiste en efectuar el proceso de refrigeración por etapas, es decir, dos o más ciclos de refrigeración que operan en serie. En un ciclo de refrigeración de dos etapas, los ciclos se conectan por medio de un intercambiador de calor en medio, el cual sirve como evaporador para el ciclo superior y como condensador en el ciclo inferior. Suponiendo que el intercambiador de calor está bien aislado y que las energías cinéticas y potenciales son despreciables, la transferencia de calor del fluido en el ciclo inferior debe ser igual a la transferencia de calor del fluido en el ciclo superior. En el sistema de cascada los refrigerantes en ambos ciclos se suponen iguales.

2.9.4.2 Sistemas de refrigeración por compresión de múltiples etapas

Cuando el fluido utilizado por todo el sistema de refrigeración en cascada es el mismo, el intercambiador de calor se puede sustituir por una cámara de mezclado puesto que tiene las mejores características de transferencia de calor. A dichos sistemas se les denomina sistemas de refrigeración por compresión de múltiples etapas. El proceso de compresión en este sistema es similar a una compresión de dos etapas, entonces el trabajo del compresor disminuye.

Sistemas de refrigeración de usos múltiples con un solo compresor

Algunas aplicaciones requieren refrigeración a más de una temperatura. Esto puede lograrse con una válvula de estrangulamiento independiente y un compresor por separado para cada evaporador que opere a temperaturas diferentes, sin embargo un modelo más práctico es enviar todos los flujos de salida de los evaporadores a un solo compresor y dejar que este maneje el proceso de compresión para el sistema completo.

Sistemas de refrigeración por absorción

Otra forma de refrigeración cuando se tiene una fuente de energía térmica barata a unas temperaturas entre 80 y 200 °C es la refrigeración por absorción. El principio de funcionamiento es semejante al ciclo de compresión: el refrigerante absorbe calor al evaporarse y después se condensa para recomenzar el ciclo, pero la diferencia estriba en que en vez de un compresor, como su nombre indica, en estos sistemas de

refrigeración el ciclo se cierra mediante la absorción del refrigerante por un medio de transporte (o absorbente) y posterior separación de la disolución por medio del calor para recomenzar el ciclo. Los ciclos de refrigeración por absorción frecuentes son:

- Amoniaco-agua, donde el amoniaco (NH_3) sirve como refrigerante y el agua (H_2O) es el absorbente.⁶
- Agua-bromuro de litio, donde el agua (H_2O) sirve como refrigerante y el bromuro de litio (LiBr) como absorbente, siendo este sistema el que mejores rendimientos tiene, aunque tiene el inconveniente de que no puede funcionar a menos de 0°C (temperatura de congelación del agua, el refrigerante), lo que no obsta para los sistemas de refrigeración de espacios habitados.

2.9.5 Condiciones de confortabilidad

Tienen por objetivo lograr un mantenimiento sensiblemente uniforme de la sensación de comodidad, equilibrando las diferencias que pudieran existir entre dos o más locales contiguos que pertenecen a una sola unidad hogareña, comercial, laboral, etc., así como conseguir el máximo confort en cada estancia, considerada con independencia de las otras.

Las condiciones de confortabilidad vienen presididas, como es natural, por la temperatura artificial lograda en cada caso, pero esta temperatura dependerá de múltiples factores: el destino o uso habitual de la estancia, el número de personas que deban ocuparla, su actividad, la humedad del ambiente, la velocidad y pureza del aire interior y, por último, el calor radiante percibido o emitido por cada persona.

Como base inicial, se aceptan las temperaturas medias, indicadas en la tabla adjunta, las cuales son consideradas como índice de confortabilidad.

Estos valores pueden y deben modificarse según circunstancias que dependen del ambiente exterior y el grado de movilidad o inmovilidad de las personas que se acojan a la protección de una temperatura artificial. Los datos de la indicada tabla corresponden a valores aconsejables desde el punto de vista psicológico. En verano, producirán en el individuo una clara sensación de bienestar, pero en invierno y sobre todo en parajes fríos dotados de bajas temperaturas, es muy probable que ateniéndose con rigurosidad a los grados indicados no se alcance a crear un clima cómodo y confortable y, en consecuencia, no se consignan los objetivos fundamentales de la instalación, por lo que deberá aumentarse en uno o dos grados, según los casos, la gradación señalada.

Atendiendo a la actividad desarrollada, se aceptan como medios los siguientes valores:

Reposo: 20° C

Trabajos de oficina: 18/19° C

Trabajos manuales ligeros: 17° C

Trabajos manuales medios: 15/16°C

Trabajos manuales pesados: 10/13°C

También puede constituir dato diferenciador el espesor de los muros de fábrica y el número de caras exteriores que posea cada local; teniendo en cuenta que estos datos serán distintos para cada habitación de una misma vivienda, deberán preverse temperaturas secas diferentes para las mismas, aunque íntimamente relacionadas entre sí. El cálculo que se incluye a continuación ha sido realizado para diversas piezas que se suponen ocupadas por persona en reposo, con una temperatura exterior situada alrededor de los 5°.

Habitaciones interiores: 18°

Habitaciones con un lado al exterior: 18,5°

Habitaciones con dos lados al exterior: 19°

Habitaciones con tres lados al exterior: 19,5°

Habitaciones con cuatro lados al viento: 21°

Galerías acristaladas: 22/23°

Si las personas se hallan en movimiento, decaerán los efectos radiantes al aumentar la convección del calor producido por las mismas, y en consecuencia la temperatura citada podrá rebajarse y acercarse más a la tabla de valores que hemos dado.

Habitaciones interiores: 17°

Habitaciones con un lado al exterior: 17,5°

Habitaciones con dos lados al exterior: 18°

Habitaciones con tres lados al exterior: 18,5°

Habitaciones con cuatro lados al viento: 19,5°

Galerías acristaladas: 21°

Deberá procurarse, por otra parte, que la distribución vertical de la temperatura referida a un local concreto, sea lo más uniforme posible en la práctica y previendo alturas del techo de edificaciones modernas, que suelen ser inferiores a los 3,5 metros, la diferencia entre la temperatura a nivel del pavimento y el cielo raso no exceda de 5°C, siempre que la instalación haya sido efectuada correctamente y exista la debida humedad ambiental y una radiación inferior a los 200 Kc/m² y hora.

Tanto en un sistema calefactor como en el de refrigeración, se cuidará que la velocidad del aire no alcance los 10/12 metros por minuto, y cuando el dispositivo adoptado sea de aire caliente, el mismo tendrá una dirección indirecta para la descarga, de manera que nunca incida en las zonas o sectores que estarán ocupados, sobre todo se trate de habitaciones de reposo o descanso.

La renovación del aire viciado, en los sistemas de ventilación forzada y en los de climatización, adoptará un ritmo de toma del exterior que en volumen sea aproximadamente igual a 10 m^3 por hora y personas. Y, en cualquier caso, se evitará la posibilidad de que puedan producirse gases o rarefacciones del aire, debido a la deficiente instalación de los conductos, chimeneas, filtros, desagües, etc.

2.10 AIRE ACONDICIONADO

2.10.1 Historia del Aire Acondicionado

En la antigüedad los egipcios ya utilizaban sistemas y métodos para reducir el calor. Se utilizaba principalmente en el palacio del faraón, cuyas paredes estaban formadas por enormes bloques de piedra, con un peso superior a mil toneladas. Durante la noche, tres mil esclavos desmantelaban las paredes y acarreaban las piedras al Desierto del Sahara. Como el clima desértico es extremo y la temperatura disminuye a niveles muy bajos durante las horas nocturnas, las piedras se enfriaban notablemente. Justo antes de que amaneciera, los esclavos acarreaban de regreso las piedras al palacio y volvían a colocarlas en su sitio. Se supone que el faraón disfrutaba de temperaturas alrededor de los 26° Celsius, mientras que afuera el calor subía hasta casi el doble. Si entonces se necesitaban miles de esclavos para poder realizar la labor de acondicionamiento del aire, actualmente esto se efectúa fácilmente. En 1842, Lord Kelvin inventó el principio del aire acondicionado. Con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano, el científico creó un circuito frigorífico hermético basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante.

Un aparato de aire acondicionado sirve, tal y como indica su nombre, para el acondicionamiento del aire. Éste es el proceso más completo de tratamiento del ambiente en un local cerrado y consiste en regular la temperatura, ya sea calefacción

o refrigeración, el grado de humedad, la renovación o circulación del aire y su limpieza, es decir, su filtrado o purificación. Así en 1984 nace la ASHRAE, cuando 75 ingenieros de calefacción y ventilación se reunieron en Nueva York y formaron la sociedad de ingenieros de calefacción y ventilación (ASHVE). En 1904 un segundo grupo de Ingenieros se reúnen también para formar la Sociedad de Ingenieros en Refrigeración (ASRE). Posteriormente en el año de 1959 ambas sociedades se unen para dar origen al ASHRAE. La Sociedad Americana de Aire acondicionado, refrigeración y calefacción (ASHRAE), es una sociedad internacional técnica dedicada a mejorar la calidad de vida a través de los avances tecnológicos relacionados a la calefacción, refrigeración, aire acondicionado y ventilación (HVACR). El ASHRAE está compuesto por más de 55.000 miembros voluntarios en más de 130 países formando 165 capítulos. Los miembros de la sociedad participan en el desarrollo de tecnología en HVACR creando estándares, recomendando procedimientos y guías investigando y publicando artículos técnicos. En 1902, el estadounidense Willis Haviland Carrier sentó las bases de la refrigeración moderna y, al encontrarse con los problemas de la excesiva humidificación del aire enfriado, las del aire acondicionado, desarrollando el concepto de climatización en verano.

La industria creció rápidamente y cinco años después, alrededor de 300 salas de cine tenían instalado ya el aire acondicionado. El éxito fue tal, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos y hoteles. En 1928, Willis Haviland Carrier desarrolló el primer equipo que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire para casas y departamentos, pero la Gran Depresión en los Estados Unidos puso punto final al aire acondicionado en los hogares. Las ventas de aparatos para uso residencial no empezaron hasta después de la Segunda Guerra Mundial. A partir de entonces, el confort del aire acondicionado se extendió a todo el mundo. El calor y el frío que sienten las personas no sólo dependen de la temperatura ambiental, sino también de la humedad y de la apropiada distribución del aire. La climatización es el proceso de tratamiento del aire que controla simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución para responder a las exigencias del espacio climatizado. Consiste en tratar el aire de un local para conseguir unas condiciones de temperatura y humedad adecuadas con independencia de las condiciones climatológicas exteriores. Por razones técnicas y económicas, el sistema de climatización suele ser con 22 recirculación de aire, es decir, el sistema toma aire del local a través de un circuito llamado de retorno, lo acondiciona y lo reintroduce en el local.

2.10.2 Conceptos básicos

Previo a la explicación teórica del funcionamiento y principios básicos del aire acondicionado es necesario definir la importancia de algunos conceptos que serán utilizados.

2.10.2.1 Temperatura

La adecuada regulación de la temperatura, mediante una calefacción y una refrigeración perfectamente dosificada, aplicada al medio ambiente que circunda al cuerpo humano y de acuerdo con las características del trabajo a realizar tendrá la virtud de evitar el esfuerzo fisiológico de acomodación. Con ello mejorará la capacidad de trabajo y aumentará paralelamente el rendimiento, como consecuencia de la sensación de bienestar físico que se producirá.

2.10.2.2 Movimiento del aire

El movimiento del aire experimentado sobre el cuerpo humano influye de manera notable en la eliminación del calor, así como en la evaporación de la humedad a través de la piel. La diferencia es notable con respecto a los mismos fenómenos estando el aire en reposo

2.10.2.3 Pureza del aire

Otro factor de suma importancia reside en atender que la composición física y química del aire sea lo más pura posible, eliminando todos aquellos agentes extraños que puedan alterar el estado de salubridad exigible.

2.10.2.4 Humedad

Una gran parte del calor generado por el cuerpo humano se disipa por evaporación a través de la piel.

Esa evaporación se favorece con una humedad relativamente baja, y contrariamente, se dificulta en los casos que sea elevada, manifestándose en la transpiración. En el supuesto de que fuese excesivamente baja, entonces daría lugar a fenómenos de ressecamiento de la piel, así como de la boca y vías respiratorias.

2.10.2.5 Renovación del aire

La respiración de los seres vivos consume parte del oxígeno que se encuentra en el medio ambiente que lo rodea, produciendo anhídrido carbónico.

2.10.3 Principios básicos

2.3.10.1 Presión

Se define como la relación entre la fuerza ejercida sobre la superficie de un cuerpo.

Unidades: 1 atmósfera ≈ 1 bar = 1 kg/cm2 = 105 Pascal

Caudal: es la cantidad de fluido que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de tiempo.

$Q = V/t \text{ (m}^3/\text{s)}$

Como $V = A \times l$, siendo A = Sección transversal y l = espacio recorrido por el fluido

$Q = A \times l \text{ t (m}^3/\text{s)} \rightarrow Q = V \times A$, donde v es la velocidad del fluido

2.3.10.2 Potencia

Es la presión que ejercemos multiplicada por el caudal.

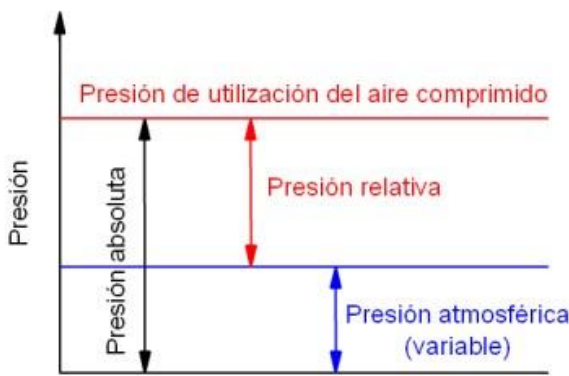


Figura 18 Diagrama de presiones
Fuente: Climatización de locales, Yves Guenand

2.3.10.3 Fundamentos básicos

La ley de los gases perfectos relaciona tres magnitudes, presión (P), volumen (V) y temperatura (T), mediante la siguiente fórmula:

$$P * V = m * R * T$$

Donde:

P = presión (N/m²).

V = volumen específico (m³ /kg).

m = masa (kg).

R = constante del aire ($R = 286,9 \text{ J/kg}^{\circ}\text{K}$).

T = temperatura ($^{\circ}\text{K}$)

- Si mantenemos constante la temperatura tenemos: $P * V = \text{cte}$. Luego en dos estados distintos tendremos: $P_1 * V_1 = P_2 * V_2$

$$P_1 / P_2 = V_2 / V_1$$

Si ahora mantenemos la presión constante tenemos: $V/T = \text{cte}$. Luego en dos estados distintos tendremos:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 \text{ (ley de Gay-Lussac)}$$

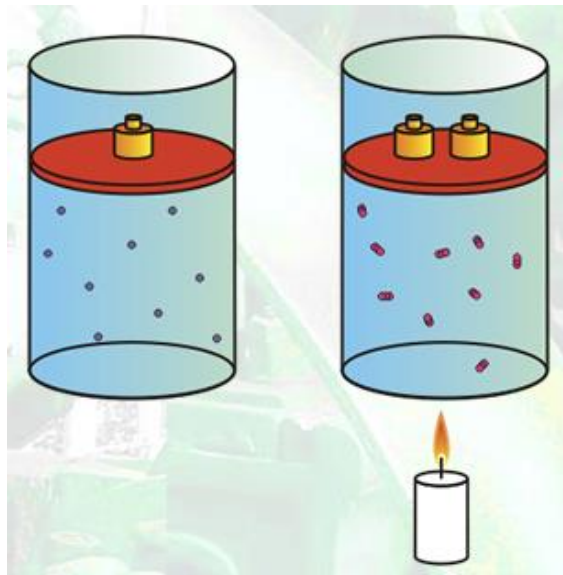


Figura 19 Ley de Gay-Lussac

Fuente: Ley de gases ideales

Si ahora mantenemos el volumen constante tenemos:

$$P/T = \text{cte.}$$

Luego en dos estados distintos tendremos:

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 \text{ (Ley de Charles)}$$

El Principio de Pascal, que dice así: Cuando se aplica presión a un fluido encerrado en un recipiente, esta presión se transmite instantáneamente y por igual en todas direcciones del fluido.

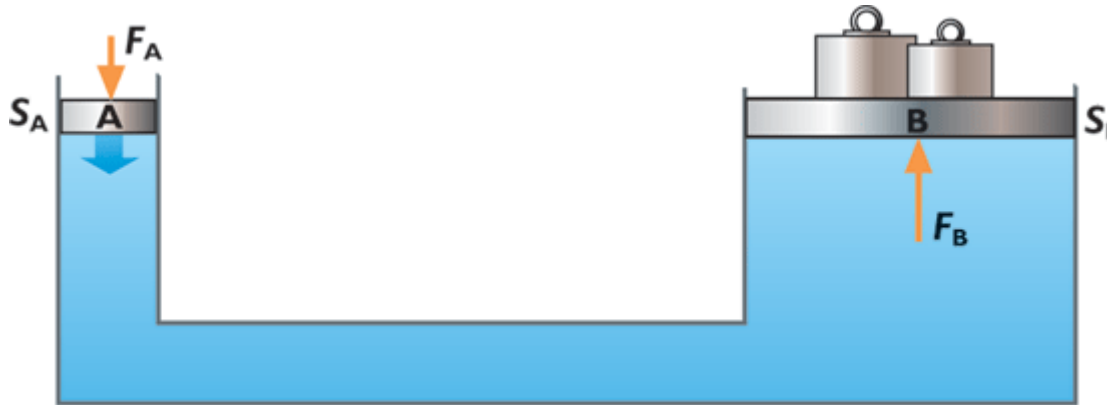


Figura 20 Principio de Pascal

Fuente: Química y algo más, web

$$P = F_1/S_1 \text{ y } P = F_2/S_2$$

Por lo que podemos poner

$$F_1 \cdot S_2 = F_2 \cdot S_1$$

P = Presión (N/m²).

F = Fuerza (N)

S = sección de área (m²)

Otra forma de expresarlo es:

$$F_1/S_1 = F_2/S_2$$

2.10.4 Acondicionamiento del aire

El acondicionamiento del aire pretende conseguir el máximo de confortabilidad en el interior de un recinto cerrado, reuniendo en uno solo los sistemas de ventilación y climatización, esto es, adecuando oportunamente las temperaturas ambientales para lograr una base fisiológica.

A diferencia de la calefacción, que solo tiene como función el aumentar la temperatura, o la de disminuirla, el acondicionamiento del aire cumple conjuntamente una labor de elemento calefactor y de unidad refrigeradora, con lo que atiende a conservar siempre unas condiciones atmosféricas interiores independientes de las que rigen en el exterior, usando de manera exclusiva el aire, controlado y dirigido como vehículo.

Según su definición

El acondicionamiento de aire es un proceso de control simultáneo de los factores que influyen a la vez en el estado físico y químico de la atmosfera ambiente. (HANDBOOK, ASHRAE Fundamentals. American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers. Inc.: Atlanta, GA, USA, 2009.)

Por lo que se puede decir que la función primaria del aire acondicionado es de agente de ventilación, encargándose de renovar el aire viciado con inyecciones de aire nuevo, cuya composición, pureza, grados de humedad y temperatura, perfectamente controlada, crearán en todo momento la habitabilidad ambiental deseada.

2.10.5 Composición del aire puro

La composición del aire puro, en, volumen, es la siguiente

Nitrógeno 78,03%

Oxigeno 20,99%

Anhídrido carbónico 0,04%

Vapor de agua Variable

Argo 0,94%

Hidrogeno 0,01%

2.11 VENTILACIÓN

Se denomina como ventilación la acción y efecto de airear un lugar, renovando el aire que contiene de manera continua o intermitente. Además por extensión del vocablo se denomina ventilación al movimiento o desplazamiento del aire en un determinado lugar, producido por su circulación en el interior.

La principal misión que se encomienda a la ventilación es la de facilitar a los pulmones el oxígeno puro que precisan para llevar a cabo el proceso de respiración. La aportación de aire fresco debe complementarse con sistema que permita la evacuación de los contaminantes que se hayan acumulado en el aire ya viciado. Indirectamente, la ventilación cumplirá además un proceso de regulador de temperatura interior, al rebajar el calor por medio de las susodichas adiciones de aire procedentes del exterior. Esta última no tendrá una importancia relativa, es más solo tendrá una influencia indirecta en algunos meses del año, a diferencia de la función de renovación de aire, la cual si se utilizará indistintamente durante todo el año.

Según la organización mundial de la salud una persona absorbe, aproximadamente y por hora, unos 27 litros de oxígeno en condiciones normales y a su vez expelle 23 litros

de anhídrido carbónico; desprende por término medio 65 gramos de vapor acuso y emite 100 calorías. Estas cifras aumentan cuando se realiza algún tipo de trabajo mecánico, y no digamos en el caso de efectuarse ejercicios de tipo violento.

Algunos de los caudales de aire exterior aconsejables

Viviendas unifamiliares:

Apartamentos	25/40 m ³ /h
Habitación de hotel	40 m ³ /h

Locales de trabajo:

Oficinas	20/22 m ³ /h
Sala de reuniones	50 m ³ /h
Talleres	60 m ³ /h
Industrias insalubres	100 m ³ /h

Locales públicos:

Cafeterías	25 m ³ /h
Bares y restaurantes	40/45 m ³ /h
Comercios	40 m ³ /h
Salas de fiesta	50 m ³ /h
Escuelas	55 m ³ /h

Laboratorios	20/25 m ³ /h
Hospitales	65/70 m ³ /h
Cocinas de colegios, hoteles, etc.	80 m ³ /h
Salas infecciosos	175 m ³ /h

Con estos datos y la cubicación del local objeto del problema, se puede determinar la cantidad de veces que se debe renovar el aire por hora, con el fin de lograr una perfecta ventilación.

2.11.1 Sistemas de ventilación

La manera con que se atiende a la renovación del aire viciado determina los diferentes sistemas utilizados, cuyas características principales se reúnen dando lugar a la formación de tres grupos que denominaremos de la siguiente manera: ventilación espontanea, ventilación natural y ventilación artificial.

2.11.2 Ventilación espontanea

La ventilación espontanea es aquella que realiza de manera natural por medio rendijas, marcos, etc., también tiene ocasiones de producirse este tipo de ventilación por intermedio de algunos materiales con que están construidas las paredes en razón de su porosidad.

Como es de esperar la gran dificultad de este tipo de ventilación es el no poder tener un control regular y de la calidad de la construcción, ya que fallas o pequeños desperfectos en la construcción alterarán la ventilación del lugar.

2.11.3 Ventilación natural

La ventilación natural es aquella que tiene lugar por la entrada directa del aire exterior a través de los huecos de las fachadas y paredes medianeras, abriendo ventanas y balcones. Es un sistema simple, pero también práctico y económico, por lo que se pueden considerarse como el más utilizado en viviendas y locales comerciales del pequeño cubillaje. El uso de este tipo de ventilación es beneficioso en la cantidad (caudal) de aireación, pero presenta algunos serios inconvenientes, como el de permitir la entrada conjunta de impurezas, así como el poner bruscamente en contacto un ambiente denso interior, con las inclemencias climatograficas que existan exteriormente, hecho a que al producirse en rigor del invierno pongamos como ejemplo, debe suponerse como sumamente desagradable. Por otra parte, si el sistema resuelve a satisfacción en el problema de la entrada de aire nuevo, no soluciona el problema de la expulsión del aire viciado, defecto que se acentúa conforme vaya aumentando el tamaño del local, obligando entonces a superar tal estado deficitario estableciendo una corriente de aire que forzará la circulación conveniente.

2.11.4 Ventilación artificial o mecánica

Cuando se trata de salas grandes, en donde suelen reunirse gran cantidad de personas o cuando se trata de locales públicos, como cafeterías, bares, restaurantes, teatros, cines, etc., la ventilación neutral es deficiente y a menudo incómodo, por lo que debe recurrirse a forzar la circulación del aire por medios mecánicos, dando lugar a los sistemas de ventilación que por tal motivo se denominan precisamente mecánicos o artificiales. Los procedimientos fundamentales del grupo son tres: presión, por aspiración y por ventilación equilibrada.

La ventilación por presión también llamada por impulsión y por sobrepresión, se caracteriza por que el aire exterior es forzado a penetrar en el interior del local de un modo directo a través de aberturas o conductos especiales mientras el aire viciado escapa al exterior por cuantas aberturas existan (puertas, ventanas, rendijas, etc.)

2.11.5 Ventilación por aspiración

En el sistema de funcionamiento por aspiración, de un modo directo o por intermedio de las bocas de conducción el ventilador extractor succiona el aire viciado y lo expulsa al exterior: gracias al vacío producido penetrará una masa de aire nuevo en el interior del recinto. El movimiento ascensional del aire puede lograrse aprovechando la tendencia del aire caliente y viciado a elevarse, siendo desplazado en las zonas bajas por nuevas masas de aire frío y puro. Como la diferencia de temperatura suele ser escasa, para activar el tiraje se utilizan codos de aspiración o sombreros especiales, que pueden colocarse combinados con ventiladores o extractores encargados de dirigir la corriente producida hacia el exterior.

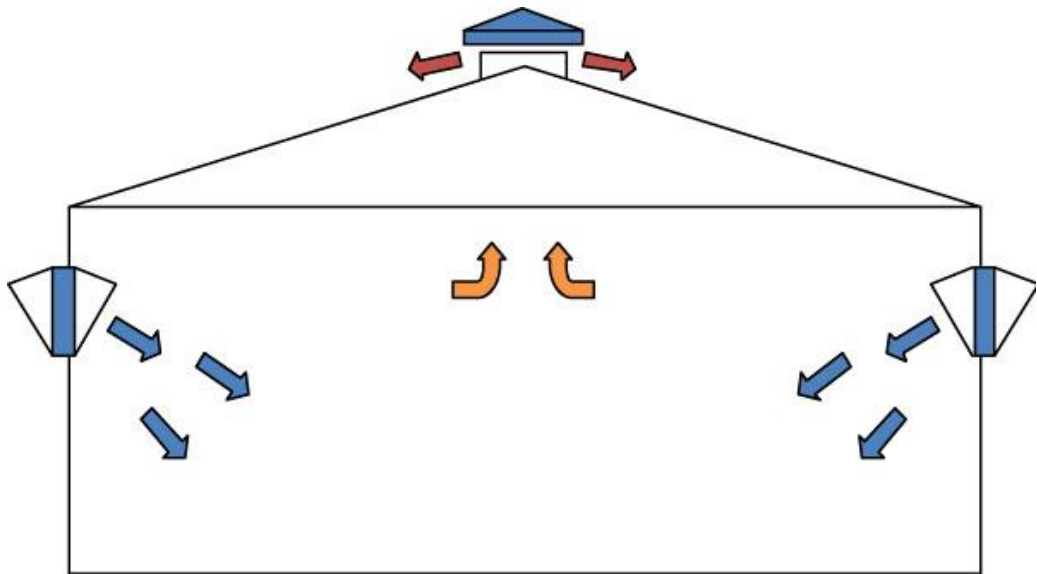


Figura 21 esquema simplificado inyección, extracción de aire

2.11.6 Elementos auxiliares

La instalación de sistemas de ventilación cuenta con elementos auxiliares que llegarán a potenciar el trabajo de este o a incorporar mayor seguridad para el trabajo, como por ejemplo con válvulas cortafuegos, las cuales instaladas en el paso de la ventilación corta y aísla posibles propagaciones de incendio que pudiesen ocurrir en el lugar. Otros ejemplos de elementos auxiliares, se pueden encontrar ventiladores centrífugos, hélices, rodets, soportes, motores, etc.



Figura 22 Rodete de alabes curvados hacia atrás de doble aspiración

Fuente: Solerpalau.com

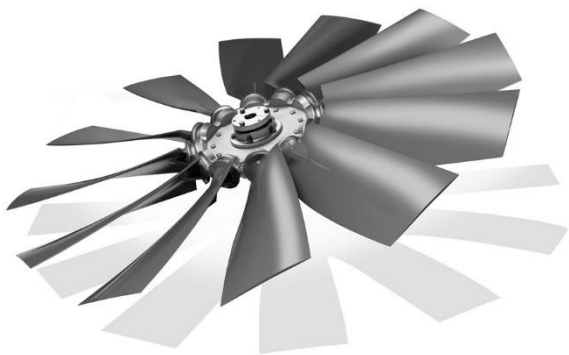


Figura 23 Hélice de ventilación

Fuente Multiwing

2.12 BOMBA DE CALOR

2.12.1 Principio básico

La bomba de calor es una unidad de aire acondicionado, que cuenta con una función particular a diferencia del resto de los sistemas de aire acondicionado es que cuenta con la facultad de invertir su uso transformándose en una unidad de calefacción.

Se absorbe el aire de la habitación en el serpentín interior (evaporador) y se bombea hacia el exterior por medio del serpentín exterior (condensador). Este proceso se invierte cuando hay una demanda de calefacción. El serpentín exterior (condensador) recoge el calor de la habitación y mediante el serpentín interior lo introduce al aire del espacio acondicionado.

2.12.2 Clasificaciones

Las bombas de calor se clasifican según la fuente térmica, los medios por los cuales se transmite el calor y la forma de deshacerse de éste.

Clasificación	Fuente de calor	Sumidero térmico
1	Aire	A aire
2	Aire	A agua
3	Agua	A aire
4	Agua	A agua

Tabla 1 clasificación de bombas de calor según medio de transmisión

2.12.3 Ciclos de la bomba de calor

Como ya hemos mencionado, la bomba de calor trabaja de dos modos diferentes

- 1. Ciclo de enfriamiento
- 2. Ciclo de calefacción

Ambos ciclos utilizan los mismos componentes

2.12.3.1 Ciclo de enfriamiento

Cuando se usa una bomba de calor para producir aire acondicionado, opera exactamente como cualquier otra máquina de refrigeración. Una bomba de calor que funciona con el ciclo de enfriamiento y deshumidificación usa el mismo equipo básico de refrigeración para remover el calor de un espacio acondicionado que cuando calienta el espacio acondicionado.

Por lo tanto, cuando se hace bajar la temperatura del refrigerante de calor, éste viajará de la fuente de calor hacia el refrigerante.

Durante este proceso de transmisión de calor, la humedad del aire caliente se condensa en el serpentín del evaporador deshumidificando en consecuencia el aire y haciendo descender su temperatura.

2.12.3.2 Ciclo de calefacción

Puede parecer extraño que sea capaz de absorber calor de un aire exterior que pueda estar a -32°C . Es necesario recordar que por la primera ley de la termodinámica todo cuerpo que cuente con movimiento interno de sus partículas produce calor, por lo cual todo fluido sobre el cero absoluto (-273°C) tiene la capacidad de producir calor.

2.13 PANELES SOLARES

2.13.1 Energía Solar

Se considera como energía solar sólo aquella que llega directamente sin transformar, la cual calienta o ilumina.

2.13.2 Transformación en electricidad

Es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores

para un uso posterior, e incluso se puede introducir en el sistema interconectado central.

Energía Solar	
Ventajas	• Escaso impacto ambiental • No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente • Distribuida por todo el mundo • No tiene más costes una vez instalada que el mantenimiento el cual es sencillo • No hay dependencia de las compañías suministradora
Inconvenientes	• Se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos. Los depósitos de agua caliente deben protegerse contra la legionela • Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones • Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno

Tabla 2 Ventajas e inconvenientes de la Energía Solar

2.13.3 Efecto fotovoltaico

El efecto fotoeléctrico o fotovoltaico consiste en la conversión de luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se produce una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

Esta conversión ocurre en la célula fotovoltaica, la cual es un dispositivo formado por una lámina de material semiconductor, cuyo grosor varía entre los 0,25 mm y los 0,35 mm, generalmente de forma cuadrada, con una superficie aproximadamente de 100 cm^2.

Los paneles fotovoltaicos o paneles solares como se conocen comúnmente están compuestos por varias células fotovoltaicas y se dividen en dos tipos, paneles cristalinos y amorfos, dentro de los cristalinos encontramos los monocristalinos, los cuales están diseñados por un único cristal de silicio y policristalinas, que está formada por pequeñas partículas cristalinas.

Es importante tener en consideración que una sola célula no es capaz de generar la resistencia necesaria, por lo cual es necesario conectar una serie de células para producir tensiones de 6, 12 y 24 voltios.

(BARRERA, Manuel Fernández. *Energía solar: Electricidad fotovoltaica*. Editorial Liber Factory, 2010.)

2.14 AEROTERMIA

Aeroterminia, es una tecnología limpia que extrae hasta un 77% de la energía del aire.

Los sistemas aeroterminia son bombas de calor de última generación diseñadas para aportar refrigeración en verano, calefacción en invierno y, si se desea, agua caliente todo el año.

Extrae energía contenida en el aire, incluso con temperaturas exteriores bajo cero y la transfiere a la habitación o al agua corriente.

Esto se consigue mediante el ciclo termodinámico que utiliza un gas refrigerante para extraer calor del aire exterior.

La aeroterminia produce más energía de la que consume:

Depende de la calidad del equipo y su calificación energética; por ejemplo, para un equipo con rendimiento 4,5 aportamos 4,5 kW de potencia calorífica por cada kW consumido de electricidad. Por tanto, el 78% de la energía aportada es gratuita.

2.14.1 Claves de la aeroterminia

- Tecnología consolidada, enfocada principalmente en el confort humano y refrigeración.
- Transfieren energía térmica entre el aire ambiente y uno más caliente.
- Mantenimiento y operación reducida.
- Desempeño depende de un buen dimensionamiento de los sistemas.
- Es el sistema más ampliamente utilizado en sectores con necesidad de climatización.

2.14.2 Aplicaciones

- Autoconsumo de energía térmica para agua caliente sanitaria, cocción, calefacción y calor de proceso, entre otros.

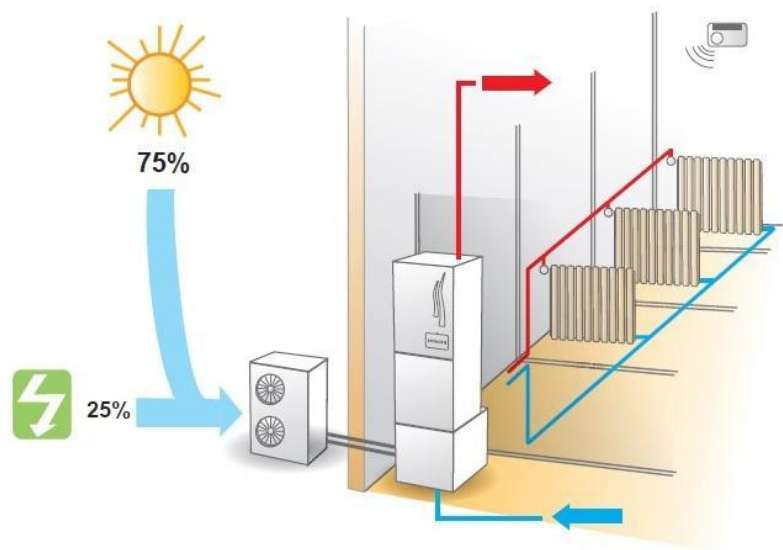


Figura 24 aspectos claves instalación

Fuente: clickrenobables.com

Una bomba de calor es una máquina que, vía un proceso termodinámico, puede transferir calor con una gran eficiencia desde un medio frío a un medio con temperaturas mayores. La principal característica de estas máquinas es que, con la adición de una pequeña cantidad de energía al sistema, puede invertir el flujo natural del calor, aprovechando así la energía existente en el ambiente para calentar o inversamente, para enfriar, al extraer calor desde un recinto más frío que el ambiente.

Las bombas de calor pueden utilizar diversos medios renovables para la obtención de energía, tales como flujos de agua superficial, la energía proveniente de la tierra o la energía del aire ambiente.

Se le llama bombas de calor aerotérmicas a las que utilizan la energía del aire ambiente como medio de intercambio para la obtención de calor para calefacción, generación de agua caliente sanitaria (ACS), calentamiento de piscinas o procesos industriales.

Las bombas de calor aerotérmicas reciben el nombre de aire acondicionado o refrigeración cuando el objetivo de la bomba de calor es sólo extraer calor del recinto o proceso.

En general esta es una tecnología madura en Chile, existen varias empresas entregando soluciones a nivel residencial individual, en especial a lo referido a la generación de

ACS con equipos compactos (que incluyen el acumulador de agua caliente); residencial colectivo como edificios donde por medio de sistemas centralizados se entrega tanto agua caliente como calefacción a los residentes.

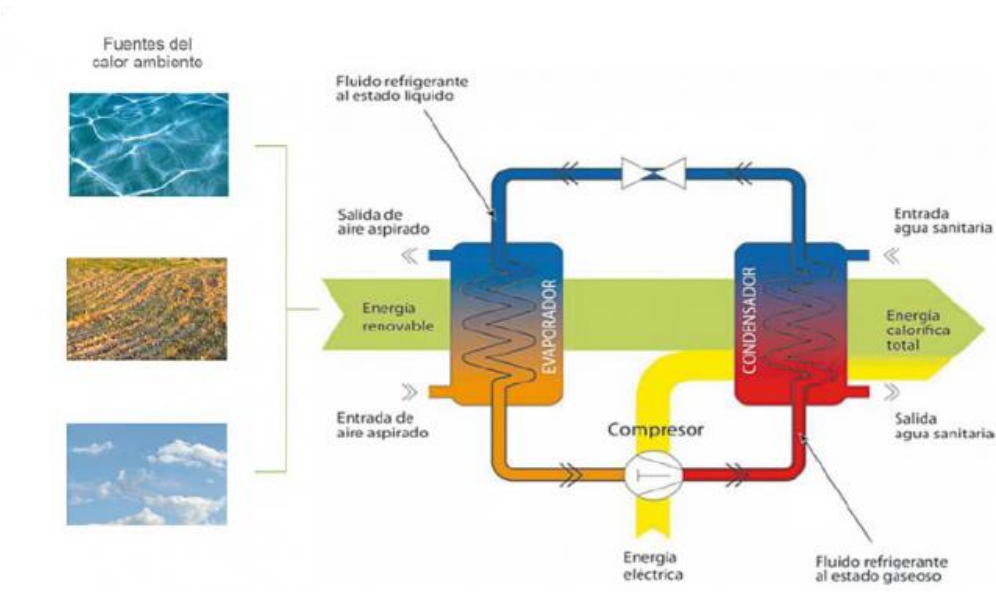


Figura 25 Diagrama de una bomba de calor para el calentamiento de agua caliente sanitaria.

Fuente: IDAE, 2015.

En la figura se muestra un diagrama simplificado de una bomba de calor para agua caliente sanitaria, solo una parte pequeña del calor proviene, en este caso, de la energía eléctrica que se utiliza para hacer funcionar el compresor.

La ventaja de las bombas de calor aerotérmicas es que, para el transporte del calor, deben consumir una cantidad de energía entre 2 y 6 veces menor a la energía térmica aportada. A esta proporción nominal se le denomina Coeficiente de Desempeño o COP por sus siglas en inglés.

Por otra parte, el SCOP o factor de rendimiento del sistema bomba de calor, cuenta el consumo de energía del sistema bomba de calor y el consumo de los equipos auxiliares, como las bombas, ventiladores y sistemas de control, durante todos los meses del año en los que se utiliza. En Chile este valor ronda los 2,5 a 3,5 unidades de energía por cada unidad de energía inyectada a la máquina.

2.15 PISO RADIANTE

El sistema radiante de calefacción y refrigeración por suelo utiliza como fluido termovector el agua que circula en tubos de material plástico empotrados en la capa de mortero que soporta suelo de material cerámico, mármol, granito, gres y madera. La

transferencia térmica del suelo al ambiente y las superficies se produce mediante radiación.

Se ha demostrado que el sistema de suelo radiante, dimensionado correctamente y realizado con las modernas tecnologías brinda al cuerpo humano confort y bienestar superior respecto a los tradicionales sistemas de calefacción garantizando temperaturas constantes y uniformes en cada habitación. Haciendo una comparación entre las curvas de confort de los varios tipos de sistemas de calefacción, se observa como la curva que representa el confort derivado del sistema de suelo radiante es la que se aproxima más a la ideal.

Con la evolución tecnológica de los dispositivos de termorregulación, los sistemas radiantes se han consolidado rápidamente incluso en régimen de refrigeración en verano, representando una válida alternativa al climatizador, y volviéndose instalaciones reversibles y completamente aprovechables por todo el ciclo térmico de la unidad residencial. Pero mientras en invierno es suficiente aumentar la temperatura del aire en el ambiente, en verano es necesario reducir tanto la temperatura como la humedad para obtener las condiciones ideales de confort. Esto es efectuado por un específico sistema de deshumidificación que se ocupa de reducir la humedad equilibrando las cargas térmicas latentes, mientras que el suelo radiante reduce la temperatura eliminando las cargas térmicas sensibles. La termorregulación Giacomini Klimabus controla perfectamente todos los parámetros de la instalación para obtener, siempre, la máxima eficiencia.

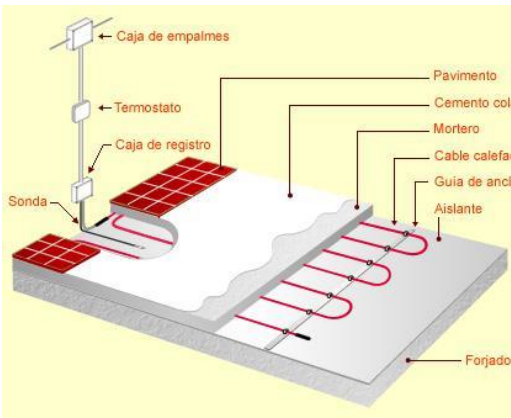


Figura 26 sistema de instalación

Fuente: gomezansia.com



Figura 27 proceso de instalación

Fuente:caloryfrio.com

2.16 Bomba estándar de rotor húmedo Wilo Yanos MAXO 30/0.5-10

Es del tipo circuladora con conexión roscada o embridada, con motor sincrónico ECM y adaptación automática de potencia, resistente al bloqueo. Se utiliza generalmente en sistemas de calefacción por agua caliente, circuitos cerrados de refrigeración, sistemas industriales de circulación e instalaciones de climatización. Cuenta con indicador LED que ofrece transparencia total acerca de la altura de la impulsión de consigna, la velocidad o posibles errores. Puede ajustarse sencillamente a tres velocidades al sustituir una bomba estándar sin regulación.



Figura 28 motor estándar de rotor húmedo Wilo Yanos MAXO 30/0.5-10

Fuente: interclima.es

2.17 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para el correcto uso, mantenimiento de las dependencias a temperatura o para asegurar la confiabilidad de equipos, se deben utilizar distintos implementos de instrumentación y/o medición.

Un instrumento de medición es un aparato que se usa para medir una magnitud física. La medición es el proceso que permite obtener y comparar cantidades físicas de objetos y fenómenos del mundo real. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones, y de la medición resulta

un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta lógica conversión.

2.17.1 Instrumentos para la medición de temperatura

Los aparatos medidores de temperaturas sirven para medir la temperatura de vapores, líquidos y sólidos. El aire, el agua y el refrigerante que circulan por las tuberías son las sustancias más corrientes que se miden por su nivel de temperatura. Independientemente del medio en que van a medir, son similares los métodos para comprobar la precisión de los instrumentos.

Dentro de los instrumentos que encontramos para medir temperatura, encontramos termómetros, termopar y pirómetros.



Figura 29 Termopar
Fuente: CH Sistemas



Figura 30 Termómetro
Fuente: mei.es



Figura 31 Pirómetro
Fuente: ToolBoom

2.17.2 Instrumentos para la medición de presión.

Dentro de la gama de instrumentos de medición para controlar o medir la presión encontramos los manómetros, los cuales sirven para medir presión a fluido o gases de circuitos cerrados. Este instrumento se puede clasificar de dos maneras, según para el fluido que serán utilizados.

(SOISSON, Harold E. *Instrumentación industrial*. Limusa, 1980.)



Figura 32 manómetro

Fuente: Vidri

2.18 Intercambiador

En los sistemas mecánicos, químicos, nucleares y otros, ocurre que el calor debe ser transferido de un lugar a otro, o bien, de un fluido a otro. Los intercambiadores de calor son los dispositivos que permiten realizar dicha tarea. Un entendimiento básico de los componentes mecánicos de los intercambiadores de calor es necesario para comprender cómo estos funcionan y operan para un adecuado desempeño.

(JARAMILLO, O. A. Intercambiadores de calor. México: Universidad Autónoma de México, 2007.)

El intercambiador de placas consiste en varias placas apiladas en vez de tubos para separar a los dos fluidos caliente y frío. Los líquidos calientes y fríos alternan entre cada uno de las placas y los baffles dirigen el flujo del líquido entre las placas. Ya que cada una de las placas tiene un área superficial muy grande, las placas proveen un área extremadamente grande de transferencia térmica a cada uno de los líquidos. Por lo tanto un intercambiador de placa es capaz de transferir mucho más calor con respecto a los intercambiadores de carcasa y tubos con volumen semejante, esto es debido a que las placas proporcionan una mayor área que la de los tubos. Este intercambiador, debido a la alta eficacia en la transferencia de calor, es mucho más pequeño que el de carcasa y tubos para la misma capacidad de intercambio de calor.

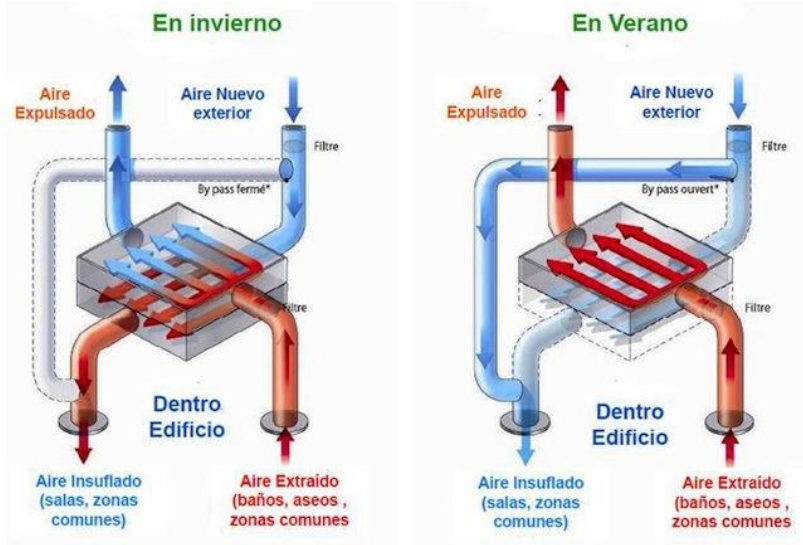


Figura 33 Esquema intercambiador en invierno y verano

Fuente: Maiso-plus.es

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN



Figura 34 Esquema diseño solución

Fuente: Elaboración propia

Terminando el análisis de la problemática y adquiridos los conocimientos necesarios para elaborar la propuesta de mantenimiento preventivo para el hospital san Agustín de florida se procede a dar solución a la necesidad del hospital.

En el proceso de diseño del plan, el primer paso fue realizar un inventario de los equipos codificado, posteriormente se realizó un criterio de agrupación de los equipos, en el cual se solucionará una de las primeras problemática, la cual sería la identificación por medio de tag de los equipos. Al otorgar un tag único a cada equipo podremos identificar su ubicación, posición y revisar historial de este mismo.

Desde la instauración del plan es de suma importancia gestionar toda la información relacionada al historial y mantenimiento de los equipos.

Es por esto lo fundamental de llevar a cabo al inicio un levantamiento de cada uno de los equipos para así posteriormente generar las herramientas con las cuales se unificará y controlará la información logrando con esto una buena gestión del mantenimiento.

Las herramientas que se utilizarán para llevar a cabo este plan de mantenimiento serán las recomendaciones del fabricante para cada uno de los equipos, las listas de Chequeo correspondientes a las actividades de mantenimiento de cada equipo con el fin de supervisar el trabajo por parte de empresas contratistas

3.1 CONDICIÓN DE DISEÑO

Para lograr las condiciones de funcionamiento adecuada por cada equipo del sistema de calefacción y refrescamiento del hospital, debemos establecer las condiciones óptimas de funcionamiento o a las condiciones mínimas.

3.1.1 Ventilación

Para obtener una ventilación óptima se debe cumplir con el Artículo 32 y Artículo 34 del Decreto Supremo N° 594, 2000 que establece lo siguiente:

Artículo 34: Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador. (MINISTERIO DE SALUD. Decreto Supremo N° 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. 2000.)

Artículo 34: Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos. En este caso deberán recibir aire fresco y limpio a razón de 20 metros cúbicos por hora y por persona o una cantidad tal que provean 6 cambios por hora, como mínimo, pudiéndose alcanzar hasta los 60 cambios por hora, según sean las condiciones ambientales existentes, o en razón de la magnitud de la concentración de los contaminantes. (MINISTERIO DE SALUD. Decreto Supremo N° 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. 2000.)

3.1.2 Climatización

Con respecto a la climatización no se hace mención a temperaturas estándar en decretos nacionales, solo se hace referencia a temperaturas extremas, menores a 10 grados Celsius y mayores a 35 grados Celsius, por lo que se considerarán temperaturas óptimas de trabajo las siguientes

Temperatura interior en verano: 25° Celsius

Temperatura interior en invierno: 20° Celsius

Humedad relativa en verano: 50%

Humedad relativa en invierno: 45%

Calidad del filtraje de aire

Si bien en Chile no poseemos un reglamento o artículo en particular que regule o establezca parámetros mínimos para el filtraje de aire en distintos tipos de recintos o más específicamente en las distintas áreas de un hospital, si encontramos la nota técnica N° 45 “Importancia del uso de métodos de ventilación como método de control de contaminantes en recintos hospitalarios” creada por el Ing. Florín Moreno Zamorano, sección seguridad del trabajo en Diciembre de 2016. Donde se deja constancia de lo siguiente

Considerando las diferentes áreas críticas hospitalarias, desde el punto de vista de la ventilación, uno de los manejos más críticos se produce en el área de quirófanos, sector que debido a sus características especiales, el arrastre de las partículas viables y no viables no debe superar un máximo de 10 partículas por pié³, con un escurrimiento del aire del tipo “laminar”, tomando en consideración una inyección filtrada de éste al área. Si bien existen varias referencias internacionales con estándares a considerar para áreas hospitalarias, como por ejemplo la norma UNE 100713:2005 entre otras, la principal referencia utilizada corresponde a los parámetros propuestos por la sociedad Americana de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE), en donde se especifican los niveles tanto de renovaciones /hora, como también de diferenciales de presión entre una sala y otra, entre otros parámetros, para una diversidad de dependencias hospitalarias.

Por lo cual se tomará como referencia las especificaciones entregadas por la ASHRAE, las cuales podemos ven en la siguiente tabla

REGULACIONES ASHRAE (U. S. A.)					
PRESIONES DIFERENCIALES Y VENTILACIÓN DE DISTINTAS AREAS HOSPITALARIAS					
Designación del Área	Pres. Difer. Respecto al área vecina	Necesidad de 100% de aire exterior	Cant. mín de aire exterior: Vol/hora	Cant. mín de aire total: Vol/hora	Necesidad de enviar todo el aire al exterior
Quirófanos Generales con 100% de aire exterior	+	SI	15	15	SI
Quirófanos Generales	+	Optativo	5	25	Optativo
Sala de Partos y Emergencia	+	Optativo	5	25	Optativo
Neonatología	+	Optativo	5	12	No
Salas de Recuperación	0	Optativo	2	6	No
Salas de Terapia Intensiva	+	Optativo	2	6	Optativo
Internación de Pacientes	0	Optativo	2	2	Optativo

Tabla 3 regulación recomendada por la norma ASHRAE

Fuente: ASHRAE

Descripción del recinto

- Sala de espera
- Pabellones
- Sala de reanimación
- Laboratorio
- Oficinas
- Salas comunes
- Salas de internación de pacientes
- Salas de aislamiento
- Cocina
- Lavandería

3.2 NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener.



Figura 35 Naturaleza y clasificación de los equipos

Fuente: Técnica de mantenimiento industrial, Juan Díaz Navarro

3.2.1 Inventario de equipos

A pesar de considerar todos los equipos del hospital estos no son una gran cantidad como se podría pensar por la envergadura de este mismo

- a) Un inventario de equipos es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- b) Un criterio de agrupación por tipos de equipos para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- c) Un criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- d) La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos así como de sus funciones, cuando sea preciso.

El inventario es un listado codificado del parque a mantener, establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado.

La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

A continuación se entrega inventario de equipos mecánicos, ubicación, uso, cantidad, marca y modelo.

EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	USO
Split muro 1	1	Fujitsu	ASYG12LLCA	Sala T.I.C	Ventilación
Split muro 2/3	2	Fujitsu	ASYG12LLCA	Rayos X	Ventilación
Split muro 4	1	Anwo	GES18ECO	Farmacia	Ventilación
Split cassette 5	1	Fujitsu	ASYG12LLCA	Sala Partos	Ventilación
Vexs 3	1	Novovent	AB4030M	Box Yeso	Ventilación
Vexs 4	1	Novovent	AB4030M	Esterilización	Ventilación
Vexs 8	1	S&P	Td-800/200	Box E.R.A	Ventilación
Vexs 9	1	S&P	Td-800/200	Box I.R.A	Ventilación
Vexs 10	1	S&P	Td-2000/315	Morgue	Ventilación
Compacto 1	1	Daitsu	R3RDWPRA75	Terraza 2° Piso	Ventilación
Compacto 2	1	Daitsu	R3RDWPRA100	Terraza 2° Piso	Ventilación
Maestro Aerotermia	2	Samsung	AM100JXVAGH	Terraza 2° Piso	Aerotermia
Esclavo Aerotermia	2	Samsung	AM320FNBDEH	Terraza 2° Piso	Aerotermia

EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	USO
Vexs 1	1	S&P	CTVT/4-450	Cubierta M5	Ventilación
Vexs 2	1	S&P	CRVT-10	Terraza 2º Piso	Ventilación
Vexs 5	1	S&P	TD-2000/315	Terraza 2º Piso	Ventilación
Vin 6	1	Novovent	BP BOX 25-25	Terraza 2º Piso	Ventilación
Vexs 7	1	Novovent	BP BOX 25-25	Terraza 2º Piso	Ventilación
Vex aerotermia	12	Nicotra	AT 15-15S	Terraza 2º Piso	Aerotermia
Compacto 3	1	Daitsu	R3RDWPRA100	Cubierta	Ventilación
Compacto 4	1	Daitsu	R3RDWPRA100	Cubierta	Ventilación
Maestro aerotermia 3-4	2	Samsung	AM100JXVAGH	Cubierta	Aerotermia
Esclavo aerotermia 3-4	2	Samsung	AM320FNBDEH	Cubierta	Aerotermia
Maestro aerotermia 5	1	Samsung	AM100JXVAGH	Cubierta	Aerotermia
Esclavo aerotermia 5	1	Samsung	AM320FNBDEH	Cubierta	Aerotermia
Maestro aerotermia 6	1	Samsung	AM100JXVAGH	Cubierta	Aerotermia
Esclavo aerotermia 6	1	Samsung	AM320FNBDEH	Cubierta	Aerotermia
Panel solar	82	Energy Panel	S/M	Cubierta	Aerotermia

EQUIPO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	UBICACION	USO
Estanque inercia	2	11/12	ASSLER	S/M	Sala Termica 1	Aerotermia
Estanque expansión	1	Ee1	VAREM	LR SV 150	Sala Termica 1	Aerotermia
Bomba aerotermia	2	Bba-A1/A2	WILO	TOP-S 40/15	Sala Termica 1	Aerotermia
Bomba bloque	1	Bba-T1	WILO	Top-RL 30/6.5	Sala Termica 1	Aerotermia
Bomba losa 1	2	Bba-L1/L1.1	WILO	IPL 32/125-1	Sala Termica 1	Aerotermia
Bomba losa 2	2	Bba-L2/L2.1	WILO	IPL 32/125-1	Sala Termica 1	Aerotermia
Estanque A.C.S	3	E.ACS 4-5-6	ENERGY PANEL	500 E	Sala Termica 1	Aerotermia
Estanque expansión	1	Ee6	VAREM	LR SV 150	Sala Termica 1	Aerotermia
Bomba E.ACS	3	Bba-E4/E5/E6	WILO	TOP-Z 25/10	Sala Termica 1	Aerotermia
Estanque A.C.S	3	E.ACS 1-2-3	ENERGY PANEL	500E	Sala Termica 1b	Aerotermia
Estanque expansión	1	Ee5	VAREM	LR SV 150	Sala Termica 1b	Aerotermia
Bomba E.ACS	3	Bba-E1/E2/E3	WILO	TOP-Z 25/10	Sala Termica 1b	Aerotermia

EQUIPO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	USO
Estanque inercia	1	L3	ASSLER	S/M	Sala Termica 2	Aerotermia
estanque expansión	1	Ee2	VAREM	LR SV150	Sala Termica 2	Aerotermia
Bomba aerotermia	2	Bba-A3/A4	WILO	TOP-S 40/15	Sala Termica 2	Aerotermia
Bomba bloque	1	Bba-T2	WILO	TOP-RL 30/6.5	Sala Termica 2	Aerotermia
Bomba losa 1ºP	2	Bba-L3/L3.1	WILO	IPL 50/130 -2	Sala Termica 2	Aerotermia
Estanque A.C.S	1	E.ACS7	ENERGY PANEL	500 E	Sala Termica 2b	Aerotermia
estanque expansión	1	Ea7	VAREM	LR SV 60	Sala Termica 2b	Aerotermia
Bomba E.ACS	1	Bba-e7	WILO	TOP-Z 25/10	Sala Termica 2b	Aerotermia

EQUIPO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	USO
Estanque inercia	1	L4	ASSLER	S/M	Sala Termica 3	Aerotermia
Estanque expansión	1	Ea3	VAREM	LR SV 150	Sala Termica 3	Aerotermia
Bomba aerotermia	1	Bba-A5	WILO	TOP-S 40/15	Sala Termica 3	Aerotermia
Bomba Bloque	1	Bba-T3	WILO	TOP-RL 30/6,5	Sala Termica 3	Aerotermia
Bomba Losa 1 P	2	Bba-L4/L4.1	WILO	IPL 32/125-1	Sala Termica 3	Aerotermia
Estanque A.C.S	1	E.ACS8	ENERGY PANEL	500 E	Sala Termica 3	Aerotermia
Estanque expansión	1	Ea8	VAREM	LR SV 60	Sala Termica 3	Aerotermia
Bomba E.ACS	1	Bba-E8	WILO	TOP-Z 25/10	Sala Termica 3	Aerotermia

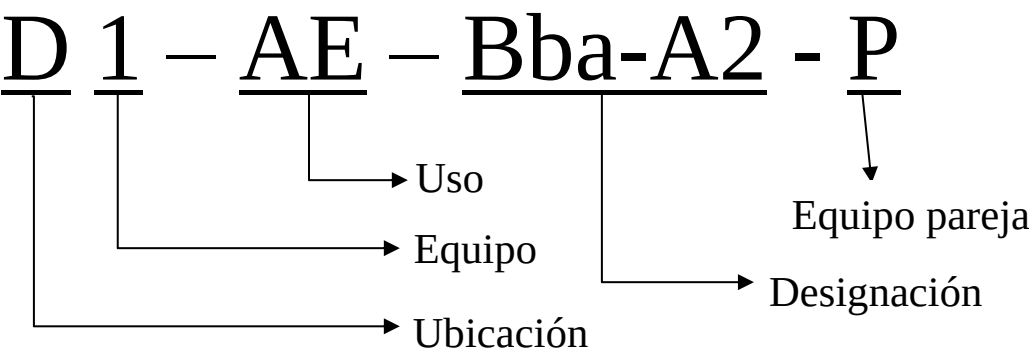
EQUIPO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	USO
Estanque inercia	1	L5	ASSLER	S/M	Sala Térmica 4	Aerothermia
Estanque expansión	1	Ea4	VAREM	LR SV150	Sala Térmica 4	Aerothermia
Bomba aerothermia	1	Bba-A6	WILO	TOP-S 40/15	Sala Térmica 4	Aerothermia
Bomba bloque	1	Bba-T4	WILO	TOP-S 30/6.5	Sala Térmica 4	Aerothermia
Bomba losa 1p	2	Bba-L5/L5.1	WILO	IPL 40/115-0	Sala Térmica 4	Aerothermia
Estanque A.C.S	1	E.ACS9	ENERGY PANEL	500 E	Sala Térmica 4b	Aerothermia
Estanque expansión	1	Ea9	VAREM	LR SV 60	Sala Térmica 4b	Aerothermia
Bomba E.ACS	1	Bba-E9	WILO	TOP-Z 25/10	Sala Térmica 4b	Aerothermia

Tabla 4 Inventario equipos de equipos de climatización, refrescamiento y ACS
Elaboración propia según catálogos

3.2.2 Tag

El tag o denominación es una identificación funcional de un equipo o instrumento que servirá para obtener la mayor información cantidad posible del equipo. Para la designación se pueden utilizar letras, números y/o símbolos que ayuden a la mejor interpretación de estos datos.

A continuación se presentará una propuesta de tag particular para el hospital de Florida, ya que el servicio de salud Concepción no cuenta con una designación especial para estos equipos. Esto se debe a que el hospital de Florida es el primer hospital en implementar esta tecnología.



LETRA	UBICACIÓN
A	Terraza 2º piso
B	Cubierta - Terraza
C	Cubierta
D	Sala Térmica 1
E	Sala Térmica 2
F	Sala Térmica 3
G	Sala Térmica 4
H	Sala TIC
I	Sala Partos
J	Rayos X
K	Farmacia

Nº	EQUIPOS
1	Bombas
2	Energy panel
3	Split
4	Maestro Aerotermia
5	Esclavo Aerotermia
6	Estanque
7	VEX
8	Equipos Compacto

*Para salas térmicas se designará con una b (minúscula) en caso de que exista una igual a esta.

LETRA	USO
AE	AEROTERMIA
VE	VENTILACIÓN

Tabla 5 Designación de letras para utilización en TAG

Fuente: Elaboración propia

3.3 ELECCIÓN DE POLITICA DE MANTENIMIENTO

Para lograr desarrollar un programa de mantenimiento basado en la confiabilidad, es necesario determinar la condición del equipo, definir su funcionamiento y descripción de los elementos de cada uno, para así facilitar la determinación de los objetivos.

Primero definiremos la información entregada por el SSC, los cuales son:

- Manuales de equipos
- Diagrama de procesos
- Fichas técnicas

Luego se buscará información bibliográfica, para lograr obtener la información necesaria para la elección de la técnica de mantenimiento correcta

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecer la política de mantenimiento. Esta estrategia de mantenimiento consistirá en definir los objetivos técnicos del servicio así como los métodos a implementar y los medios necesarios para alcanzarlos.

Una vez que disponemos de la información relevante sobre los equipos, su estado y requerimientos de funcionamiento se fijan los objetivos.

Estos objetivos pueden ser variables dependiendo de cada lugar a implementar o la situación actual en la que se encuentren los equipos o el programa de mantenimiento, con esto se deja claro que pueden ser variables dependiendo de cada instalación o equipos.

A su vez los objetivos establecidos deben ser conversados y acordados con el personal a cargo de cada equipo o dirección. Algunos de los objetivos posibles pueden ser:

- Máxima disponibilidad, sin importar el valor
- Fijando presupuesto, sin importar la paralización de los equipos
- Asegurando la fiabilidad del equipo
- Garantizar seguridad de las y los trabajadores
- Reducir urgencias y/o emergencias
- Minimizar improvisaciones

Estos posibles objetivos no son los únicos y pueden ser modificados, unificados o eliminados según acuerdos establecidos.

Al intentar decidir una metodología en específico se analizan métodos cuantitativos, el uso de gráficos, los cuales pueden ayudar a confirmar estadísticas de fallas ocurridas en el tiempo, el uso de modos de fallos, etc.

Dentro de las opciones analizadas nos encontramos con AMFEC (análisis de modos de fallos y efectos), RCM (Mantenimientos centrado en la fiabilidad) y TPM (Mantenimiento totalmente productivo). De las opciones mencionadas anteriormente se descarta el AMFEC ya que no existe un historial de fallas de los equipos, también se descarta el TPM por la necesidad de contar con mayor cantidad de personal para incluir dentro del mantenimiento, personal con el cual el hospital no cuenta.

Por las observaciones mencionadas anteriormente se decide proponer la implementación de un programa de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad bajo la filosofía del RCM, para esto utilizaremos como base y guía la norma SAE JA 1012.

3.3.1 Reliability centred maintenance

RCM o Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas. Posteriormente fue trasladada al campo industrial, después de comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

Determinación de modos de fallo

Para la determinación de los modos de fallo se tomara un extracto la norma SAE

JA 1012 sección 8.

a) Identificar los modos de falla.

“Se deben identificar los modos de falla probables que puedan causar cada falla funcional. Debido a que es imposible definir las causas de una falla hasta que se haya establecido exactamente qué se entiende por “falla”, el proceso MCC identifica las fallas funcionales antes de definir los modos de falla. La figura 4-1 que lista las funciones de un activo, las fallas funcionales y los modos de falla, muestra casi todos los elementos de un Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF)”

b) Establecer que se entiende por “probable”.

El método utilizado para decidir que constituye un modo de falla “probable” debe ser aceptado por el dueño o usuario del activo. La sección menciona que se deben identificar todos los modos de falla probables que pueden causar cada falla funcional. “Probabilidad razonable” significa: una probabilidad que encuentra una prueba de racionalidad, cuando es aplicada por personal conocedor y entrenado. (Un término utilizado en lugar de “razonable” en este contexto es el término “creíble”.) Si las personas entrenadas para utilizar MCC, y quienes conocen el activo en su contexto operacional, acuerdan que la probabilidad a la que un modo de falla específico puede ocurrir es suficientemente alta para que garantice un análisis extenso entonces, el modo de falla debe ser listado.

En la práctica, algunas veces es muy difícil decidir si un modo de falla debe o no ser listado. Este problema está relacionado al mismo tiempo a la probabilidad de ocurrencia y al nivel de detalle utilizado para describir los modos de falla. Muy pocos

modos de falla, y/o poco detalle, conducen a un análisis superficial y algunas veces peligroso. Muchos modos de falla, y/o mucho detalle, causan que el proceso MCC completo tome mucho más tiempo del necesario. En casos extremos, esto puede causar que el proceso tome dos o incluso tres veces más del tiempo necesario (un fenómeno conocido como “parálisis del análisis”), y puede también conducir a programas de mantenimiento excesivamente difíciles.

En situaciones, donde puedan existir dudas o desacuerdos sobre lo que constituye el umbral de “racionalidad”, la decisión final debe ser tomada por la organización que posee el activo, ya que dicha organización tendrá la responsabilidad de las consecuencias si ocurre el modo de falla.

Nótese que la decisión de listar un modo de falla debe ser regulada considerando sus consecuencias. Si es probable que las consecuencias sean de hecho muy severas, posiblemente deben listarse los modos de falla y deben estar sujetos a un análisis más extenso.

c) Niveles de causalidad.

Se deben identificar los modos de falla en un nivel de causalidad que haga posible identificar una política de manejo de fallas apropiada.

Las secciones previas de esta guía declaran que los modos de falla deben ser descritos con suficiente detalle para hacer posible la selección de una política de manejo de fallas apropiada, pero no en tanto detalle que se invierta demasiado tiempo en el proceso de análisis.

d) Fuentes de información.

Las listas de los modos de falla deben incluir los modos de falla que han ocurrido antes, los modos de falla que están siendo prevenidos actualmente debido a la existencia de programas de mantenimiento, y los modos de falla que no han ocurrido aún pero que se piensan probables (creíbles) en el contexto operacional.”

Los modos de falla que han ocurrido antes en los mismos activos o en activos similares, son los candidatos más obvios para ser incluidos en la lista de los modos de falla, a menos que se haya cambiado algo para que ese modo de falla no ocurra de nuevo. Las fuentes de información de estos modos de falla incluyen personas que conocen bien el activo (operadores, mantenedores, vendedores de equipos, u otros usuarios del mismo equipo), registros de historia técnica (memoria técnica) y bancos de datos.

Finalmente, la lista de modos de falla debe incluir los modos de falla que no hayan ocurrido aún pero que se consideren como posibilidades reales en el contexto en

consideración. Una característica esencial del mantenimiento proactivo y de la gerencia del riesgo en particular, es identificar y decidir cómo tratar con los modos de fallas que aún no han ocurrido. Este es también uno de los aspectos más desafiantes del proceso MCC, porque requiere un alto grado de juicio aplicado por personas experimentadas y conocedoras.

e) Tipos de modos de falla.

Las listas de los modos de falla deben incluir cualquier evento o proceso que probablemente pueda causar una falla funcional, incluyendo deterioro, defectos de diseño, y errores humanos que pueden ser causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano esté siendo activamente dirigido por un proceso analítico aparte del MCC”

El deterioro ocurre cuando la capacidad de un activo está por encima del desempeño deseado para comenzar a operar, pero entonces cae por debajo del desempeño deseado después que el activo entra en servicio. Esto cubre todas las formas de “desgaste o rotura”.

Tales como fatiga, corrosión, abrasión, erosión, evaporación, degradación (especialmente de aislantes, lubricantes, etc.) y así sucesivamente. Estos modos de falla deben, por supuesto, ser incluidos en una lista de modos de falla en la que se piensen sean probables.

Muchas fallas funcionales son causadas cuando el esfuerzo aplicado a un activo se incrementa por encima de su habilidad para resistir el esfuerzo. En la práctica estos incrementos del esfuerzo son aplicados frecuentemente por seres humanos. La literatura en esta materia clasifica tales errores humanos en una amplia variedad de maneras. Sin embargo; en el mundo de los activos físicos estos errores usualmente entran en las siguientes categorías:

- Operación incorrecta. Esto usualmente toma dos formas. La primera es sobrecarga sostenida, frecuentemente deliberada.
- Ensamblaje incorrecto (por ejemplo, si un mecánico deja una herramienta en una caja de engranajes o un electricista cablea un interruptor incorrectamente).
- Daño externo (por ejemplo, si la carcasa de una bomba es golpeada por un camión montacargas)

Si tales incrementos en el esfuerzo aplicado se piensan probables en el contexto en consideración (y si ellos no se han tratado por un proceso analítico separado), también se deben incorporar en la lista de los modos de falla, de modo que se puedan identificar las políticas de manejo de fallas adecuadas.

3.4 DOCUMENTACIÓN

Es esencial contar con procedimientos para cumplir con el proceso de mantenimiento.

Junto a los instructivos, los procedimientos son documentos útiles para gestionar y administrar acciones de mantenimiento y en ambos casos, es requisito su documentación.

A continuación se dará una breve descripción de los documentos en los cuales fue basada la creación de nuestros documentos para la gestión del mantenimiento:

- Norma: Documento usado como regla o estándar para reglamentar la forma a realizar la actividad, y cuyo cumplimiento permite lograr objetos similares o intercambiables.
- Manual: Documento, en forma de compendio, que enuncia lo más substancial de una materia. Por ejemplo, un manual se utiliza para establecer principios básicos de funcionamiento de un sistema
- Catalogo: En tanto, popularmente, por catálogo se conoce a aquella publicación empresarial cuyo fin primero es el de la promoción de aquellos productos o servicios que una empresa ofrece y sobre la cual en definitiva versará el catálogo. El catálogo muchas veces resulta ser la mejor manera y la más ordenada que tiene una empresa a la hora de presentarle al mundo sus productos. El catálogo está compuesto principalmente por imágenes de los productos o servicios que ofrece la empresa
- Procedimiento: También conocido como protocolo, es un documento técnico normalizado cuya finalidad es enunciar la metodología que garantiza el cumplimiento de cierto proceso o la fabricación de cierto producto.
Un procedimiento documentado tiene validez si su ausencia provoca efectos adversos en la organización que los redacta.
- Especificaciones: Una especificación técnica es un documento técnico claro y conciso que sirve para indicar los parámetros correctos que deben esperarse de un determinado objeto o trabajo.
- Registro: Documento trazable que permite acumular datos para ratificar o dejar evidencia alguna o administrativa factible de ser auditada en el futuro

3.4.1 Hoja de vida

Una de las principales problemáticas que nos encontramos al momento de realizar esta propuesta y que además se incluye en nuestras limitaciones es la no existencia de una hoja de vida de los equipos. Uno de los principales motivos de esta problemática es el corto periodo de funcionamiento de los equipos, los cuales no llegan al año de uso, por lo cual no se han realizado mantenciones ni reparaciones a ellos.

Dentro la propuesta presentada se designara un tipo de hoja de vida que lleve el control de todas las mantenciones y/o reparaciones que sufra el equipo, con el fin de poder realizar una mejora continua a las mantenciones programadas y evitar fallas inesperadas que puedan alterar el normal funcionamiento de los equipos.

Fichero histórico de la maquina

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la maquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legal así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración.

Como ejemplo:

- Fecha y número de OT (orden de trabajo)
- Especialidad
- Tipo de Fallo
- Número de horas de trabajo
- Tiempo fuera de servicio
- Datos de la intervención
- Síntomas
- Defectos encontrados
- Corrección efectuada
- Recomendaciones para evitar su repetición

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

- i. Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallo, MTBF, etc.
- ii. Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.

- iii. Análisis de mora de métodos: Selección de puntos débiles, análisis AMFE
- iv. Análisis de repuestos: Datos de consumo y nivel de existencia optimo, selección de repuestos y mantener stock
- v. Análisis de la política de mantenimiento
 - Máquinas con mayor número de averías
 - Máquinas con mayor importe de averías
 - Tipos de fallos más frecuentes

HOJA DE VIDA EQUIPO: Bomba recirculadora TOP-Z 25/10		
Descripción	Se utilizan exclusivamente para la recirculación de agua caliente	
	Utiliza un sistema de recirculación ACS	
	Bomba de rotor húmedo, no requiere mantenimiento	
Ubicación	Sala termica 1/1b	
	Sala termica 2/2b	
	Sala termica 3/3b	
	Sala termica 4/4b	
DATOS DE FUNCIONAMIENTO		
Fluido	Agua 100%	
Caudal	3,00 m3/h	
Altura de impulsión	5,00 m	
Temperatura del fluido	20°C	
Temperatura min del fluido	0°C	
Temperatura max del fluido	80°C	
Presión máxima de trabajo	10 Bar	
EQUIPAMIENTO Y FUNCIONES		
- Adaptación manual de la potencia mediante 3 velocidades - Bombas con motor monofásico: protección interna frente a temperaturas del bobinado excesivamente elevadas. - Protección total del motor con sistemas electrónico de disparo integrado - Piloto de indicación de avería - Contacto para indicación general de avería - Funciones adicionales mediante protector module c indicación de avería SSM como contacto de apertura libre tensión - Detección de bloqueo		
Prioridad		Actividad
Mensual	1	Chequeo de funcionalidad
	2	Inspección visual exterior, registro de datos de temperatura y seteo
	3	Registro de parámetros eléctricos consumo, protección, tensión y corriente nominal
	4	limpieza
Anual	1	Desarme y limpieza de serpentín
	2	Recambio de empaquetaduras y pernos si es necesario

BITACORA						
Fecha instalación:						
Fecha puesta en marcha:						
Carga diaria:						
Última mantención:						
Fecha mantenimiento preventivo:						
Fecha mantenimiento correctivo:						
INTERVENCIÓN POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Fecha	Empresa Contratista	Descripción	Repuestos	Marca	Ubicación	Cantidad
MANTENIMIENTO CORRECTIVO O NO PROGRAMADO						
Fecha	Empresa Contratista	Descripción	Repuestos	Marca	Ubicación	Cantidad
OBSERVACIONES						

Tabla 6 Propuesta de hoja de vida de equipos

Fuente: Elaboración propia según hoja de vida equipos hospital regional de Concepción

3.4.2 Check list

Los check list y verificación son instrumentos prácticos y útiles para guiar y verificar la realización de los procedimientos de mantenimiento, además sirven para controlar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática.

Los usos principales son:

- Realización de actividades en las que es importante que no se olvide ningún paso del procedimiento establecido
- Realización de inspecciones donde se debe dejar constancia de cuales han sido los puntos inspeccionados

- Verificar o examinar artículos
- Examinar o analizar la localización de defectos y verificar las causas de los defectos
- Verificar y análisis de operaciones
- Recopilar datos para su futuro análisis.

CHEQUEO MANTENCIÓN REALIZADO A EQUIPO SPLIT					
Tag Equipo:			Fecha:		
Ubicación:					
Contratista:					
Supervisor Contratista:					
			MARQUE CON UNA "X"		
			SI	NO	N/A
SEGURIDAD	Se encuentran desconectados los equipos al suministro electrico				
	Los trabajadores se encuentran con sus EPP necesaria para el trabajo				
	Se informaron previamente los riesgos expuestos a los trabajadores				
LECTURA DE DATOS	Se realizó lectura de datos de presión de trabajo				
	Se realizó lectura de datos de consumo electrico				
	Se realizó registro de temperatura ambiente y de entrada				
LIEMPIEZA	Se realizó hidrolavado de serpentines				
	Se realizó limpieza de rejilla de inyección y extracción de aire				
	Se realizó lavado del filtro de aire				
PROCEDIMIENTOS MECANICOS	Se realizó verificación de fijaciones de equipos en exterior				
	Se realizó reapriete de equipos electronicos				
	Se realizó inspección de fijación				
	Equipo quedó en funcionamiento				

Tabla 7 Propuesta de Check list
Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 Orden de trabajo

Para lograr tener una bitácora o historial del equipo, contamos con un documento que toma gran relevancia en esta metodología de trabajo, la orden de trabajo (OT).

Una OT contiene información técnica y contable de importancia. Describe claramente las tareas a efectuar y, si existen, deben incluir procedimientos de trabajo, normas, técnicas de inspección predictivas, etc.

Una OT puede ser reactiva o proactiva, dependiendo de su procedencia. En caso de provenir de un aviso emitido desde el área de producción, probablemente se convierta en una OT correctiva. Por el contrario, si se emite automáticamente desde un plan de mantenimiento programado, se convertirá en una OT proactiva.

La mayor parte de la información manejada por el área de mantenimiento se centraliza y canaliza a través de las OT. Con ayuda de software o análisis se pueden además obtener datos por equipos, sector, grupos de OT's, centros de costos, etc.

La información que debe contener una OT se puede dividir en tres grupos.

3.4.3.1 Datos de cabecera

Dentro de los datos de cabecera incluiremos los datos generales del equipo, tales como:

- Número de la OT
- Código y descripción del equipo en el cual se efectuará el trabajo.
- Unidad operativa o sector al que pertenece el equipo
- Fecha de emisión de la OT, centro de costos y ubicación.
- Especialidad y tipo de OT (Correctiva, emergencia, preventiva, calibración, etc.)
- Tipo de funcionamiento del equipo

3.4.3.2 Datos de trabajo

En esta sección se incluirán los datos del trabajo a realizar y todo lo necesario para la realización de la OT, tales como:

- Descripción general
- Código y descripción de cada tarea (puede ser trabajo de mantenimiento programado que cuente con código interno)
- Fecha estimada de inicio y de finalización
- Nombre de los especialistas que intervendrán
- Repuestos, materiales o insumos que presumiblemente se usaron (código y cantidad)
- Instructivos y/o procedimientos de trabajo asociado, con su tiempo de ejecución
- Precauciones de seguridad y medio ambiente (en caso de ser necesarias)
- Firma de los responsables de efectuar y supervisar el trabajo

3.4.3.3 Datos de gestión

Dentro de los datos de gestión encontraremos datos contables y técnicos, dentro de los cuales, los datos contables, no siempre podrán ser constituido en la OT hasta la finalización o cierre de esta.

- Descripción de los hechos más relevantes durante la intervención.
- Respuesta a cada una de las tareas realizadas conforme al plan.
- Tiempo total de ejecución y cantidad de horas hombre insumidas por especialidad.
- Detalle de los servicios de terceros
- Código y cantidad de los repuestos efectivamente utilizados
- Otros datos que sean considerados de interés por la persona responsable

Observaciones:	
Responsable Ejecución:	
Aprobación Requirente	Aprobación Mantenimiento
Firma y fecha	Firma y fecha

Tabla 8 Propuesta OT
Fuente: Elaboración propia

La etiqueta propuesta corresponde a una etiqueta para ser instalada para cada equipo (material a determinar), el fin de la instalación es tener de manera visible los parámetros técnicos de manera rápida y visible para los encargados de la inspección visual, mantención o reparación de los equipos. Se deberá incluir dentro de esta etiqueta TAG, información básica de utilidad, instalación, puesta en marcha, última mantención, fecha del próximo mantenimiento, etc.

Tabla 9 Propuesta de etiquetado de equipos

NOMBRE Y TAG DEL EQUIPO	
PARAMETROS TECNICOS	HISTORIAL
Modelo unidad:	Fecha instalación:
Capacidad de enfriamiento:	Fecha puesta en marcha:
Capacidad de calentamiento:	Trabajo diario:
Peso:	Estado actual del equipo:
Tensión nominal:	Última detención:
Consumo energetico:	Última mantención:
Fecha último mantenimiento correctivo:	Fecha próximo mantenimiento preventivo:

Fuente: Elaboración propia

3.5 MANTENIMIENTO POR FAMILIA DE EQUIPOS

3.5.1 Maestro aerotermia



Figura 36 Maestro aerotermia

Fuente: Catalogo Samsung [<https://www.samsung.com/es/business/climate/ac-dvm-amxxxjxvagh/am100jxvagheu/>]

3.5.1.1 Descripción

Los chiller, son equipos de climatización muy usados en grandes instalaciones debido a la posibilidad que tienen de enfriar o calentar, según lo requiera el inmueble. Además, los expertos en estos equipos señalan que su uso es una excelente opción para aplicaciones de aire acondicionado u otros procesos de enfriamiento. Sin embargo, se requiere conocer a fondo su funcionamiento, composición y requerimientos de mantenimiento para hacer eficiente su uso.

El chiller es un refrigerador de líquido, que como en un sistema de expansión directa, calienta o enfría mediante el intercambiador térmico.

Características principales.

- Mantener el líquido refrigerante cuando está en función de frío.
- Mantener el líquido calentado cuando está en función de bomba de calor.

¿Cómo funciona?

El agua que se requiere enfriar circula a través de un intercambiador. Este flujo de agua transmitirá su calor al flujo de agua al del refrigerante, ya que estos se encuentran separados por la pared del tubo. El refrigerante, al recibir el calor, se evapora debido a sus características y a la baja presión de evaporación.

El refrigerante es extraído por el efecto de la compresión y del calor del motor del compresor. El gas caliente del compresor entra al condensador, en donde su calor es transmitido a un medio refrigerante, que bien puede ser agua o aire. El calor extraído provoca que el refrigerante se condense a alta presión. El refrigerante en estado líquido a alta presión puede ser almacenado o enviando directamente a la válvula de expansión para su inyección en el evaporador y así reiniciar el ciclo.

Principio de operación

El objetivo es extraer el calor sensible del agua o salmuera, empleando un medio refrigerante. En la actualidad, los medios refrigerantes más comunes son los CFC y HCFC, por lo que la operación se basa en sus curvas de operación.

3.5.1.2 Chiller como climatizador

Tal como las unidades de expansión directa, un chiller se coloca en el exterior del edificio, ya que en su interior se colocará la unidad termo-ventilada.

El líquido tratado en la unidad exterior, enfriado o calentado circula impulsado por una bomba incluida en el sistema hidrónico. La unidad interior utiliza el agua que circula por él, enviando el resultante del intercambio térmico (aire frío o aire caliente) mediante un ventilador al ambiente, según las demandas de confort del usuario.

3.5.1.3 Mantenimiento

Antes de volver a operar la unidad, haga un nuevo chequeo de los controles de seguridad de la unidad. El adecuado diseño del sistema de refrigeración eliminara la posibilidad de problemas que puedan ocurrir durante la operación normal. No hay necesidad de realizar mantenimiento a las tuberías de refrigeración mientras la unidad esté operando adecuadamente.

Cuando un equipo está funcionando de manera correcta, únicamente se necesita chequear la adecuada circulación del aire (succión y descarga) y la limpieza de las superficies del intercambiador de calor, de preferencia una vez al mes o de acuerdo con la temporada.

Sin embargo, para mantener en mejores condiciones a los equipos, existen mantenimientos de diversos tipos que se deberán aplicar en ciertos periodos.

3.5.1.3.1 Mensual

- Inspeccionar visualmente la unidad para detectar comprobantes sueltos o dañados, así como fugas de refrigerante.
- Inspeccionar las protecciones sobre amperaje.
- Chequear compresores y resistencias calefactoras de aceite.
- Revisión y prueba de refrigerante.
- Inspección de la caída de presión de las piedras deshidratadoras.
- Inspección de la presión de aceite en compresores.

3.5.1.3.2 Anual

- Inspeccionar el aislamiento térmico.
- Detalles de pintura si fuese necesario.
- Inspección y prueba de la secuencia de controles en general.
- Chequeo de contactores y sustitución en caso de que algunos presente fallas.
- Chequear y apretar conexiones de control y fuerza.
- Revisión de vibraciones del compresor.
- Realizar prueba de acidez en aceite del compresor.
- Limpieza de condensadores
- Reapretar tornillería en soportes de los motores ventiladores, así como de los compresores.

3.5.1.4 Análisis de Falla

Falla	Causa	Solución
La bomba no funciona.	Fallo de suministro eléctrico.	Encienda la fuente de alimentación. Compruebe los cables y sus conexiones en busca de defectos o conexiones sueltas
	Protección del motor activada.	consulte anteriores
	Circuito de control de corriente defectuoso	Repare o sustituya el circuito de control de corriente.
El disyuntor protector del motor se ha activado (se activa justo después de que se encienda la fuente de alimentación).	Contactos del disyuntor protector del motor o bobina magnética defectuoso.	Sustituya los contactos del disyuntor protector del motor, la bobina magnética o bien todo el disyuntor protector del motor.
	La conexión de los cables esta suelta o es defectuosa.	Compruebe los cables y sus conexiones en busca de defectos y sustituya los fusibles.
	El bobinado del motor es defectuoso.	Repare o sustituya el motor.
	La bomba está bloqueada mecánicamente.	Apague la fuente de alimentación y limpie o repare la bomba.
		Ajuste el disyuntor protector del motor de

	El ajuste del disyuntor protector del motor demasiado bajo.	acuerdo con la corriente nominal del motor. Consulte la placa de características.
El disyuntor protector del motor se activa de vez en cuando.	El ajuste del disyuntor protector del motor es demasiado bajo.	Consulte anteriores.
	Fallo del suministro periódico.	Consulte anterior.
	Voltaje periódicamente bajo.	Compruebe los cables y sus conexiones en busca de defectos o conexiones sueltas.
Fallo	Causa	Solución
El rendimiento de la bomba no es estable.	Presión de entrada de la bomba demasiado baja.	Compruebe las condiciones de entrada de la bomba.
	La tubería de succión está parcialmente bloqueada por impurezas.	Retire y limpie la tubería de succión.
	Fuga en la tubería de succión.	Retire y repare la tubería de succión.
	Aire en la tubería de succión o la bomba	Ventile la tubería de succión o la bomba. Compruebe las condiciones de entrada de la bomba.
La bomba funciona, pero no suministra agua.	Presión de entrada de la bomba demasiado baja.	Consulte anterior.
	La tubería de succión está parcialmente obstruida por impurezas.	Consulte anterior.
	La válvula de pie o no retorno está atascada en la posición cerrada.	Retire y limpie, repare o sustituya la válvula.
	Fuga en la tubería de succión.	Consulte anterior.
	Aire en la tubería de succión o la bomba.	Consulte anterior.
La bomba funciona marcha atrás cuando se apaga.	Fuga en la tubería de succión.	Consulte anterior.
	Válvula de pie o no retorno defectuosa.	Consulte anterior.

	La válvula de pie está atascada en a posición abierta completa o parcialmente.	Consulte anterior.
La bomba funciona con un rendimiento inferior al normal.	Dirección de rotación errónea,	Apague la fuente de alimentación mediante el disyuntor externo e intercambie un par de fases en la caja de terminales de la bomba.

Tabla 10 Causa – solución maestro aerotermia

Fuente: Catalogo Samsung

3.5.2 Equipos vex

Caja con ventilador centrífugo a reacción de baja presión, de doble aspiración a transmisión.



Figura 37 Caja de ventilación completa

Fuente: Catalogo Novavent

Caja de ventilación completa, compuesta de ventilador anclado sobre soportes anti vibratorios, motor fijado sobre bancada regulable, poleas y correas dimensionadas

acorde a las prestaciones, aislamiento interno y junta elástica entre boca ventilador y boca impulsión de la caja.

Aplicaciones: Grandes instalaciones de climatización y ventilación.

3.5.2.1 Características

- Caja de chapa galvanizada, aislada interiormente mediante panel ignífugo clase M1.
- Rodete, álabes hacia atrás, en chapa galvanizada.
- Motores con aislamiento clase F

S&P

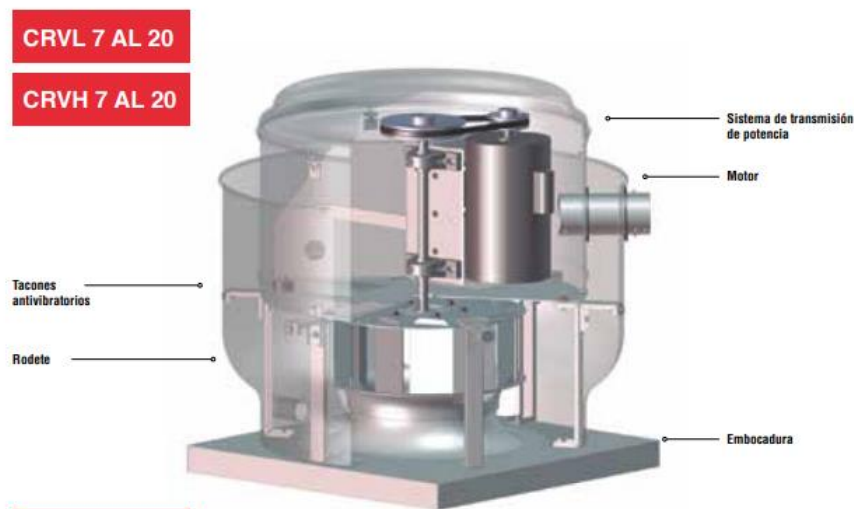


Figura 38 Componentes extractor

Fuente: <http://solerpalau.mx/359/producto/linea-comercial/centrifugos-de-tejado-y-pared>

3.5.2.2 MANTENIMIENTO

Con el objetivo de prevenir y/o eliminar las anomalías que se generan en los equipos de ventilación o el incremento en los costos de reparación y paros no planeados, Soler & Palau recomienda la aplicación de un programa de mantenimiento predictivo basado en vibraciones.

El mantenimiento predictivo emplea tecnología de manera periódica para detectar fallas prematuras antes de convertirse en un problema grave.

3.5.2.2.1 Problemas detectados mediante Análisis de Vibraciones

- Desbalance

- Desalineación
- Flexiones permanentes
- Fisuras en estructuras
- Rozamientos
- Deterioro o defectos en rodamientos
- Resonancias y vibraciones transmitidas
- Vibración en cimentaciones, estructuras y soportes
- Vibración inducida por flujo
- Problemas en motores eléctricos
- Problemas de lubricación

Inspección y mantenimiento del rodete



Figura 39 Problema común

Fuente: <https://www.solerpalau.com/es-es/>

El uso cotidiano de un sistema de impulsión o extracción va acumulando materiales sobre las palas de un rodete, ocasionando debilitamiento en su estructura y vibraciones importantes. Si la vibración es muy fuerte, el daño puede ocasionar que los rodamientos y la propia estructura del ventilador sufran serios daños

3.5.2.3 Tabla de averías más comunes

Problema	Causa
Rujo de aire bajo	A. La presión estática del sistema es mayor a la calculada. B. La velocidad del ventilador es menor a la calculada. C. Las compuertas no están adecuadamente ajustadas. D. Conexiones deficientes o abruptas en los ductos de succión o descarga. E. Fugas de aire en el sistema. F. Rodete o hélice dañada. G. Rotación Incorrecta. H. Filtros sucios. I. Mal funcionamiento de las persianas. J. Obstrucción en la entrada de aire del local.
Rujo de aire alto	A. La presión estática del sistema es menor que la de diseño. B. La velocidad del ventilador es mayor a la de diseño. C. Filtros o rejillas sin colocar en su lugar. D. Las compuertas no están adecuadamente ajustadas.
Vibración y ruido	A. Desalineamiento en chumaceras o transmisión. B. Cuerpos extraños causando desbalance al rodete o hélice. C. Instalación deficiente. D. Rodamientos gastados. E. Rodete, hélice o motor dañado. F. Opresores y tornillos rotos o flojos. G. Flecha del rodete, hélice o del motor vencida. H. Rodete, hélice o motor desbalanceado. I. Velocidad demasiado alta o sentido de giro incorrecto. J. Componentes o partes sueltas o flojas (soltura mecánica). K. Vibración transmitida al ventilador procedente de otro equipo. L. Rodete o hélice rozando con alguna pieza. M. Bandas demasiado flojas o demasiado tensas. N. Instalación forzada o estructura torcida. O. Operación incorrecta de las persianas.
Calentamiento excesivo en rodamientos	A. Excesivo o escaso lubricante en los rodamientos. B. Alineación defectuosa. C. Flecha vencida. D. Empuje axial anormal. E. Suciedad en rodamientos. F. Tensión excesiva en las bandas. G. Vibración excesiva. H. Temperatura del aire mayor a la de diseño.
Calentamiento de la transmisión	A. Tensión incorrecta en las bandas B. Incorrecta alineación de la transmisión. C. Mal diseño de la transmisión. D. Transferencia de calor de los rodamientos a la transmisión.
Potencia excesiva	A. Velocidad del ventilador más alta que la del diseño. B. La densidad del aire es más alta que la del diseño. C. Rotación del rodete o hélice equivocada. D. Presión estática menor a la considerada. E. Tamaño o tipo de ventilador no apropiado para la aplicación deseada.
El ventilador no opera	A. Fusibles fundidos. B. Bandas rotas. C. Polea suelta. D. Motor demasiado pequeño. E. Voltaje incorrecto.
Sobrecarga del Motor (Calentamiento y/o alto consumo de corriente)	A. Velocidad del motor muy alta. B. La resistencia del sistema es menor que la calculada. C. Mala conexión del motor. D. Voltaje incorrecto. E. Rotación incorrecta del ventilador. F. Ventilador de enfriamiento desviado o bloqueado. G. Espacio libre alrededor del motor inapropiado. H. RPM del ventilador incorrectos. I. Suciedad en los devanados. J. Obstrucción en succión o descarga.

Tabla 11 Averías más comunes

Fuente Catalogo Vex S&P

NICOTRA AT-18/18 S

Figura 40 Ventilador centrífugo

Fuente: <http://www.refrigeracionzelsio.es>

Ventilador centrífugo Nicotra Serie AT de doble aspiración sin motor (Transmisión por correas).

- Caudal máx.(m³/h): 21.700
- Ventilador rpm: 1.100
- Potencia Motor (kW): 7.5

Mantenimiento

Desconectar el ventilador de los conductos, luego proceder: Cuidadosamente limpiar las partes internas de la carcasa y, si es posible, los conductos de entrada y salida del ventilador. Limpiar el rotor. Reconectar los conductos. Poner cuidado en no dejar ningún objeto olvidado dentro del ventilador, esto podría ocasionar serios daños al equipo y al usuario. Finalmente limpiar la parte exterior del ventilador

3.5.3 Equipos Split Muro

Se componen de dos unidades (externa e interna). Se pueden instalar en diferentes tipos de habitación, sirviendo tanto para oficinas, como para hoteles, hospitales, tiendas, habitaciones etc. Como el compresor (motor) se instala en el exterior, la climatización dentro de las habitaciones es silenciosa. Su presentación es en altura, en la pared, idealmente a más de 2 mt. Además, cuentan con un control remoto para una

cómoda manipulación. Existen diferentes modelos que pueden armonizar perfectamente con cualquier decoración interior.

3.5.3.1 Principio de funcionamiento de refrigeración

El aire acondicionado absorbe el calor de la habitación, lo transmite fuera y lo descarga, por lo tanto, la temperatura ambiente del interior disminuye, su capacidad de refrigeración aumentará o disminuirá según la temperatura ambiente externa.

3.5.3.2 Principio de funcionamiento de calefacción

El aire acondicionado absorbe el calor del exterior y lo transmite al interior, para incrementar la temperatura de la habitación. Éste es el principio de la bomba de calor, su capacidad de calefacción se verá reducida si la temperatura exterior desciende.

3.5.3.3 Esquema funcionamiento Split Muro

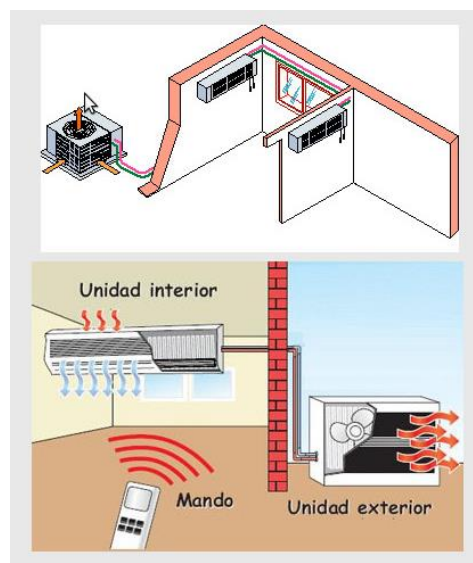


Figura 41 Esquema de funcionamiento Split muro

Fuente: <http://www.mundohvacr.com.mx/>

3.5.3.4 Nombre y componentes del equipo

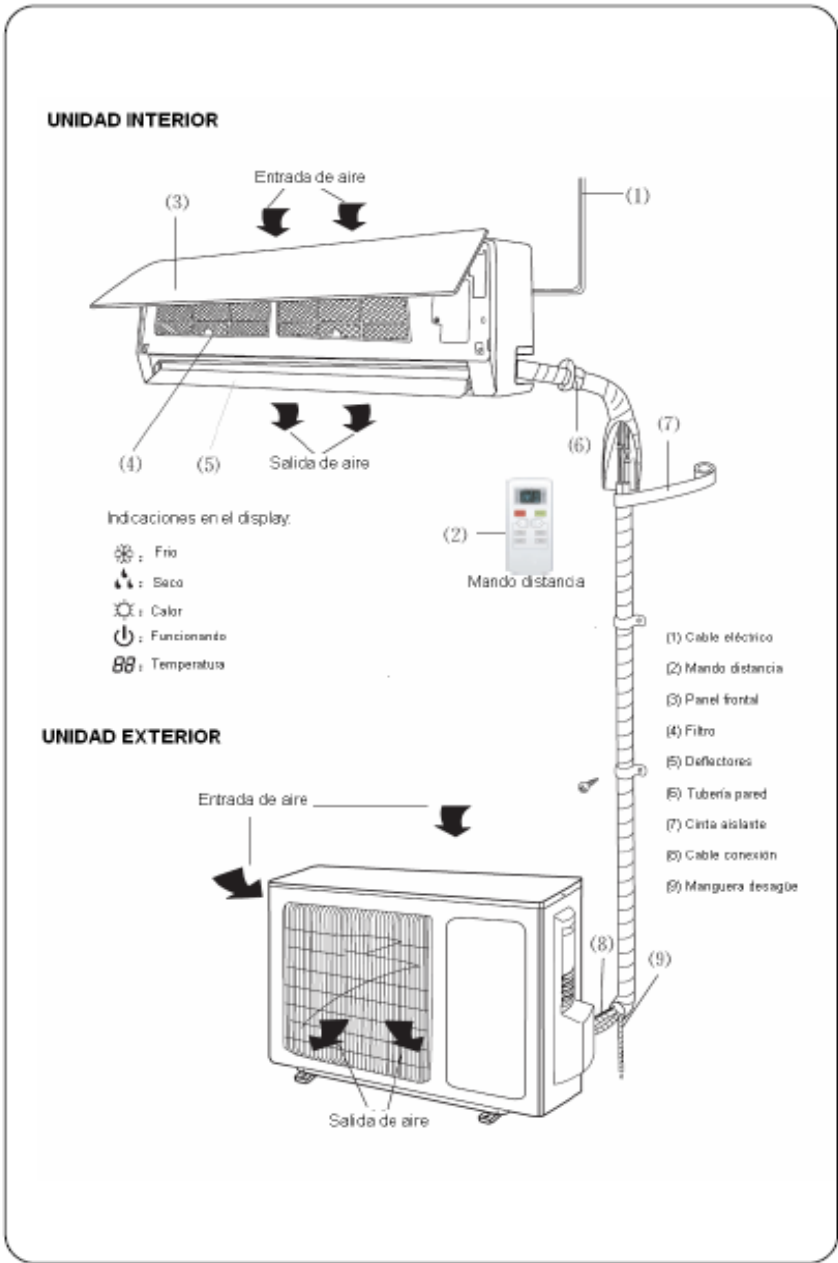


Figura 42 Componentes Split muro

Fuente: <http://www.anwo.cl/>

Recomendaciones de fabricante Split Muro

Mantenimiento y Precauciones

- Asegúrese de que el interruptor esté apagado antes de cualquier mantenimiento del equipo.
- Para la limpieza del aparato nunca utilice directamente agua o líquidos volátiles
- Limpie el aparato con un trapo seco o ligeramente húmedo

3.5.3.5 Limpieza del panel frontal

Para limpiar el panel frontal, por favor moje un trapo en agua caliente interior a 45°C, limpie la parte sucia y séquela con un paño seco.

Nota: No sumerja el panel frontal en agua, ya que hay componentes de microprocesadores y circuitos en él.

3.5.3.6 Limpieza de los filtros (Recomendado una vez cada tres meses)

Nota: Si existe mucho polvo alrededor del aparato, los filtros se deberían limpiar más a menudo. Una vez sacados los filtros, no toque las aletas deflectoras para evitar daños.

-Abra el panel frontal y retírelo

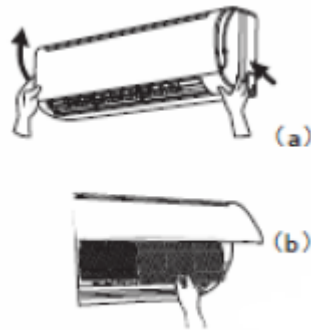


Figura 43 Procedimiento de limpieza N°1

Fuente: <http://www.anwo.cl/>

-Para limpiar el polvo de los filtros, puede usar un aspirador, o limpiarlos con agua tibia y detergente neutro. Déjelos secar a la sombra

Nota: Nunca use agua superior a los 45 °C, ni lo ponga al lado del fuego, puede causar fuego o deformación.



Figura 44 Procedimiento de limpieza N°2

Fuente: <http://www.anwo.cl>

-Reinserte los filtros de nuevo y ponga el panel frontal



Figura 45 Procedimiento de limpieza N°3

Fuente: <http://www.anwo.cl/>

Revisar antes de usar

- Asegúrese de que no hay objetos que obstruyan las salidas o entradas de aire.
- Controle la buena conexión con la toma de tierra.
- Remplace las pilas del mando si es necesario.
- Controle que el soporte de la unidad exterior no esté dañado, si está dañada contacte con un profesional.

3.5.3.7 Mantenimiento después del uso

- Desenchufe el aparato.
- Limpie los filtros y parte frontal del aparato, así como el cuerpo del aparato.
- Limpie el polvo y las posibles obstrucciones de la unidad exterior.
- Repinte las partes oxidadas para evitar que se extiendan.
- Cubra la unidad exterior con una funda, para evitar la lluvia, el polvo o la oxidación.

3.5.3.8 Mantenimiento según norma ASHRAE.

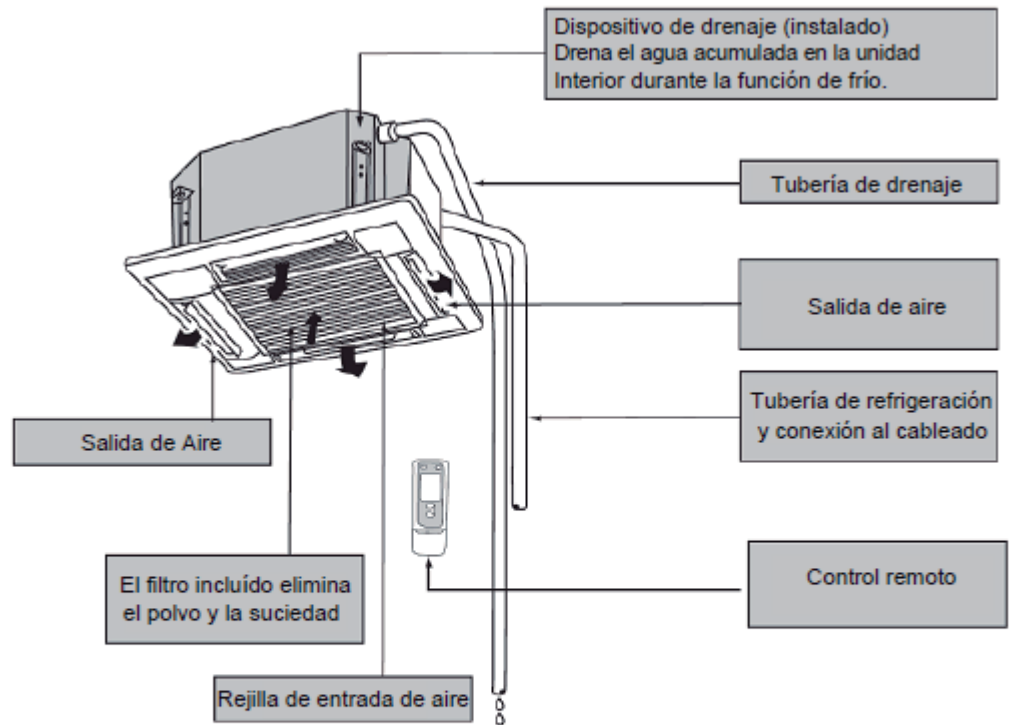
- Compruebe si hay acumulación de partículas en los filtros. Limpie o reemplace, si la acumulación resulta en baja de presión o flujo de aire fuera de los límites de operación establecidos. Mantenimiento Mensual.
- Compruebe el ajuste del filtro de aire y la integridad del sellado de la vivienda. Corrija según sea necesario. Cambio de filtro anual. Mantenimiento Anual.
- Revisa el sistema de control y dispositivos para evidenciar operación incorrecta. Limpiar, lubricar, reparar, ajustar o reemplazar componentes según sea necesario para asegurar la operación correcta. Mantenimiento Semestral.

- Revisa Sifón. Limpie si es necesario. Mantenimiento Semestral.
- Compruebe el correcto funcionamiento de la refrigeración, de la bobina de calentamiento por daños o alguna evidencia de fugas. Limpiar, restaurar, o reemplazar según sea necesario. Mantenimiento Semestral.
- Revise las aspas del ventilador y caja del ventilador. Limpie, repare o reemplace según sea necesario para garantizar una buena operación. Mantenimiento Anual
- Compruebe la temperatura del sistema de refrigerante. Si esta fuera de los niveles recomendados, encontrar la causa, reparar y ajustar la carga de refrigerante para lograr niveles de funcionamiento óptimas. Mantenimiento Anual.
- Compruebe la integridad de todos los paneles en el equipo. Reemplace los sujetadores (pernos, tornillos etc.) según sea necesario para garantizar una integridad adecuada. Mantenimiento Anual.
- Evaluar si lubricar área de cojinetes (rodamientos), lubricar si es necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe el flujo de fluido adecuado. Limpie, ajuste y reparare, según sea necesario para restaurar el flujo adecuado. Mantenimiento Anual.
- Compruebe bandeja de drenaje, tubería de drenaje y la bobina para el crecimiento biológico. Limpie según sea necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe aletas de la bobina. Remplace la bobina de ser necesario, para volver a un funcionamiento adecuado. Mantenimiento Anual.
- Inspeccione visualmente las áreas de acumulación de humedad para el crecimiento biológico. Si está presente, limpiar o desinfectar según sea necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe la bomba de condensado. Limpie o reemplace. Mantenimiento Anual.

3.5.4 Split tipo cassette

3.5.4.1 Nombres y funciones de las partes

● **Unidad interior**



● **Unidad exterior**

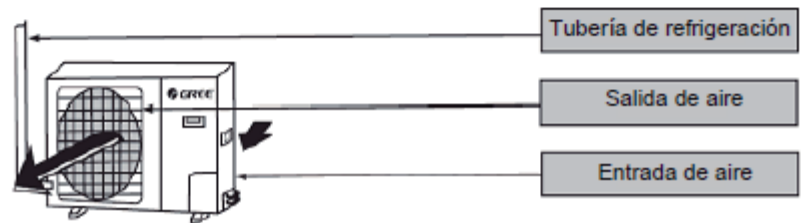


Figura 46 descripción equipos Split cassette

Fuente: <https://www.anwo.cl>

3.5.4.2 Problemas y soluciones

En caso de que algo anormal suceda (como el mal olor), cierre del interruptor de alimentación inmediatamente y comuníquese con su centro de servicio.

No repare el aire acondicionado por usted mismo, porque la reparación incorrecta podría provocar un incendio, llame al centro de servicio para que este lo haga por usted.

Compruebe estos elementos que se muestra a continuación, antes de ponerse en contacto con su centro de servicio.

Sintoma	Causa	Medidas Correctivas
El sistema no funciona correctamente	Auto Apagado	Se reiniciará cuando se apague
	Auto pausa o algún fusible con problemas	Desactivar auto pausa y desactivar fusibles
	No funciona la Batería del Termostato	Reemplace las baterías
	Termostato fuera de alcance	Mantener la distancia de 8m o menos
El sistema se detiene despúes que se inicia	Objeto obstruyendo la entrada y salida de la unidad aire acondicionador	Remuévalos
Las funciones de refrigeración y calefacción presentan problemas en su funciona- miento	Objeto obstruyendo la entrada y salida de las unidades de aire	Remuévalos
	Ajuste incorrecto de la temperatura	Refiérase a la pag.6
	Baja velocidad del ventilador	Refiérase a la pag.6
	La dirección del aire no es la correcta	Refiérase a la pag.6
	Las puertas y ventanas están abiertas	Cierrelas
	Luz solar directa	Cierra la cortina o el protector
	Demasiada gente en la habitación	
	Demasiadas fuentes de calor	
	Filtro de aire sucio	Limpielo

Tabla 12 Problemas y soluciones

Fuente: <https://www.anwo.cl>

Los siguientes elementos no se consideran problemas

	"PROBLEMAS"	CAUSA
La unidad interior no funciona	Reinicie cuando se detenga.	Una vez que la unidad se detiene este no operará durante un par de minutos.
	Presione TEMP.	
	la unidad tiene Switched on	Espere 1 minuto.
El equipo emite smog	Cuando esta en enfriamiento.	El aire se vuelve algo neblinoso.
La unidad exterior está sobrecalentada	Después que la unidad este detenida.	El compresor emite calor y se prepara para reiniciarse
Un sonido es emitido	Un sonido extraño cuando se inicia.	Es el inicio del termostato a baja temperatura, dura 1 minuto.
	Sonido de agua corriendo cuando esta en operación, se escucha desde la unidad.	Esto es causado por el refrigerante que fluye dentro de la unidad.
	Se escucha un "SHU" cuando inicia la unidad o justo cuando se detiene, también se escucha un "SHA" cuando esta en operación o esta detenido.	Este es el sonido del refrigerante causado por el flujo detenido, el sonido se debe al drenaje de la bomba en operación.
	Un sonido como "CRACK" suena cuando esta detenido.	Esto es causado por un panel que se expande y contrae por el cambio de temperatura.
Hay polvo en la unidad	Iniciación de la unidad después de un largo período sin funcionamiento.	Es el polvo absorbido cuando la unidad esta empujando el aire.
Fuertes corrientes de viento golpean la unidad	Impiden un buen funcionamiento	las tormentas de vientos afectan directamente a las unidades del exterior.

Tabla 13 Problemas y causas

Fuente: <https://www.anwo.cl>

3.5.4.3 Precauciones

- Evite que esté al alcance de niños más pequeños.
- Evite que la unidad le llegue el sol directamente.
- Instale la unidad de aire acondicionado lejos de tv o radios.
- Evite que la unidad este cerca de gas inflamable.
- Evite instalar la unidad lejos del área de salida, se recomienda que sea por personal autorizado.
- No lo instale en lavanderías.
- El aire acondicionado deberá estar firmemente instalado, se recomienda unas 3-4 verificaciones totales de la unidad de aire por año.

3.5.4.4 Cuidado y mantenimiento

Por favor, tenga siempre en cuenta cortar la fuente de alimentación después de utilizar la unidad de aire acondicionado.

- Cortar el suministro de energía antes de la limpieza de la unidad.
- No tire agua directamente a la unidad de suministro de energía.

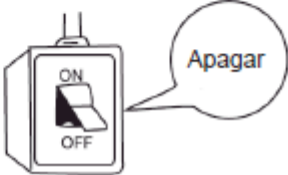
Antes de la puesta en marcha el aire acondicionado después de una larga temporada de desuso	
1. Asegúrese de que no hayan obstrucciones en la entrada de aire en ambas unidades. 2. Asegúrese de que el cable de tierra este conectado y que no está dañado. 3. Verifique que el filtro aire haya sido limpiado conectado y que no está dañado. 4. Encienda el Switch de alimentación por mas de 3 horas antes de iniciar la unidad de aire acondicionado.	
Limpieza Después de haber utilizado la unidad de aire por mucho tiempo	
3. Apague el Switch de alimentación. 3. Limpie el filtro de aire y el cuerpo de la unidad. 3. Limpie la unidad de aire acondicionado y déjela libre de todo polvo. 3. Si hay algún óxido en la unidad exterior, esta deberá cubrirse por encima para prevenir la propagación de partículas.	

Tabla 14 Cuidados antes puesta en marcha

Fuente: <https://www.anwo.cl>

3.5.5 Equipo compacto

3.5.5.1 Mantenimiento recomendado por el fabricante

El usuario debe ocuparse de realizar algunas tareas de mantenimiento y actualización, como por ejemplo cambiar el filtro de polvo de un solo uso, limpiar la carcasa, limpiar el condensador y cambiar la correa, así como realizar una serie de test en el equipo.

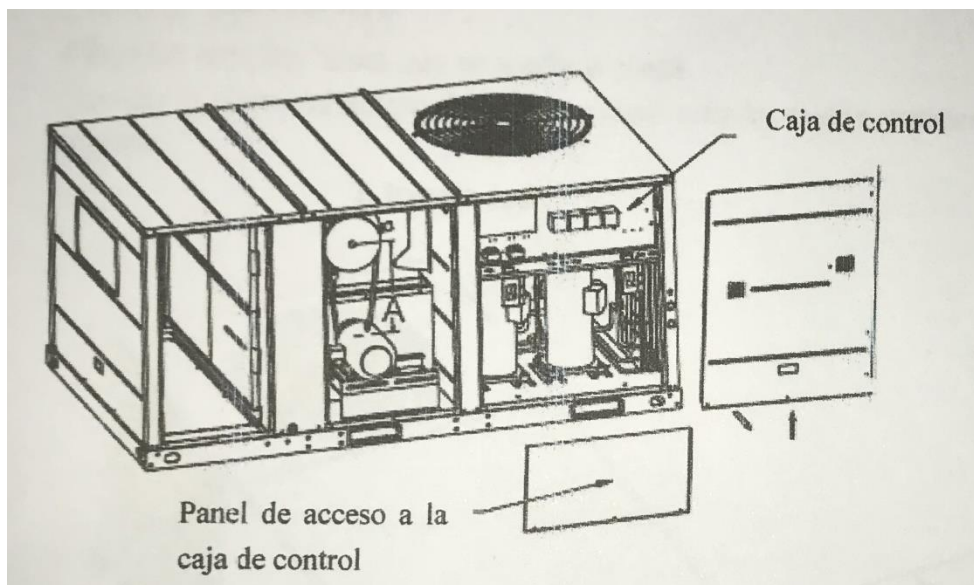


Figura 47 Acceso caja de control equipo compacto

Fuente: manual daitsu

Debe colocarse al menos una capa de 1m resistente a las llamas al final de la superficie interna del conducto de aire.

Para regular la tensión de la correa del ventilador interno. Si el tornillo fijo se ajusta el motor se ha aflojado, la tensión de la correa empezara a cambiar.

Método para tensar la correa usando el indicador de tensión de la correa.

- Calcule deflexión en mm sobre una base de 16mm por metro de la distancia central
- Distancia central (m) x 16=deflexión (mm).

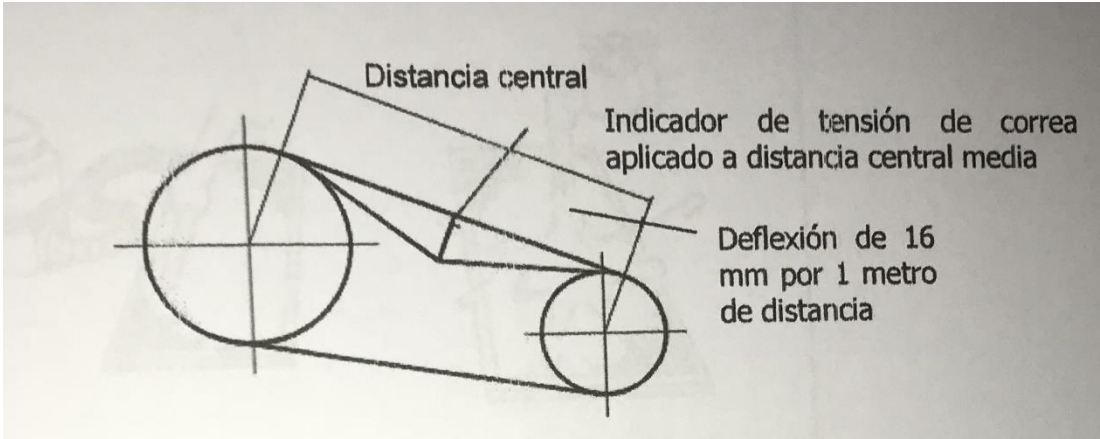


Figura 48 Indicador de tensión de correa

Fuente: manual daitsu

Sección de la correa	Requerimiento de deflexión de la correa, 16 mm por metro de distancia		
	Diámetro de polea pequeña (mm)	Newton (N)	Kilogramo-fuerza (kgf)
SPA	80 a 132	25 a 35	2,5 a 3,6
SPB	140 a 224	45 a 65	4,6 a 6,6

Tabla 15 Requerimientos para selección de correa

Fuente: manual de instalación daitsu

Nota: si la correa está demasiado ajustada o demasiado suelta, puede producirse ruido y dañarse la unidad.

- Retire el filtro de aire.
- Afloje los tornillos hasta que se suelte la placa.
- Cuando la placa deflectora del filtro se haya soltado, puede extraerse el filtro junto a la ranura de soporte.

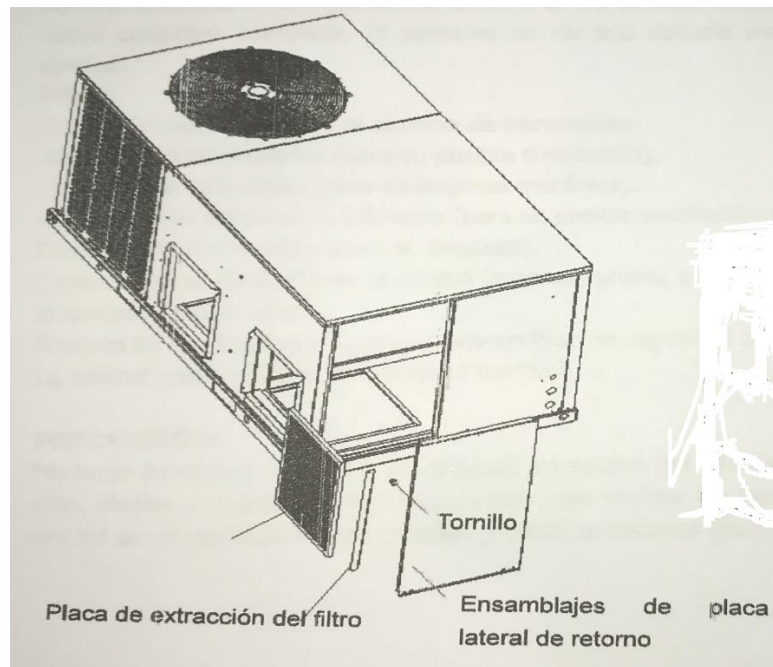


Figura 49 Extracción de filtros

Fuente: manual daitsu

- Limpie el filtro de aire (puede utilizarse una aspiradora o agua pura. Si hay mucho polvo acumulado, utilice un cepillo y un producto suave para limpiarlo y séquelo en un lugar fresco).

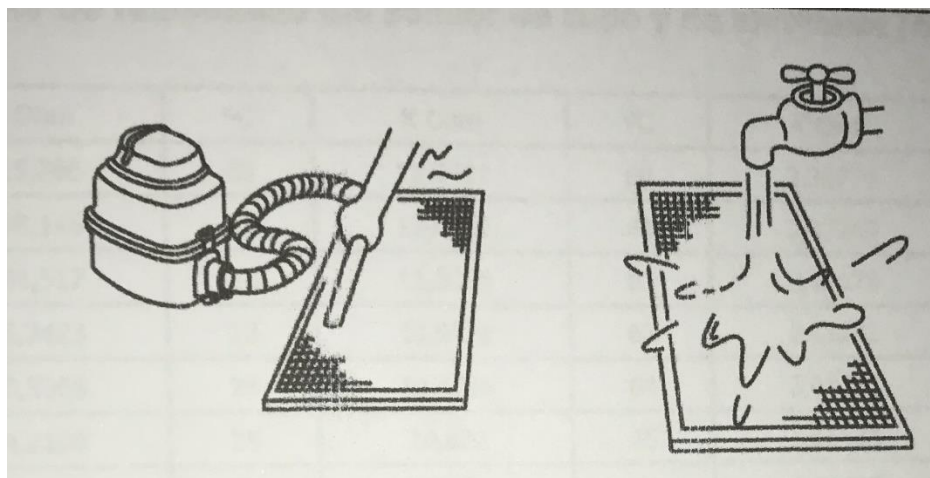


Figura 50 Limpieza filtros

Fuente: manual daitsu

- Si se utiliza una aspiradora, el lado de entrada de aire debe estar arriba.
- Si se utiliza agua, al lado de entrada de aire debe estar abajo.

No saque el filtro de aire con la luz directa al sol ni con calor.

- Vuelva a instalar el filtro de aire

3.5.5.2 Serpentín del condensador

El aire sin filtrar que circula a través del serpentín del condensador de la unidad puede hacer que la superficie del serpentín se atasque con polvo, suciedad, etc. Para limpiar el serpentín, hágalo verticalmente, (en dirección a las aletas), y limpie la superficie de este, con un cepillo de cerdas suaves. Asegúrese de que no haya vegetación en el área del serpentín del condensador.

Nota importante: El mantenimiento debe llevarlo a cabo el personal de servicio.

Para que la unidad funcione de forma segura y eficiente, el fabricante recomienda que el personal de servicio autorizado verifique todo el sistema al menos una vez al año y en cualquier otra ocasión que usted considere necesaria. El personal de servicio debería examinar las siguientes áreas de la unidad:

- Filtros
- Componentes del motor y el sistema de transmisión.
- Juntas de economizador (para su posible sustitución).
- Controles de seguridad (para su limpieza mecánica).
- Componentes eléctricos y cableados (para su posible sustitución y reapriete de conexiones).
- Drenaje del condensado (para su limpieza).
- Conexiones del conducto de la unidad (para comprobar que estén en buen estado físico y selladas a la carcasa de la unidad)
- Soporte de montaje de la unidad (para verificar la seguridad integral).
- La unidad (para verificar un posible deterioro)

No haga funcionar la unidad sin el panel de acceso del ventilador del evaporador colocado en su sitio. Vuelva a instalar el panel de acceso tras realizar las tareas de mantenimiento. Si utiliza la unidad sin el panel de acceso pueden producirse lesiones graves e incluso mortales.

3.5.6 Estanques

Especificaciones técnicas acumulador agua caliente sanitaria 500 litros

- Depósitos acumuladores de agua para uso industrial
- Fabricados según norma ASME BOILER
- Material, acero inoxidable calidad 304.
- Aislación, poliuretano inyectado con 25 mm, de espesor y forro metálico pre-pintado sujeto con remaches pop.
- Base de apoyo al piso, dependiendo la disposición vertical u horizontal.
- Fabricado según protocolo assler el cual este certificado por el organismo autorizado por la S.E.C.

3.5.6.1 Dimensiones tipo para un acumulador horizontal y vertical

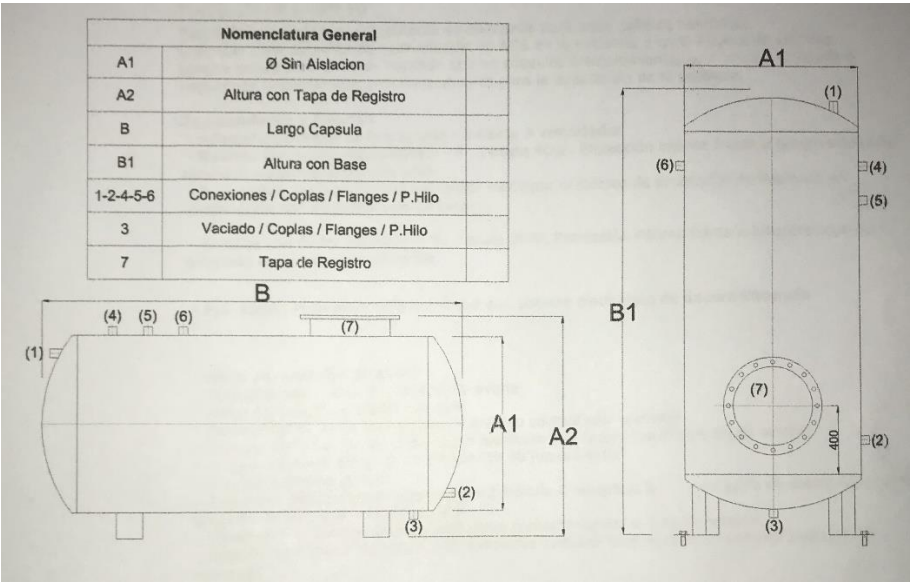


Figura 51 Dimensiones acumulador

Fuente: manual daitsu

3.5.6.2 Mantenimiento estanques y bombas recirculadoras

Mantenimiento de instalaciones en la que se recoge las operaciones de mantenimiento aconsejadas, así como su periodicidad.

Operación

- Revisión del vaso de expansión
- Revisión de los sistemas de tratamiento de agua
- Comprobación de niveles de agua en circuitos
- Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías
- Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación
- Comprobación de tarado de elementos de seguridad
- Revisión y limpieza de filtros de agua
- Revisión de baterías de intercambio térmico
- Revisión de bombas y ventiladores
- Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria
- Revisión del estado del aislamiento térmico
- Revisión del sistema de control automático
- Instalación de energía solar térmica

Cuando la instalación de ACS cuenta con un sistema de captación solar térmica, observará además otras operaciones de mantenimiento mínimas obligatorias

3.5.6.3 Plan de vigilancia

Elemento	Operación	Meses	Descripción
Circuito Secundario	Termómetro	Diaria	IV: Temperatura
	Tuberías	6	IV: Ausencia de humedad y fugas
	Aislamiento		
	Acumulación solar	3	Limpieza de lodos de la parte inferior
(IV): Inspección visual			

Tabla 16 Plan de vigilancia

Fuente: guía técnica agua caliente sanitaria

3.5.6.4 Mantenimiento preventivo sistema de acumulación

Elemento	Meses	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en el fondo
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobación ausencia humedades

Tabla 17 plan de mantenimiento

Fuente: guía técnica agua caliente sanitaria

Elemento	Meses	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF: Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF: Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
(CF): Control de funcionamiento		

Tabla 18 Mantenimiento preventivo intercambiador

Fuente: guía técnica agua caliente sanitaria

3.5.6.5 Mantenimiento preventivo sistema eléctrico y de control

Elemento	Meses	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar cierre correcto y ausencia de entrada de polvo
Control diferencial	12	CF: Actuación
Termostato	12	CF: Actuación
Sistema de medida	12	CF: Actuación
(CF): Control de funcionamiento		

Tabla 19 Mantenimiento preventivo sistema eléctrico y de control

Fuente: guía técnica agua caliente sanitaria

3.5.7 Bomba recirculadora (wilo)

3.5.7.1 TOP-Z 25/10

Esta bomba circuladora únicamente es adecuada para agua caliente sanitaria.

Utilizable para sistemas de recirculación de ACS en la industria y en la técnica de edificios.

Bomba circuladora de rotor húmedo que no requiere mantenimiento, con conexiones roscadas embridada y velocidades preseleccionarles para la adaptación de la potencia.

3.5.7.2 Equipamiento y función

- Adaptación manual de la potencia mediante 3 velocidades
- Bombas con motor monofásico: protección interna frente a temperaturas del bobinado excesivamente elevadas.
- Protección total del motor con sistemas electrónico de disparo integrado
- Piloto de indicación de avería
- Contacto para indicación general de avería
- Funciones adicionales mediante protector module c indicación de avería SSM como contacto de apertura libre tensión
- Detección de bloqueo

- Confirmación de avería
- Protector total del motor con disparo integrado

Datos de funcionamiento	
Fluido	Agua 100%
Caudal	3,00 m3/h
Altura de impulsión	5,00 m
Temperatura del fluido	20°C
Temperatura min del fluido	0°C
Temperatura max del fluido	80°C
Presión máxima de trabajo	10 Bar

Información de pedido	
Peso aproximado	6,7 kg
Marca	Wilo
Tipo	TOP-Z 25/10

Tabla 20 Datos de funcionamiento

Fuente: ficha técnica wilo

3.5.7.3 Bomba recirculadora de equipo termodinámico y Estanque de inercia

Datos funcionamiento	
Fluido	Agua 100%
Caudal	3,00 m3/h
Altura de impulsión	4,00 m
Temperatura del fluido	20°C
Temperatura min del fluido	-20°C
Temperatura max del fluido	130°C
Presión máxima de trabajo	10 bar
Altura de entrada mínima a 50°C/95°C/110°C	0,5 m/5 m /11 m

Información de pedido	
Peso aproximado	4,6 kg
Marca	Wilo
Tipo	TOP-IPL 30/6,5

Tabla 21 Datos de funcionamiento equipo termodinámico

Fuente: ficha técnica wilo

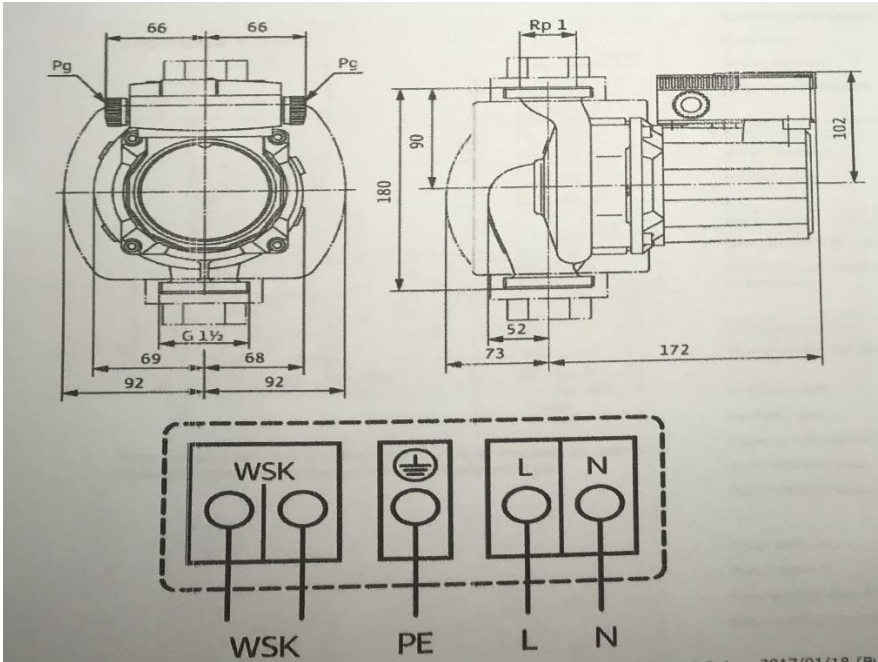


Figura 52 Medidas extractor campana cocina

Fuente: ficha técnica wilo

3.5.8 Manómetro lleno de glicerina

3.5.8.1 Modelo 251v y 255v



Figura 53 manómetros

Fuente: <https://instrumentacionrg.com>

3.5.8.2 Aplicaciones

Manómetro lleno de glicerina con caja de acero inoxidable diseñado para ser instalado en ambientes donde existan agentes corrosivos, gran cantidad de polvo, vibración

excesiva o la presión de la línea tenga severa pulsación o golpes de ariete causados por cambios bruscos de presión en fluidos corrosivos que no ataquen al bronce, como bombas, prensas, plantas cementeras, etc.

Características generales	
Exactitud	+/- 2% del total de la escala
Elemento	Tubo bourdon de bronce
Conexión	Bronce 1/4" N.P.T o posterior
Mecanismo	Bronce
Caja y bisel	Acero inoxidable
Ventana	Acrílico
Caratula	Aluminio fondo blanco, números negros/rojo
Aguja	Aluminio esmaltado negro
Tamaños	ø 63 mm (2 1/2")
Rangos	Doble escala

Tabla 22 Características generales termómetro

Fuente: catalogo Dewit

3.5.9 Termómetro bimetalico modelo 48

3.5.9.1 Descripción

El termómetro bimetalico modelo 48 ha sido especialmente desarrollado para su utilización en la ingeniería de climatización y refrigeración para medir la temperatura en conductos de aire.

La brida flexible y ajustable permite la adaptación del termómetro a todos los espesores de aislamiento de pared de tuberías habituales.

3.5.9.2 Características

- Clase de exactitud 2
- Diámetro nominal 63,80,100 y 160
- Rangos de indicación desde -30 a +50°C hasta +120°C.



Figura 54 termómetro bimetálico

Fuente: <https://www.wika.co>

Clase de exactitud	Clase 2 según en 13190
Caja	Aluminio
Esfera	Aluminio, blanco. Subdivisión negro
Aguja	Aluminio, negro
mirilla	Cristal acrílico
Ajuste del indicador	En el extremo del bulbo

Tabla 23 Datos de termómetro

Fuente: Manual fabricante

5.5.10 Thermboil 500E



Figura 55 Estanque de agua caliente sanitaria

Fuente: catálogo energy panel

3.5.10.1 Descripción del equipo

Un fluido refrigerante a baja temperatura (que puede ser inferior a 0°C), circula por el interior del panel termodinámico. Dicho fluido capta la radiación solar incidente en el panel, así como la energía ambiental. El condensador de ciclo termodinámico cede este calor al agua para calentarla. El fluido frigorífico ecológico R134-A o R407C, que entra en el panel a una temperatura negativa, recorre el circuito cerrado situado en el interior del mismo. La diferencia de temperatura provocada por agentes externos como el sol, la lluvia o el viento garantiza que el fluido se gasifique.

El compresor aspira este gas caliente y lo comprime, elevando su temperatura y transmitiéndola al circuito de agua mediante un intercambiador de calor, pudiendo obtener agua caliente sanitaria hasta 65°C. A alta presión y después de haber cedido gran parte de su calor al condensador, el fluido refrigerante llega a la válvula de expansión de nuevo en fase líquida. Aquí sufre una reducción de presión lo que hace que el fluido esté en condiciones de entrar de nuevo en los paneles. La válvula regula la salida de dicho líquido en función de su temperatura. Así, el refrigerante será enviado de nuevo, en forma de micro gotas, a través de las tuberías de cobre deshidratado hasta los paneles donde se vuelve a comprimir, repitiéndose el ciclo hasta alcanzar la temperatura deseada.

3.5.10.2 Características técnicas

Thermboil 500 E	
Capacidad térmica media (solo termodinámica) (W)	3000
Rango potencia consumida media (termodinámica) (W)	700-1200
Potencia consumida máxima (termodinámica + resistencia) (W)	4200
Intensidad máxima consumida (A)	22
Tensión/frecuencia	230V/l ph/50Hz
Rango de temperatura ambiente (°C)	5-45
Rango COP	2-5
Fluido refrigerante	R134a
Volumen de acumulador (litros)	500
Rango de temperatura ACS con termodinámica (°C)	40-55
Dimensiones (alto x ancho x profundo) (mm)	2030 x 710 x 765
Presión máxima de trabajo (bar)	6

Conexiones entrada agua fría/ salida de agua caliente (")	1"-1"
Conexión boca de mano	3"
Tipo de aislamiento (kg/m3)	PUR 40
Peso panel termodinámico (kg)	6,2
Dimensiones del panel termodinámico	1700 x 800 x 25 mm
Dimensiones embalaje (alto x ancho x profundo)	1700 x 650x 680
Clase de protección	IP 20
Peso aprox. Del equipo en vacío (kg)	180
Conexiones panel termodinámico entrada/salida (roscar SAE) (")	1/4"- 3/8"
Conexiones thermboil (roscar SAE) (")	1"

Tabla 24 Características generales equipo energy panel

Fuente: manual de usuario energy panel

3.5.10.3 Mantenimiento, reparación y limpieza

Siga cuidadosamente las advertencias generales y las normas de seguridad enumeradas al inicio del texto, ateniéndose obligatoriamente a todo lo indicado.

Todas las intervenciones y las operaciones de mantenimiento deben ser efectuadas por personal especializado (en posesión de los requisitos solicitados por las normas vigentes en la materia) autorizado por energy panel.

Antes de solicitar la intervención del servicio técnico por una posible avería, compruebe que al fallo del funcionamiento no dependa de otras causas como, por ejemplo, la falta temporal de agua de energía eléctrica.

- El emplazamiento de la unidad debe de estar seco, limpio y bien ventilada.
- Normalmente, no es necesario limpiar los paneles solares termodinámicos, dado su poder auto limpiante con la lluvia. Cuando este muy sucio (polvo, hojas o excrementos de pájaros), se puede limpiar con agua y detergente no abrasivo. Esta operación ni deberá realizarse cuando la insolación sea fuerte.

- Se deberá realizar una revisión, anual obligatoria. Por parte de instaladores autorizados, comprobando:
 - El correcto funcionamiento de la instalación, del regulador y los dispositivos de seguridad.
 - El estado de los componentes de la instalación expuestos a la intemperie (fijaciones, panel,)
 - El estado de la resistencia eléctrica, y cambiar este si procede.
- Además de la revisión anual obligatoria, se recomienda una inspección visual de la instalación cada 6 meses y en todo caso, siempre que se produzca alguna anomalía en el funcionamiento de la instalación.
- Es indispensable vaciar el aparato si debe permanecer inutilizado durante un tiempo prolongado cuando sea necesario proceda al vaciado del aparato tal y como indica:
 - Desconecte el aparato de la red eléctrica.
 - Cierre el grifo central de la instalación doméstica.
 - Abra el grifo de agua caliente (lavado o bañera);

3.5.10.4 Mantenimiento periódico

Para obtener un óptimo rendimiento del aparato se aconseja proceder a la sustitución de la resistencia cada dos años.

3.5.10.5 Dispositivo de sobrepresión

- Evite colocar debajo del termo cualquier objeto y/o aparato que pueda ser dañado por una posible pérdida de agua.
- En el caso de un prolongado periodo de inactividad del aparato es necesario;
 - Desconectar el aparato de la alimentación eléctrica.
 - Cerrar grifos del circuito hidráulico.
- Si el agua caliente que sale de los grifos de uso está a una temperatura superior a los 50°C, puede causar inmediatamente quemaduras graves. Niños, discapacitados y ancianos están expuestos con mayor facilidad al riesgo de quemaduras.

Está prohibido que el usuario realice mantenimiento ordinario y extraordinario del aparato.

Si se sustituye el cable de alimentación eléctrica, llame a personal especializado.

El dispositivo contra sobrepresiones se debe hacer funcionar regularmente para verificar que no esté bloqueado y eliminar los dispositivos de caliza

3.5.10.6 Diagnostico y resolución de anomalías

Problemas	Causas		Soluciones
La pantalla no muestra la información	Ausencia de suministros		Revisar la fuente de alimentación eléctrica
			Revisar el interruptor paro marcha del equipo
	Presostato de alta		Revisar la carga en R134a
			Revisar el buen funcionamiento de los presostatos
	Error en la pantalla		Revisar el funcionamiento de la pantalla
El equipo arranca y se detiene, y la pantalla se apaga	Presostato De alta	Presostato	Revisar el buen funcionamiento del presostato
		Carga incorrecta de gas	Revisar la carga de R134a
		No hay agua en el deposito	Revisar la apertura de las llaves/válvulas
		Obstrucción en el filtro deshidratador	Sustituir filtro deshidratador y limpieza del circuito de la placa termodinámica (modelo E/E+l/E+Lht)
		Gases no considerables en el circuito frigorífico	Realizar vacío al circuito frigorífico
La pantalla muestra el error E1	Sonda de temperatura		Revisar la conexión de la sonda de temperatura
			Revisar la continuidad eléctrica de la sonda haciendo uso de un polímetro

La pantalla muestra el error AE	Presostato De baja	Cargas erróneas de gas	Revisar la carga de R134a
		Obstrucción parcial circuito	Realizar limpieza y revisión en el circuito
El agua esta fría y el compresor no funciona	Fuga de agua		Controlar la estanqueidad del circuito hidráulico
	Carga incorrecta de gas		Revisar la carga R134a
	Ajuste de la temperatura del agua		Revisar el ajuste de la temperatura en la pantalla
	Compresor		Revisar que las presiones son correctas con los manómetros
El compresor hace ciclos cortos	Fuga de gas		Revisar la ausencia de fugas en el circuito frigorífico, y la carga De gas midiendo la presión
	Gases no condensables en el circuito frigorífico		Realizar vacío de circuito frigorífico
	Tensión de alimentación		Revisar la tensión de la fuente De alimentación eléctrica
El agua se sale del deposito	Fuga de agua		Revisar estanqueidad de las uniones del circuito hidráulico
	Condensadores		Revisar que el agua se evacua bien por la tubería de condensadores (modelo l/E+l/FX/E+l HT) o revisar bandeja de condensados

Tabla 25 Diagnostico de anomalías

Fuente: Manuel energy panel

3.5.10.7 Prevención de siniestros

Causas del siniestro	Consecuencias
Olvidar válvula de seguridad en la instalación	Acumulador agujereado y fugas en las conexiones hidráulicas
Abrir la válvula para dejar circular el gas sin realizar la prueba de estanqueidad	La máquina deja de funcionar en pocas horas
Arrancar la maquina sin haber introducido agua en el interior del acumulador	Riesgo de deteriorar el circuito frigorífico
Distancia excesiva de tubería entre el bloque termodinámico y los paneles	Recalentamiento del compresor, disminuyendo su vida útil
Posicionamiento del panel al revés	El equipo de rotura de los paneles o incluso de caída de estos con mucho viento
Instalar el equipo colgado en un muro sin correcta sujeción	Caída del quipo
Mala fijación de los paneles en los tejados	Riesgo de rotura de los paneles o incluso de caída de estos con mucho viento
Ausencia de empalme dieléctrico	Riesgo de corrosión de los paneles de las conexiones de agua fría o caliente, incluso degradación del acumulador
Anclado de las conexiones de salida y ausencia de manguitos anti vibratorios	Pérdida gradual de refrigerante, malfuncionamiento y parada de la maquina

Tabla 26 Prevención de siniestro

Fuente: Manuel energy panel

3.5.10.8 Mantenimiento según norma ASHRAE.

- Compruebe si hay acumulación de partículas en los filtros. Limpie o reemplace, si la acumulación resulta en baja de presión o flujo de aire fuera de los límites de operación establecidos. Mantenimiento Mensual.
- Compruebe el ajuste del filtro de aire y la integridad del sellado de la vivienda. Corrija según sea necesario. Cambio de filtro anual. Mantenimiento Anual.
- Revisa el sistema de control y dispositivos para evidenciar operación incorrecta. Limpiar, lubricar, reparar, ajustar o reemplazar componentes según sea necesario para asegurar la operación correcta. Mantenimiento Semestral.
- Revisa Sifón. Limpie si es necesario. Mantenimiento Semestral.
- Compruebe el correcto funcionamiento de la refrigeración, de la bobina de calentamiento por daños o alguna evidencia de fugas. Limpiar, restaurar, o reemplazar según sea necesario. Mantenimiento Semestral.
- Revise las aspas del ventilador y caja del ventilador. Limpie, repare o reemplace según sea necesario para garantizar una buena operación. Mantenimiento Anual
- Compruebe la temperatura del sistema de refrigerante. Si esta fuera de los niveles recomendados, encontrar la causa, reparar y ajustar la carga de refrigerante para lograr niveles de funcionamiento óptimas. Mantenimiento Anual.
- Compruebe la integridad de todos los paneles en el equipo. Reemplace los sujetadores (pernos, tornillos etc.) según sea necesario para garantizar una integridad adecuada. Mantenimiento Anual.
- Evaluar si lubricar área de cojinetes (rodamientos), lubricar si es necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe el flujo de fluido adecuado. Limpie, ajuste y reparare, según sea necesario para restaurar el flujo adecuado. Mantenimiento Anual.
- Compruebe bandeja de drenaje, tubería de drenaje y la bobina para el crecimiento biológico. Limpie según sea necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe aletas de la bobina. Reemplace la bobina de ser necesario, para volver a un funcionamiento adecuado. Mantenimiento Anual.
- Inspeccione visualmente las áreas de acumulación de humedad para el crecimiento biológico. Si está presente, limpiar o desinfectar según sea necesario. Mantenimiento Anual.
- Compruebe la bomba de condensado. Limpie o reemplace. Mantenimiento Anual.

3.5.10.9 Mantenimiento según fabricante

Limpieza de los filtros (Recomendado una vez cada tres meses)

el fabricante recomienda que el personal de servicio autorizado verifique todo el sistema al menos una vez al año

- Filtros
- Componentes del motor y el sistema de transmisión.
- Juntas de economizador (para su posible sustitución).
- Controles de seguridad (para su limpieza mecánica).
- Componentes eléctricos y cableado (para su posible sustitución y reapriete de conexiones).
- Drenaje del condensado (para su limpieza).
- Conexiones del conducto de la unidad (para comprobar que estén en buen estado físico y selladas a la carcasa de la unidad)
- Soporte de montaje de la unidad (para verificar la seguridad integral).
- La unidad (para verificar un posible deterioro)

3.5.10.10 Mantenimiento a estanques

Periodicidad		Actividad
Mensual	1	Chequeo de funcionalidad
	2	Inspección visual exterior, registro de datos de temperatura y seteo
	3	Registro de parámetros eléctricos consumo, protección, tensión y corriente nominal
	4	limpieza
Anual	1	Desarme y limpieza de serpentín
	2	Recambio de empaquetaduras y pernos si es necesario

3.5.10.11 Mantenimiento bombas recirculadoras

Prioridad		Actividad
Mensual	1	Chequeo de funcionalidad
	2	Inspección visual exterior, registro de datos de temperatura y seteo
	3	Registro de parámetros eléctricos consumo, protección, tensión y corriente nominal
	4	limpieza
Anual	1	Desarme y limpieza de serpentín
	2	Recambio de empaquetaduras y pernos si es necesario

Además de la revisión anual obligatoria, se recomienda una inspección visual de la instalación cada 6 meses

3.6 MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Para obtener un óptimo rendimiento del aparato se aconseja proceder a la sustitución de la resistencia cada dos años.

Según los la información recopilada por catálogo y la normativa utilizada, se crea la siguiente tabla de mantención.

EQUIPO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRUAL	ANUAL
S&P			1	2
Nicotra		3		
Split muro		3		
Split cassette				
Compacto		1		3, 4, 5, 7
Estanque		1, 3, 5		6, 7
Bomba recirculadora		1, 3, 5		6, 7
Energy panel			1	7
Rejilla ventilación	3			

DESIGNACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
1	Inspección visual
2	Análisis de vibraciones
3	Limpieza
4	Sustituir pieza
5	Registro de datos
6	Sustituir empaquetaduras
7	Control de funcionamiento

Tabla 27 Tabla de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia según catálogos y norma ASHRAE

CAPITULO 4: EVALUACIÓN DE COSTOS

4.1 EVALUACIÓN DE COSTOS

Los costos del programa de mantenimiento preventivo se estiman en base a los valores cobrados en la actualidad, por las empresas especializadas en mantenimiento de equipos de climatización, refrescamiento y agua caliente sanitaria.

Se calculan los costos por el concepto de inspección y rutina de mantenimiento preventivo a cada equipo de climatización, refrescamiento y agua caliente sanitaria del recinto hospitalario.

4.1.1 Presupuesto de mantenimiento.

Actividad de mantenimiento por equipo y costos respectivos

4.1.1.1 Equipo split

- Lectura y registro de presiones de trabajo de succión y descarga.
- Lectura y registro del consumo eléctrico del compresor.
- Lectura y registro del consumo eléctrico de motor ventilador condensador.
- Lectura y registro del consumo eléctrico de motor ventilador evaporador.
- Hidrolavado de serpentines del condensador y evaporadores.
- Lavado de filtro de aire y lavado general del equipo.
- Lubricación cuando corresponda de los motores del condensador y evaporador.
- Verificación del estado y fijación de turbina del evaporador.
- Verificación y chequeo de bomba de condensado
- Reapriete de dispositivos de eléctricos (contactos, automáticos, guarda motores, regletas, etc.).
- Lectura y registro de temperatura de inyección de aire.
- Limpieza de difusores de inyección y retorno de aire.
- Limpieza de bandeja de agua de condensado.

Costo de labores de mantenimiento unitario:

- Split cassette: \$ 65.000
- Split Muro: \$ 50.000

4.1.1.2 Ventiladores

- Limpieza exterior.
- Limpieza rejilla antipájaro.
- Medición de amperaje motor.
- Chequeo sistema eléctrico y correas.
- Verificación tensión y alineamiento de correas y poleas.
- Chequeo de ruidos y vibraciones en rodamientos.
- Chequeo de contactores de fuerza y condensador de partida.
- Verificación de uniones flexibles y ductería

Costo de labores de mantenimiento unitario: \$ 45.000

4.1.1.3 Estanques y bombas recirculadoras

- Chequeo de funcionalidad
- Inspección visual exterior, registro de datos de temperatura y seteo
- Registro de parámetros eléctricos consumo, protección, tensión y corriente nominal
- Limpieza
- Recambio de empaquetaduras y pernos si es necesario

Costo labores de mantenimiento unitario: \$312.000

4.1.1.4 Equipos energy panel

- Limpieza de paneles
- El correcto funcionamiento de la instalación, del regulador y los dispositivos de seguridad.
- Revisión del estado de los componentes de la instalación expuestos a la intemperie (fijaciones, panel,)
- El estado de la resistencia eléctrica, y cambiar este si procede.
- Inspección visual.

Costo de mantenimiento unitario: \$115.000

4.1.1.5 Equipos compactos

- Inspección visual
- limpieza
- Sustituir piezas
- Registros de datos
- Recambio de empaquetaduras
- Control de funcionamiento
- cambiar la correa
- Filtros
- Componentes del motor y el sistema de transmisión.
- Juntas de economizador (para su posible sustitución).
- Controles de seguridad (para su limpieza mecánica).
- Componentes eléctricos y cableados (para su posible sustitución y reapriete de conexiones).
- Drenaje del condensado (para su limpieza).
- Conexiones del conducto de la unidad (para comprobar que estén en buen estado físico y selladas a la carcasa de la unidad)
- Soporte de montaje de la unidad (para verificar la seguridad integral).
- La unidad (para verificar un posible deterioro).

Costo de mantenimiento unitario: \$65.000

A continuación se muestra tabla resumen de los costos de mantención unitarios y el total por la cantidad de equipos y mantenciones anuales, dando como resultado final el costo total de mantención anual.

EQUIPO	COSTO UNITARIO (\$)	N° DE EQUIPOS	MANTENCIONES ANUALES	VALOR (\$)
Split muro	50.000	4	12	2.400.000
Split cassette	65.000	6	12	4.680.000
Ventiladores	45.000	24	6	6.480.000
Estanque y bombas	312.000	14	1	4.368.000
E. Energy panel	115.000	9	1	1.035.000
Equipo compacto	65.000	4	12	3.120.000
E. Aerotermia	150.000	12	1	1.800.000
			TOTAL	23.883.000

Tabla 28 Tabla de costos anuales de mantención

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIÓN

Realizado el estudio al área de climatización y refrigeración del hospital se pudo ratificar la necesidad de contar con un mantenimiento preventivo a los equipos, ya que con la información recaba se pudo apreciar que la gran mayoría de los equipos requieren ya un mantenimiento, basándonos en las recomendaciones de los fabricantes y con la información entregada en el hospital sugerimos aplicar el mantenimiento RCM ya que al no contar con un historial de fallas de los equipos y con personal suficiente para realizar dichos planes se decidió sugerir dicho mantenimiento.

Se logró unificar la información entregada por los fabricantes, pudiendo así crear un inventario de los equipos.

Se realizó el estudio de normativas chilenas vigentes aplicables al recinto hospitalario, al no encontrar una que satisfaga la demanda, se recurrió a la utilización de normativa internacional. Por este motivo es que la principal normativa aplicada en la propuesta de mantenimiento es la ASHRAE. Cabe mencionar que en otros ámbitos como la calidad del aire, se utilizaron decretos supremos vigentes en el país.

Se presentó una propuesta de tag particular para el hospital de Florida, ya que el servicio de salud Concepción no cuenta con una designación especial para estos equipos.

Al implementar el mantenimiento RCM se logra aumentar considerablemente la vida útil de los equipos, ya que se podrá llevar un control de estos y se podrá realizar la mantención correspondiente según lo recomendado por el fabricante, hecho que aún no ocurre, existiendo equipos que requieren mantención cada 3 o 6 meses. Es importante acotar que los equipos están próximos a cumplir un año de funcionamiento.

Una vez finalizada la propuesta como equipo recomendamos la implementación de un software para la mantención de los equipos analizados, este software ayudaría a mantener el control necesario, con el personal o empresa contratista responsable.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Bibliografía

- Alejandro J. Pistarelli “Manual de mantenimiento ingeniería gestión y organización”
Primera edición. Buenos Aires, Editorial El autor, 2010.
- GONZÁLEZ Silva, Carlos. Manual de mantenimiento de los servicios de salud, instalaciones y bienes de equipos. 1996.
- Juan Díaz Navarro, “Técnicas de mantenimiento Industrial”, segunda edición
Málaga, Editorial Calpe Institute of Thechnology Serie Manuales 2004
- Manual de mantenimiento de instalaciones industriales. A. Baldín, L. Furlanetto, A. Roversi, F. Turco. G.G. Barcelona (1982) ISBN: 84-252-1131-X
- REY Martínez, Francisco. y VELASCO Gómez, Eloy. Bombas de calor y energía renovable en edificios. 2005.
- WHITMAN, William C.; JOHNSON, William M. Tecnología de refrigeración y aire acondicionado. Marcombo, 1999.

Links

- Maestro aerotermia Catalogo Samsung
[<https://www.samsung.com/es/business/climate/ac-dvm-amxxxjxvagheu/am100jxvagheu/>]
- Aire acondicionado <https://www.anwo.cl/aire-acondicionado/split-cassette-anwo/resultado.html?c=2158&u=5>
- Estanque de agua sanitaria <http://energypanel.net/docs/CAT-EP-ES.pdf>
- <http://hospitaldeflorida.dssc.cl/>
- Equipos compactos
<https://www.samsung.com/es/business/climate/ac-dvm-amxxxjxvagheu/am100jxvagheu/>
- Sistemas de ventilación
<http://www.solerpalau.cl/>
- Sistema de ventilación
http://www.novovent.com/sistemas-de-ventilacion_ventilacion-industrial_industrial-fan/productos/gama-industrial
- Calefacción y refrigeración
<https://wilo.com/ar/es/>
- Bombas recirculadoras
<https://www.cosmoplas.cl/categoria-producto/calefaccion-y-sanitaria/bombas-recirculadoras/>