



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL”

TRABAJO FINAL DE GRADUACION

Examen Complexivo

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Eduardo Xavier Suárez Vargas

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme salud y sabiduría en toda esta etapa de formación profesional y en este proyecto de graduación para poder culminarla con esmero.

A mi madre y a mi padre quienes me dieron la vida y facilitaron mi educación alentándome en todo momento.

A los profesores que compartieron sus conocimientos y me educaron para ser un profesional de ética y moral.

A todos mis amigos que estuvieron siempre ahí durante toda esta etapa.

A todos muchas gracias.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios que me ha colmado de bendiciones en mi camino. A mi papá que me ha dado el ejemplo de su afán por seguir aprendiendo y demostrando que un trabajo correcto entrega buenos resultados. A mi mamá por brindarme su inmenso amor y su apoyo incondicional bajo cualquier circunstancia, gracias por ser la mejor mamá del mundo. A mis hermanos Marcelito y Paul con quienes he compartido los mejores momentos de mi vida. A Nayade quien estuvo siempre a mi lado recordándome de lo que soy capaz y nunca dejar que me rindiera.

Este proyecto es para ustedes.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Hidalgo Crespo

PROFESOR ENCARGADO DEL
PROYECTO DE GRADUACIÓN

Ing. Boero

PROFESOR DELEGADO POR LA
UNIDAD ACADEMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Eduardo Suárez Vargas

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es abastecer con un diseño eficaz al sistema de climatización del edificio de parqueos del Hospital del Niño para asegurar el confort de los usuarios. El edificio contiene dos áreas administrativas y de capacitación las cuales disponen de un sistema de agua helada con varias unidades manejadoras de aire y equipos tipo fan-coils; cuatro niveles de parqueo y una planta baja en donde constan cuartos de rack. Se utilizó las normas de la “American Society of Heating, refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)” para el diseño del sistema, el cual consistió de un sistema de expansión directa con consolas de pared tipo splits en los cuartos de rack; ventiladores para la extracción de olores de baños y demás. El diseño entregado logró satisfacer los requerimientos del cliente, cumpliendo las normas antes detalladas. En comparación con otros sistemas posibles, el elegido para este proyecto alcanza una alta eficiencia en cuanto a desempeño, costo y amortización de la inversión, logrando su objetivo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	I
INDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGIA	VII
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE PLANOS	X
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	2
1. SISTEMAS HIDRÁULICOS Y UNIDADES DE AIRE	2
1.1. Sistemas hidráulicos.	2
1.2. Unidades de aire acondicionado de pared.	3
1.3. Manejo y distribución del aire.	4
1.4. Sistemas de volumen de aire variable (VAV)	4
CAPITULO 2	5
2. CRITERIOS DE DISEÑO	5
2.1. Descripción del proyecto.	5

2.2. Condiciones climáticas de Guayaquil.	7
2.3. Condiciones internas de diseño.	8
2.4. Cálculo de carga.	8
CAPITULO 3	13
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	13
3.1. Selección del sistema de climatización	13
3.2. Selección de equipos de climatización	15
3.3. Distribución de agua helada.	22
3.4. Distribución de aire.	26
3.5. Ventilación mecánica.	27
CAPITULO 4	30
4. CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	33
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
ASTM	American Society for Testing Materials
CWS	Chilled Water Systems
VAV	Variable Air Volume
VRF	Variable Refrigerant Flow
TR	Toneladas de Refrigeración
FPM	Feet Per Minute
CFM	Cubic Feet per Minute
GPM	Gallons Per Minute
RPM	Revolutions Per Minute
OA	Outdoor Air
Max.	Máximo
CH	Chiller
CVV	Caja de Volumen Variable

CP	Consola de Pared
UC	Unidad Condensadora
UMA	Unidad Manejadora de Aire
Px	Piso número
FC	Fan Coil
BP	Bomba Primaria
CAPS	Computer Aided Product Selection

SIMBOLOGIA

°F	Grados Fahrenheit
°C	Grados Celsius
psi	Unidad inglesa de presión. Lb/plg^2
lb	Libra
plg	Pulgada
m	Metro
mm	Milímetro
%	Símbolo de porcentaje
BTU	Unidad inglesa de energía
hr	Hora
Watt	Unidad internacional de potencia
KW	Kilo Watt
ft	Feet (Pie)
V	Voltios
Hz	Frecuencia en Hertz
Ø	Fase

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Diagrama de Moody.
- Figura 2. Diagrama para dimensionamiento de tuberías.

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Áreas de espacios a climatizar.
- Tabla 2. Condiciones Climáticas de Guayaquil.
- Tabla 3. Condiciones Interiores de Diseño.
- Tabla 4. Parámetros para la Renovación del Aire.
- Tabla 5. Parámetros para Determinar Cargas Internas
- Tabla 6. Características de Ventanas.
- Tabla 7. Características de Paredes Externas.
- Tabla 8. Características de la Losa.
- Tabla 9. Resumen de Resultados del Cálculo de Cargas.
- Tabla 10. Unidades enfriadoras de agua.
- Tabla 11. Cajas de volumen variable.
- Tabla 12. Unidades tipo consolas de pared.
- Tabla 13. Unidades manejadoras de aire y fan coils.
- Tabla 14. Características de bombas.
- Tabla 15. Espesores de aislamiento y recubrimiento de tubería.
- Tabla 16. Calibres de lámina galvanizada para ductos de baja presión.

Tabla 17. Análisis de extracción de aire en baños y lavanderías.

Tabla 18. Selección de ventiladores.

INDICE DE PLANOS

AC 101.	Planta Baja.
AC 102.	Planta Alta.
AC 103.	Primer Piso.
AC 104.	Segundo Piso.
AC 105.	Tercer Piso.
AC 106.	Cuarto Piso.
AC 107.	Quinto Piso.
AC 108.	Cubierta.

INTRODUCCION

El diseño del sistema de climatización del edificio de parqueos para hospital del niño en Guayaquil considero que en el país siempre se está a la expectativa de mejoras en la matriz productiva, es por esto que se busca un avance tecnológico en cuanto al uso de equipos de vanguardia y diseños de primer nivel como se realiza en países industrializados, es así que se busca en proyectos como este entregar un trabajo de primera para en un futuro buscar la industrialización del país en sistemas de climatización.

En el Capítulo 1 se describen las bases teóricas necesarias para la comprensión del proyecto en su totalidad. Estos fundamentos teóricos se complementan en el desarrollo de los demás capítulos.

En el Capítulo 2 se analizan los criterios de diseño desde la descripción del proyecto, las condiciones climáticas de la ciudad, se especifican las condiciones a las que el sistema de climatización va a llegar y se realiza el cálculo de carga del edificio completo.

En el Capítulo 3 se selecciona el sistema de climatización así como los equipos y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Se dimensiona los sistemas de distribución tanto de agua como de aire y se diseña un sistema de ventilación para extracción de baños, etc.

Por último se dedica el Capítulo 4 a las conclusiones.

CAPITULO 1

1. SISTEMAS HIDRÁULICOS Y UNIDADES DE AIRE

1.1. Sistemas hidráulicos.

Los sistemas hidráulicos de climatización generalmente transportan calor desde un espacio con agua helada que fluye a través de tubería la cual conecta un chiller con unidades terminales ubicadas en dicho espacio. Estos sistemas pueden tener un flujo por gravedad o forzado mediante el uso de una bomba. Un sistema de agua cerrado se define como un sistema que no posee más de un punto de interfaz con aire. En este proyecto se basa en un sistema cerrado de flujo forzado con recirculación. Se conoce a los sistemas de agua helada (CW) por operar con una temperatura de suministro de agua de 40 a 55°F y una presión hasta 120 psi. Las unidades terminales utilizadas en este proyecto son manejadoras de aire y fan coils. Un sistema hidráulico consta de componentes fundamentales como: la fuente que se compone por los chillers, tanque de expansión, bombas, sistema de distribución refiriéndose a la tubería y la carga es decir los espacios a climatizar. La tubería comúnmente es de hierro negro y debe ir correctamente aislada. [1]

1.2. Unidades de aire acondicionado de pared.

Las unidades de aire acondicionado son equipos simples que fueron creados para ser instalados en ventana o en pared. Las funciones principales de estos equipos son climatizar, deshumidificar, filtrar y circular el aire dentro de cuartos evitando el uso de ductos, además provee de ventilación extrayendo el aire del interior e introduciendo aire exterior. Estos poseen un termostato integrado para el control de temperatura. Las unidades están compuestas de un equipo interior conocido como Split de pared en el cual consta el evaporador y un ventilador, un equipo exterior en el cual consta el condensador, el compresor y un ventilador, se conectan entre sí por medio de tubería de cobre la cual transporta refrigerante. El ciclo de refrigeración se desarrolla de la siguiente manera, el calor extraído del cuarto evapora el refrigerante líquido que fluye por el evaporador, el vapor pasa al compresor en el cual se aumenta la presión al igual que la temperatura, este vapor caliente alta temperatura pasa por el condensador expulsando el calor al exterior retomando su estado líquido, el refrigerante líquido a alta presión pasa por una válvula de expansión la cual reduce la presión y la temperatura, por último el refrigerante entra al evaporador y se repite el ciclo. [2]

1.3. Manejo y distribución del aire.

El manejo del aire en el interior se lo realiza comúnmente mediante ductos distribuidos en el espacio entre la losa y el tumbado y con difusores y rejillas terminales unidas a los ductos por medio de mangas flexibles. Este arreglo de ductos debe entregar el aire acondicionado a cada zona de forma directa, silenciosa y económica. Una de las condiciones más críticas es el espacio que se tiene en el pleno del edificio y su diseño estructural. Existen sistemas de alta y baja presión. Para este proyecto se considera el sistema de baja presión es decir no exceder los 1.5 pulgadas de agua y se diseña utilizando el método de pérdida de carga constante para ductos de suministro, retorno y ventilación. Además para evitar la pérdida de temperatura en los ductos, estos deben ser correctamente aislados ya sea con lana de vidrio. Se utiliza plancha de acero galvanizado para la construcción de los ductos de suministro, retorno y ventilación [3].

1.4. Sistemas de volumen de aire variable (VAV)

El sistema de volumen de aire variable controla la temperatura en un cuarto variando la cantidad del aire suministrado en lugar de variar la temperatura [3].

CAPITULO 2

2. CRITERIOS DE DISEÑO

2.1. Descripción del proyecto.

Se requiere diseñar el sistema de climatización del edificio de parqueaderos del hospital del niño Francisco Ycaza Bustamante el cual se encuentra en el centro de la ciudad de Guayaquil. El edificio consta de planta baja con baños para hombres y mujeres, cuatro niveles de parqueo con un cuarto de rack en cada nivel, un cuarto nivel con dormitorios, cafetería, cocina, baños y un pasillo de recepción, un quinto nivel con área de archivos, un auditorio, salas de capacitación, laboratorios, biblioteca, baños y un cuarto de sistemas y bases de datos y la cubierta en donde se puede aprovechar el espacio para la ubicación de equipos y demás. Las áreas de cada espacio descrito se encuentran en los planos y están detalladas en la Tabla 1.

Zona / Área	Área (m ²)
PLANTA ALTA, PRIMER, SEGUNDO, TERCER, PISO	
Cuartos de rack	10,28
CUARTO PISO ALTO	
Dormitorios Mujeres 42 Literas	384,25
Baño Dormitorios Mujeres 42 Literas	135,98
Dormitorios Hombres 44 Literas	377,72
Baño Dormitorios Hombres 44 Literas	135,98
Dormitorio 1	28,86

Dormitorio 2	27,57
Dormitorio 3	27,57
Dormitorio 4	28,86
Dormitorio 5	20,48
Dormitorio 6	21,36
Salas de Estar/Descanso/TV	76,23
Lencería	35,91
Recepción/Información	275,87
Locker	6,80
Cuarto Racks	10,71
Sala de Estar/Descanso/TV	79,15
Comedor	452,77
Alacena	12,16
Utensilios	8,48
QUINTO PISO ALTO	
Archivos financiero, radiografías, lab. Clínico, historias clínicas	397,38
Auditorio	324,47
Pasillo	45,88
Cuarto de Control con Bodega	15,05
Biblioteca / Biblioteca Virtual	271,32
Laboratorio 1	37,80
Laboratorio 2	36,14
Sala de Reuniones 1	44,30
Sala de Reuniones 2	37,29
Aula 1	47,34
Aula 2	47,34
Aula 3	49,22
Aula 4	45,48
Aula 5	41,23
Aula 6	44,62
Zona de trabajo A	39,30
Zona de trabajo B	41,50
Despacho 1	10,17
Despacho 2	10,17
Despacho 3	10,17
Despacho Jefe	14,55
Sala de Estar	13,96
Recepción/Información/Pasillos	685,96
Área de Sistemas	37,77

Bodega de Sistemas	14,95
Cuarto Racks	6,65
Sistemas-Base de Datos	7,42
Locker	34,51
Despacho Jefe	13,32

Tabla 1. Áreas de espacios a climatizar.

2.2. Condiciones climáticas de Guayaquil.

Las condiciones climáticas de Guayaquil se detallan en la Tabla 2. [4]

CONDICIONES CLIMATICAS DE GUAYAQUIL	
Región	América del Sur
Ubicación	Ecuador
Ciudad	Guayaquil
Latitud	2° 19' Sur
Longitud	79°
Elevación	30 Pies
Temperatura Bulbo Seco	92°F
Temperatura Bulbo Húmedo	80°F
Temperatura Mínima	67°F
Humedad Relativa	70%

Tabla 2. Condiciones Climáticas de Guayaquil.

2.3. Condiciones internas de diseño.

Las condiciones interiores para el diseño se detallan en la Tabla 3.

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO	
Temperatura Bulbo Seco	75°F
Humedad Relativa	50%
Criterio de Ruido	35 - 45 NC
VELOCIDAD EN DUCTOS	
Ductos Principales	1200 FPM
Ductos Secundarios	900 - 1000 FPM
VELOCIDAD EN REJILLAS Y DIFUSORES	
Difusores de Suministro	500 FPM máx.
Rejillas de Retorno	400 - 500 FPM máx.
Rejillas de Extracción	400 - 500 FPM máx.

Tabla 3. Condiciones Interiores de Diseño.

2.4. Cálculo de carga.

El diseño del sistema de climatización de un edificio comienza con la comprensión de los espacios que abarca, es así que se realiza el cálculo de carga como primer requisito. Para la adecuada realización del cálculo de carga se deben tener en cuenta ciertos parámetros detallados en las tablas. [5]

PARAMETROS PARA LA RENOVACIÓN DEL AIRE				
Espacio	Presión Zona	Cambios por hora zona	Cambios por hora OA	Ventilación CFM por persona
Halls y Salas de espera	Negativa	12	2	7 a 10
Oficinas	-	6	2	7 a 10
Corredores	Negativa	2	2	7 a 10

Tabla 4. Parámetros para la Renovación del Aire.

Estos valores son tomados según espacios tipo para así poder comparar con los espacios reales en el edificio. Además se deben tomar en cuenta ciertos valores que influyen en la carga presente en cada espacio como lo son las personas, luces, etc. [5]

PARAMETROS PARA DETERMINAR CARGAS INTERNAS						
Espacio	Carga sensible Personas (Btu/hr)	Carga Latente Personas (Btu/hr)	Luces Watt/ft²	Misc Watt/ft²	Temperatura de diseño (°F/°C)	# personas (ft²/persona)
Halls y Salas de	255	255	3	1	75/24	33.3
Oficinas	255	255	3	1	75/24	150
Corredores	250	200	3	1000	75/24	33.3

Tabla 5. Parámetros para Determinar Cargas Internas

Existen cargas que se caracterizan por la incidencia de los rayos solares hacia estas según la orientación del edificio y se las denomina cargas externas y vienen dadas por las paredes, losa y ventanas. Los datos de estas cargas serán detalladas en las siguientes tablas. [5]

CARACTERÍSTICAS DE VENTANAS		
Overall U - Value	0.576	BTU/(hr-ft ² -°F)
Overall Shade Coeficent	0.811	BTU/(hr-ft ² -°F)

Tabla 6. Características de Ventanas.

CARACTERÍSTICAS DE PAREDES EXTERNAS					
Color de la superficie externa		Medio	Absortividad		0.675
Capas: de adentro hacia afuera	Espesor	Densidad	Calor esp	R-Value	Peso
	plg	lb/ft ³	BTU/lb/°F	hr-ft ³ -°F/BTU	lb/ft ²
Resistencia superficie interna	0	0	0	0.6850	0
Enlucido interno	0.5	40	0.2	0.4167	1.7
Bloque de concreto	4	61	0.2	0.7092	20.3
Enlucido externo	0.5	40	0.2	0.4167	1.7
Resistencia superficie externa	0	0	0	0.3330	0
Total	5			2,5606	23.7
		Overall U - Value		0.391	BTU/(hr-ft ² -°F)

Tabla 7. Características de Paredes Externas.

CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA					
Color de la superficie externa		Medio	Absortividad		0.675
Capas: de adentro hacia afuera	Espesor	Densidad	Calor esp	R-Value	Peso
	plg	lb/ft ³	BTU/lb/°F	hr-ft ³ -°F/BTU	lb/ft ²
Resistencia superficie interna	0	0	0	0.6850	0
Steel deck, calibre 22	0.034	489	0.12	0.0001	1.4
Armado de losa	0.375	70	0.35	0.3325	2.2
Bloque de concreto 8"	8	61	0.2	11.111	40.7
Enlucido	1	116	0.2	0.1998	9.7
Resistencia superficie externa	0	0	0	0.3330	0
Total	9.409			26.615	54
		Overall U - Value		0.376	BTU/(hr-ft ² -°F)

Tabla 8. Características de la Losa.

Una vez determinados los parámetros de las fuentes de cargas térmicas considerables, se procede a realizar el cálculo de cargas. Para esto se hizo uso de un programa especializado para este tipo de trabajos, este programa es el “Block Load” de Carrier el cual integra las normas dictadas por ASHRAE y los datos ingresados de todos los parámetros antes mencionados así como las dimensiones de los espacios a climatizar. [6]

Se decidió agrupar ciertas zonas comunes para agilizar el cálculo. Los resultados entregados por el programa se encuentran en el Apéndice 1. Se detalla el resumen de resultados en la Tabla 9.

Zona / Área	Calor Total (Btu/hr)	Toneladas Refrigeración (TR)	Flujo de Aire (CFM)
PLANTA ALTA, PRIMER, SEGUNDO, TERCER, PISO			
Cuartos de rack	24.000	2,0	
CUARTO PISO ALTO			
Dormitorios Mujeres 42 Literas	411.600	34	5.742
Baño Dormitorios Mujeres 42 Literas			700
Dormitorios Hombres 44 Literas			5.644
Baño Dormitorios Hombres 44 Literas			700
Dormitorio 1			400
Dormitorio 2			400
Dormitorio 3			400
Dormitorio 4			400
Dormitorio 5			300
Dormitorio 6			300
Salas de Estar/Descanso/TV			1.000
Lencería			143.550
Recepción/Información	4.675		
Cuarto Racks	400		

Sala de Estar/Descanso/TV			600
Comedor			
Alacena	273.760	23	10.626
Utensilios			
QUINTO PISO ALTO			
Archivos financiero, radiografías, lab. Clínico, historias clínicas	254.040	21	11.584
Auditorio			9.705
Pasillo	363.690	30	1.500
Cuarto de Control con Bodega			400
Biblioteca / Biblioteca Virtual	189.420	16	8.180
Laboratorio 1			1.140
Laboratorio 2			1.090
Sala de Reuniones 1			1.336
Sala de Reuniones 2			1.120
Aula 1			1.424
Aula 2			1.424
Aula 3			1.480
Aula 4			1.372
Aula 5	470.327	39	1.240
Aula 6			1.344
Zona de trabajo A			1.184
Zona de trabajo B			1.252
Despacho 1			305
Despacho 2			305
Despacho 3			305
Despacho Jefe			440
Sala de Estar			420
Recepción/Información/Pasillos	410.410	34	17.164
Área de Sistemas			1.000
Bodega de Sistemas			220
Cuarto Racks			700
Sistemas-Base de Datos	92.880	8	1.110
Locker			240
Despacho Jefe			430

Tabla 9. Resumen de Resultados del Cálculo de Cargas.

CAPITULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

3.1. Selección del sistema de climatización

Con los resultados obtenidos del cálculo de cargas se puede tener una primera apreciación de los equipos para diferentes sistemas a utilizar en este proyecto. Además de las cargas se debe considerar el espacio que se tiene tanto para la ubicación de equipos en exterior como en los espacios a climatizar y el espacio que se tiene entre el tumbado y la losa. Otros aspectos a considerar son la temperatura, humedad, ventilación y renovación de aire exterior.

Los tres sistemas más utilizados en el medio para climatización son:

- Sistema de expansión directa.
- Sistema VRF (Flujo de Refrigerante Variable).
- Sistema hidráulico.

El sistema de expansión directa no es recomendable en este tipo de proyectos debido a que el único espacio para colocar las unidades condensadoras es en la cubierta lo que implica largos tramos de tubería generando gran pérdida de presión en el refrigerante. Además este sistema no es apto para espacios muy amplios como están presentes en este edificio.

Los sistemas restantes cumplen con todos los aspectos detallados anteriormente excepto por la renovación de aire exterior en el sistema VRF lo cual se puede compensar con ventiladores de suministro de aire exterior. Otra desventaja que presenta este sistema es la distancia que cubre la tubería de cobre al ser muy larga se presentan grandes pérdidas de presión en el transporte de refrigerante. Otra desventaja es la cantidad de equipos terminales de aire que se tendría que utilizar debido a los numerosos espacios a climatizar.

En cuanto al sistema hidráulico cumple con todos los aspectos que son carga, temperatura, humedad, ventilación, renovación de aire exterior y espacio por lo que es sistema más adecuado y el que se utiliza en este proyecto. En cuanto a espacio, se pueden colocar los equipos en la cubierta y en cuartos especiales para ubicación de equipos de climatización dentro del edificio, además la trayectoria de la tubería de hierro pasa sin dificultad. Los equipos que se ubiquen en cubierta tendrán renovación de aire exterior directa mientras que los equipos ubicados dentro del edificio en cuartos se buscara la forma adecuada para renovar el aire exterior. [7]

3.2. Selección de equipos de climatización

Como se conoció en el capítulo 1, para un sistema hidráulico el principal elemento es el chiller o unidad enfriadora de agua el cual debe abastecer la carga calculada para todo el proyecto la cual es de aproximadamente de 217 TR, esta es la carga critica, es decir cuando el clima en la ciudad es el más desfavorable por lo que se puede elegir la enfriadora de agua considerando una carga total menor, en este caso se consideró 206.2 TR. Para este proyecto se consideró colocar dos chillers idénticos estando uno en operación y otro de respaldo por si el primero falla o hay que practicar mantenimiento el sistema tiene que seguir funcionando.

Las condiciones de entrada y salida de agua en el evaporador del chiller son, 54 y 44 °F respectivamente.

Para calcular el caudal necesario para lograr el correcto intercambio de calor se aplica las siguientes ecuaciones.

$$\dot{Q} = \dot{m} * C_p * \Delta T \quad (1)$$

$$\dot{m} = \dot{V} * \rho \quad (2)$$

Donde:

\dot{Q} = Flujo de Calor en $\frac{BTU}{hr}$

\dot{m} = Flujo de Masa en $\frac{lbm}{min}$

$$c_p = \text{Calor específico del Agua.} = 1 \frac{BTU}{lbm \cdot ^\circ F}$$

$$\Delta T = \text{Diferencia de Temperatura.} = 54 - 44 = 10 \text{ } ^\circ F$$

$$\dot{V} = \text{Caudal en } \frac{ft^3}{min} \text{ o CFM}$$

$$\rho = \text{Densidad del agua.} = 62.4 \frac{lbm}{ft^3}$$

Reemplazando (2) en (1) y despejando el caudal.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta T} = \frac{206.2 \cdot 12000}{62.4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 60} = 66 \frac{ft^3}{min} \cdot 7.48 \frac{GPM}{\frac{ft^3}{min}} = 493.7 \text{ GPM}$$

Se seleccionaron chillers de la marca Carrier por antecedentes de instalación de la empresa. Las características se muestran en la Tabla 10.

UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA			
DESIGNACION		CH-1	CH-2
CANTIDAD	Un	1	1
LOCALIZACION	-	CUBIERTA N+21.00	CUBIERTA N+21.00
PESO DE OPERACIÓN	Lbs	14.067	14.067
COMPRESOR			
POTENCIA	Kw	253,1	253,1
SERVICIO ELECTRICO	V/Hz/Ø	460/60/3	460/60/3
EVAPORADOR			
TEMPERATURA DE ENTRADA DEL AGUA	°F	54	54
TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA	°F	44	44
FLUJO	GPM	492,8	492,8
TIPO DE FLUIDO	-	Agua	Agua
CAPACIDAD	TR	206,2	206,2
SIMILAR			
MARCA SUGERIDA	-	CARRIER	CARRIER
MODELO SUGERIDO	-	30RB225	30RB225

Tabla 10. Unidades enfriadoras de agua.

Las zonas en donde se encuentra la mayor concentración de espacios habitados y de requerimientos de climatización se encuentran en el cuarto y quinto piso alto. En estos pisos se realizó el cálculo de cargas para zonas agrupadas por características comunes es decir con similares requerimientos de climatización como se observa en la Tabla 9. Para cada agrupación de zonas se ha seleccionado una manejadora de aire que cumpla con la carga requerida multiplicada por un factor de seguridad según el tipo de espacio.

En el cuarto piso las manejadoras se alojaran en cuartos especiales para equipos de climatización y serán de descarga de aire vertical para facilitar la distribución del aire. Se ubican manejadoras de aire para las zonas correspondientes a dormitorios, recepción y pasillo y la cafetería.

En el quinto piso contamos con seis agrupaciones de zonas por lo tanto tendremos seis manejadoras de aire para las cuales existen disponibles dos cuartos para equipos de climatización es decir que se hace uso de cuatro manejadoras de exterior con descarga horizontal. Las zonas corresponden a archivos, auditorio, biblioteca, laboratorios, pasillo y sistemas de datos.

En espacios como los dormitorios, archivos y los laboratorios y aulas no se necesita que las manejadoras de aire acondicionen a todas las zonas al mismo tiempo, es por esto que se le añade un variador de frecuencia a estas tres manejadoras para así poder regular el flujo de aire y de agua necesaria para abastecer a las zonas que así lo requieran, se coloca una caja de volumen

variable de aire por cada zona individual con su respectivo termostato para poder encender y regular el aire de las cajas. Se considera para este proyecto los tres tipos de cajas de volumen variable de la Tabla 11.

CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE	
NUMERO	CFM
CVV-A	100-450 CFM
CVV-B	451-800 CFM
CVV-C	801-1350 CFM

Tabla 11. Cajas de volumen variable.

Existen espacios que necesitan condiciones de acondicionamiento de aire y ventilación diferente a los espacios tipo seleccionados anteriormente, estos espacios son los cuartos de rack debido a que abarcan equipos eléctricos que generan una carga extra. Para los cuartos de rack se añadirá un equipo tipo fan coil adicional al sistema hidráulico. Hay un cuarto de rack en la zona de sistemas de datos así como cuartos de rack en los pisos inferiores en los que se añade una consola de pared de expansión directa adicional. Los detalles de estas consolas de pared se encuentran en la Tabla 12.

UNIDADES TIPO CONSOLAS DE PARED				
CANTIDAD	DESIGNACION	DESCRIPCION	CAPACIDAD (Btu/h)	POTENCIA Watts
5	CP-24 / UC-24	Equipo de Aire Acondicionado Tipo: consola de pared	24.000	2660

Tabla 12. Unidades tipo consolas de pared.

Utilizamos las ecuaciones (1) y (2) para calcular el caudal de agua necesario en cada manejadora para lograr extraer el calor mostrado en el cálculo de carga.

Se toma como ejemplo la primera manejadora que es para las zonas de dormitorios de hombres y mujeres, para la cual la carga de diseño es 496600 BTU/hr.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho * C_p * \Delta T} = \frac{496600}{62.4 * 1 * 10 * 60} = 13.2 \frac{ft^3}{min} * 7.48 \frac{GPM}{\frac{ft^3}{min}} = 98.7 \text{ GPM}$$

Las manejadoras de aire y los fan coils serán de la marca Carrier con las características mostradas en la Tabla 13.

UNIDAD	AREA QUE ACONDICIONA	CANT.	VARIADOR DE FRECUENCIA	FLUJOS DEL AIRE -CFM-			SERPENTIN ENFRIAMIENTO - TEMPERATURA DEL AGUA °F		CAPACIDAD BTU/HR	GPM
				MANDO	RETORNO	EXTERIOR	ENTRADA	SALIDA		
MANEJADORAS DE AIRE										
UMA-P4-01	DORMITORIOS HOMBRES - MUJERES	1	SI	16.020	13.620	2.400	44	54	496.600	99,00
UMA-P4-02	RECEPCION - HALL	1	NO	6.080	5.430	650	44	54	160.260	31,90
UMA-P4-03	CAFETERIA	1	NO	11.593	10.843	750	44	54	317.750	63,40
UMA-P5-01	ARCHIVOS	1	SI	11.545	11.545	0	44	54	261.710	52,20
UMA-P5-02	AUDITORIO	1	NO	11.610	9.810	1.800	44	54	367.560	73,30
UMA-P5-03	BIBLIOTECA	1	NO	8.175	8.175	0	44	54	180.130	35,90
UMA-P5-04	LABORATORIOS - AULAS	1	SI	17.187	15.847	1.340	44	54	476.300	95,00
UMA-P5-05	HALL - CORREDOR	1	NO	17.174	16.574	600	44	54	431.620	86,00
UMA-P5-06	SISTEMAS DE DATOS	1	NO	3.700	3.700	0	44	54	73.310	14,60
FAN COILS										
FC-24	CUARTOS DE RACK	2		800	800	0	44	54	16.157	3,20

Tabla 13. Unidades manejadoras de aire y fan coils.

Para lograr la adecuada recirculación y la presión del agua que deben abastecer a todos los equipos desde el chiller hasta las manejadoras de aire se acude a la utilización de bombas. Para la selección de estas bombas se necesita el caudal de salida del chiller el cual es de 492.8 gpm y asumimos un cabezal total de 120 fts. En este sistema se utilizaran tres bombas funcionando dos de ellas al mismo tiempo y una de respaldo en caso de avería o mantenimiento del resto. Las características de estas bombas se encuentran detalladas en la Tabla 14.

BOMBAS				
DESIGNACION		BP-1	BP-2	BP-3
CANTIDAD	Un	1	1	1
LOCALIZACION	-	CUBIERTA N+21.00	CUBIERTA N+21.00	CUBIERTA N+21.00
DESCRIPCION	-	PRIMARIA VARIABLE	PRIMARIA VARIABLE	PRIMARIA VARIABLE
ESTADO	-	FUNCIONANDO	FUNCIONANDO	STAND-BY
CARACTERISTICA				
CAUDAL DE AGUA	GPM	492,8	492,8	492,8
CABEZAL TOTAL	Fts.	120	120	120
MOTOR				
POTENCIA	HP	25	25	25
VELOCIDAD	RPM	3600	3600	3600
SERVICIO ELECTRICO	V/Hz/Ø	208-460/60/3	208-460/60/3	208-460/60/3
ACCESORIOS				
DIFUSOR DE SUCCION	-	SI	SI	SI
VALVULA TRIPLE DE SERVICIO	-	SI	SI	SI
VARIADOR DE FRECUENCIA	-	SI	SI	SI
SIMILAR				
MARCA SUGERIDA	-	ARMSTRONG 4300-0308-	ARMSTRONG 4300-0308-	ARMSTRONG 4300-0308-
MODELO SUGERIDO	-	025.0	025.0	025.0

Tabla 14. Características de bombas.

3.3. Distribución de agua helada.

Para la correcta distribución de agua para el sistema hidráulico se utiliza tubería de hierro negro cedula 40 sin costura, esta se conecta desde los chillers, pasando por las bombas y llegando a las diferentes manejadoras de aire y fan coils. La tubería será ranurada para diámetros mayores a 2-1/2 pulgadas y será roscada para diámetros inferiores. Así mismo se utilizaran accesorios como tees y codos ranurados y roscados según las dimensiones indicadas. Además se colocan válvulas para regulación y control según se indica en planos. La trayectoria que seguirá la tubería se muestra en los planos en el Apéndice 2 y se ubicaran en el exterior del edificio y en el interior pasaran por encima del tumbado para así no intervenir en los espacios ocupados.

Las dimensiones de la tubería se las obtienen de la Figura 2 la cual es calculado a partir de las ecuaciones de Darcy-Weisbach con los factores de fricción del diagrama de Moody para tubería de hierro negro detalladas de la siguiente manera.

Ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \left(\frac{\rho}{g}\right) * \left(\frac{V^2}{2}\right) \quad (3)$$

Donde:

ΔP = Caída de presión en $\frac{lb_f}{ft^2}$

f = Factor de fricción obtenido del diagrama de Moody.

L = Longitud de la tubería en ft.

D = Diámetro interno de la tubería en ft.

$$g = \text{Gravedad} = 32.2 \frac{\text{lbm}}{\text{lb} \cdot \text{s}^2}$$

V = Velocidad promedio en $\frac{\text{ft}}{\text{s}}$ o fps

$$\rho = \text{Densidad del agua.} = 62.4 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3}$$

En la Figura 1 se muestra el diagrama de Moody.

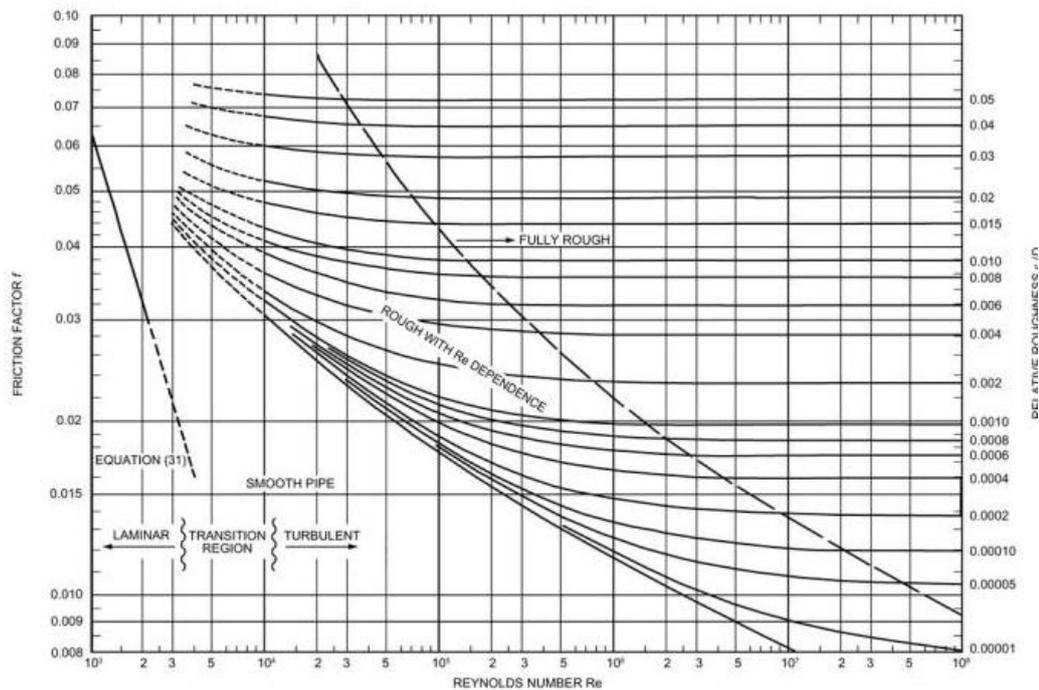


Figura 1. Diagrama de Moody.

Como resultado del uso de la ecuación (3) y la Figura 1 para hierro negro, nos entrega un diagrama en donde se toma los galones por minuto que necesita cada equipo y el cabezal de perdida recomendado es de 2.5 pies cada 100 pies. [8]

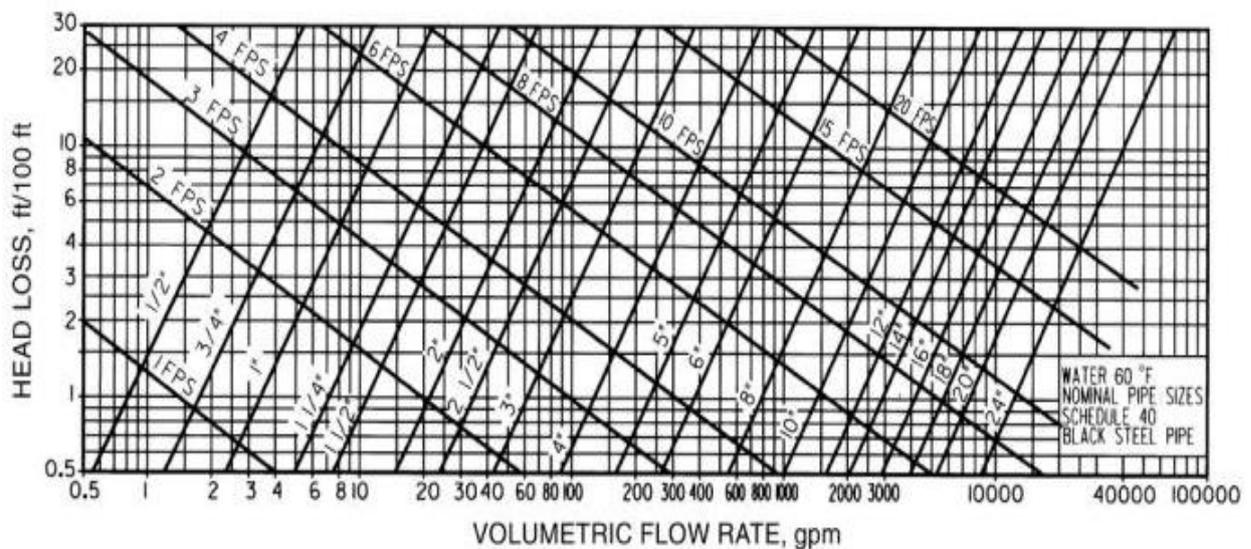


Figura 2. Diagrama para dimensionamiento de tuberías.

Como demostración se toma de ejemplo la manejadora UMA-P5-03 con un caudal de 35.90 GPM y con el cabezal de perdida asumido da como resultado una tubería de 2 plg y el agua tendrá una velocidad alrededor de 3.4 fps. Así mismo se sigue este procedimiento para el resto de equipos.

Para evitar que se disipe calor hacia las tuberías, estas deben ir correctamente aisladas. Toda la tubería y sus accesorios serán aislados con poliuretano expandido fundido y llevara como protección mecánica un recubrimiento exterior de plancha de aluminio con espesores indicados en la Tabla 15. [9]

DIÁMETRO NOMINAL (plg)	ESPESOR MINIMO DE AISLAMIENTO (plg)	ESPESOR MINIMO DE RECUBRIMIENTO (plg)
12"	3"	0.6"
10"	3"	0.6"
8"	3"	0.6"
6"	2 1/2"	0.5"
4"	2 1/2"	0.5"
3"	2 1/2"	0.5"
2 1/2"	2"	0.4"
2"	2"	0.4"
1 1/2"	2"	0.4"
1 1/4"	2"	0.4"
1"	2"	0.4"
3/4"	2"	0.4"
1/2"	2"	0.4"

Tabla 15. Espesores de aislamiento y recubrimiento de tubería.

3.4. Distribución de aire.

Para la distribución de aire en el interior del edificio se utilizan ductos contruidos con lámina de acero galvanizado de calidad ASTM 525, los espesores que deben emplearse se indican en la Tabla 16. [10]

Calibres de lámina galvanizada para ductos de baja presión				
Tamaño ducto	Calibre	Tolerancias de planchas galvanizadas según SMACNA (Appendix A-1) en mm.		
		Nominal	Mínimo	Máximo
0 a 12"	26	0.5512	0.4750	0.6312
13" a 30"	24	0.7010	0.6010	0.8010
31" a 54"	22	0.8534	0.7534	0.9534
55" a 84"	20	10.058	0.9060	11.060
84" y mas	18	13.106	11.810	14.410

Tabla 16. Calibres de lámina galvanizada para ductos de baja presión.

La trayectoria de los ductos se muestra en los planos en el Apéndice 2. Los codos curvos deberán poseer un radio interior equivalente a las tres cuartas partes del ancho mayor del ducto. Las reducciones y ampliaciones serán de transformación gradual con un largo máximo de sesenta centímetros.

Para el dimensionamiento de los ductos se utiliza el método de pérdida de presión constante para ductos de baja presión, este método consiste en calcular las dimensiones de los ductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema. Esto se logra con la ayuda de un ductulador en el que necesitamos el caudal de aire que pasa por el ducto y las pérdidas por fricción la que asumimos constante y de 0.1 pulgadas de agua cada 100 pies de ducto.

Se aislarán térmicamente todos los ductos de aire acondicionado aplicando en la superficie exterior una manta de lana de vidrio de 1-1/2 pulgadas de espesor con barrera de vapor. La barrera de vapor consta de la malla de fibra de vidrio con dos láminas, una interna de papel kraft y otra externa de aluminio.

El aire llega y se extrae de los ambientes por medio de difusores y rejillas dimensionados de acuerdo al caudal de aire que transportan los ductos. Estos se conectan a los ductos por medio de juntas flexibles en los difusores de suministro de aire y con collarines a las rejillas de extracción.

Para las manejadoras que se encuentran en interior que necesiten renovación de aire exterior se lo realiza colocando louvers en el retorno de aire.

3.5. Ventilación mecánica.

Para la distribución de aire de ventilación se utilizan ductos de lámina de acero galvanizado con las mismas especificaciones que los ductos de aire acondicionado y los espesores detallados en la Tabla 16.

Así mismo la trayectoria que siguen los ductos de extracción se encuentra en los planos en el Apéndice 2.

En este proyecto se busca la correcta extracción de aire en baños y lavanderías en todo el edificio, para esto se realiza el análisis de la cantidad

de aire a ser extraída en cada área, se considera un valor de 20 cambios por hora para cada zona. [3]

El análisis consiste en determinar el volumen de la zona a ser analizada, los cambios por hora transformarlos a cambios por minuto y multiplicar estos dos valores dando como resultado las siguientes unidades.

$$fts^3 * \frac{1}{\text{minutos}} = \frac{fts^3}{\text{minutos}} (CFM)$$

Se detalla este análisis en la Tabla 17.

DESCRIPCIÓN	Área m ²	Altura m	Volume (m ³)	Volumen (ft ³)	Cambios por hora	CFM	CFM- Diseño
PLANTA BAJA							
Baño Hombres	27,00	2,50	67,50	726	20	242	300
Baño Mujeres	27,00	2,50	67,50	726	20	242	300
PISO 4 ALTO							
Baño Dormitorios Mujeres 42 Literas	135,98	2,50	339,95	3658	20	1219	1200
Baño Dormitorios Hombres 44 Literas	135,98	2,50	339,95	3658	20	1219	1200
Lavandería	38,10	2,50	95,25	1025	20	342	350
Baño caballero	14,77	2,50	36,93	397	20	132	150
Baño damas	14,77	2,50	36,93	397	20	132	150
PISO 5 ALTO							
Baños caballeros-hall	33,40	2,50	83,50	898	20	299	300
Baños mujeres-hall	33,40	2,50	83,50	898	20	299	300
Baños caballeros-aulas	18,94	2,50	47,35	509	20	170	170
Baños mujeres-aulas	18,94	2,50	47,35	509	20	170	170

Tabla 17. Análisis de extracción de aire en baños y lavanderías.

La cantidad de aire a ser extraída calculada se la redondea a un caudal de diseño, con este valor se selecciona el ventilador adecuado. Para la selección de ventiladores se opta por la marca Greenheck. Se utiliza tres tipos de

ventiladores, extractores tipo gabinete para baños individuales, extractores en línea para baños comunes en la planta baja y el cuarto piso y extractores tipo hongos ubicados en la cubierta para extracción en baños comunes en el quinto piso. Los extractores de línea y tipo hongo retiran el aire por rejillas de extracción. En la Tabla 18 se detalla la selección de ventiladores realizada con la ayuda del programa CAPS de Greenheck.

VENTILADORES						
CANT	UBICACIÓN	DESIGNACION	DESCRIPCION	MARCA SUGERIDA	MODELO SUGERIDO	CAUDAL DE AIRE (CFM)
	PLANTA BAJA					
2	Baños hombres-mujeres de planta baja	VE-PB-300	Extractor en Línea	GREENHECK	CSP-A390	300
	PLANTA 4 PISO					
2	Extracción baños de dormitorios	VE-P4-1200	Extractor en Línea	GREENHECK	SQ-120-VG	1.200
6	Baños dormitorios	EB-50	Extractor Gabinete	GREENHECK	SP-B50	50
2	Extracción baños hombres-mujeres	VE-P4-150	Extractor en Línea	GREENHECK	CSP-B150	150
1	Extracción baños de lavandería	VE-P4-350	Extractor en Línea	GREENHECK	SQ-90-VG	350
	PLANTA 5 PISO					
2	Extracción baños pasillo	VE-P5-300	Extractor hongo	GREENHECK	G-075-VG	300
2	Extracción baños aulas	VE-P5-170	Extractor hongo	GREENHECK	G-060-VG	170
1	Extracción en pasillo de aulas	VE-P5-1000	Extractor hongo	GREENHECK	G-099-VG	1.000
1	Extracción en auditorio	VE-P5-1800	Extractor hongo	GREENHECK	G-123-VG	1.800

Tabla 18. Selección de ventiladores.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES

El diseño del sistema de climatización del edificio de parqueos para hospital del niño en Guayaquil se lo realizó siguiendo principalmente las normas de diseño de ASHRAE garantizando un diseño eficaz hacia el confort de las personas. Además se consideraron varios criterios de diseño habituales en la empresa en donde se realizó el proyecto. El diseño asegura el cumplimiento de los factores considerados en el capítulo tres como lo son temperatura, humedad, ventilación y renovación de aire exterior.

Se consideró el clima en la ciudad de Guayaquil el cual resulta desfavorable para el aire acondicionado por su elevada humedad por lo que se realizó el análisis de carga para el mes más crítico de temperatura el cual es marzo.

Para el cálculo de carga se consideró la carga externa debido al clima y la incidencia del sol de acuerdo a la orientación del edificio es por esto que se determina el tipo de paredes, losa y ventanas con sus respectivas características y dimensiones según los datos de la constructora civil. Además se considera las cargas internas debido a las personas, tipo de actividad que estas realizan, luces y equipos eléctricos, estos datos se los obtiene de las normas de ASHRAE. [5]

El cálculo de carga se concluyó con el uso de la herramienta computacional Block Load de Carrier al ingresar todos los datos mencionados dando como resultado la Tabla 9. Los resultados indicados en el programa se muestran en el Apéndice 1.

Se eligió el sistema hidráulico o sistema de agua helada para cumplir con los factores de temperatura, humedad, ventilación, renovación de aire exterior y distribución de aire en todas las zonas con mayor eficacia realizando la comparación con otros sistemas siendo este el mas rentable.

Se seleccionó dos chillers y manejadoras de aire para exterior e interior como se muestra en las Tablas 10 y 13.

Los chillers se seleccionaron tomando en cuenta una carga total del edificio menor a la crítica la cual es de 206.2 TR. Esto se debe a que el sistema no operara bajo ninguna circunstancia a toda su carga ya que se encuentran espacios que no se utilizaran durante el día como lo son los dormitorios. Además se seleccionaron dos chillers, uno operativo y el otro de respaldo en caso de que uno de ellos falle o necesite de mantenimiento. Existe la misma redundancia al elegir tres bombas idénticas colocadas en serie abasteciendo el caudal de los chillers, en este caso operan dos bombas y una queda de respaldo, Tabla 14.

Las manejadoras si se seleccionaron siguiendo la carga crítica debido a que estas eventualmente tendrán que superar esa carga individualmente.

Para abastecer la carga extra generada por equipos eléctricos en cuartos de rack se añaden consolas de pared de expansión directa y fan coils con 24000 BTU/hr extra adecuados al sistema de agua helada.

Se diseñó y dimensiono adecuadamente la tubería de hierro negro para la distribución de agua y los ductos de plancha de acero galvanizada para la distribución de aire. Estos acompañados de sus accesorios y terminales. Las trayectorias se encuentran en los planos en el Apéndice 2.

En el dimensionamiento de tubería de hierro negro se recomienda tomar como límite superior una velocidad de flujo de 4 fps para tubería de 2 plg y menor a 2 plg, y un cabezal de pérdida de 4 pies cada 100 pies para tubería de 2 plg para arriba.

Por último se diseñó un sistema de ventilación mecánica para la extracción de baños, lavanderías y extraer aire extra de ciertos pasillos en todo el edificio tomando en cuenta un caudal de diseño diferente pero cercano al calculado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASHRAE Handbook, 2012 HVAC Systems and Equipment. Chapter 13. Hydronic Heating and Cooling.
- [2] ASHRAE Handbook, 2012 HVAC Systems and Equipment. Chapter 50. Room Air Conditioners and Packaged Terminal Air Conditioners.
- [3] ASHRAE Handbook, 2012 HVAC Systems and Equipment. Chapter 4. Air Handling and Distribution.
- [4] ASHRAE Handbook, 2013 Fundamentals. Chapter 14. Climatic Design Information.
- [5] ASHRAE Handbook, 2013 Fundamentals. Chapter 18. Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations.
- [6] Block Load, Carrier.
- [7] ASHRAE Handbook, 2012 HVAC Systems and Equipment. Chapter 1. HVAC System Analysis and Selection.
- [8] ASHRAE Handbook, 2013 Fundamentals. Chapter 22. Pipe Sizing.
- [9] ASHRAE Handbook, 2013 Fundamentals. Chapter 23. Insulation for Mechanical Systems.
- [10] ASHRAE Handbook, 2013 Fundamentals. Chapter 21. Duct Sizing.

APÉNDICE 1

RESULTADO DEL CALCULO DE CARGA EN BLOCK LOAD

Air System Sizing Summary for Cuarta Planta Alta

Project Name: Oficinas HFIB
 Prepared by: Donoso e Hijos Cia. Ltda.

07/30/2014
 05:50p. m.

Air System Information

Air System Name: **Cuarta Planta Alta**
 Air System Type: **Single Zone CAV**

Number of zones: **1**
 Floor Area: **24761.3** sqft
 Location: **Guayaquil, Ecuador**

Sizing Calculation Information

Calculation Months: **Jan to Dec**

Calculation method: **Transfer Function Method**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load: **68.8** Tons
 Total coil load: **825.0** MBH
 Sensible coil load: **671.7** MBH
 Coil airflow: **32979** CFM
 Sensible heat ratio: **0.814**
 Area per unit load: **360.1** sqft/Ton
 Load per unit area: **33.3** BTU/(hr-sqft)

Load occurs at: **Feb 1500**
 OA DB / WB: **92.0/76.0** F
 Entering DB / WB: **77.2/65.5** F
 Leaving DB / WB: **58.4/57.2** F
 Coil ADP: **56.3** F
 Bypass Factor: **0.100**
 Resulting RH: **54** %
 Design supply temp: **58.0** F

Supply Fan Sizing Data

Actual max airflow: **32979** CFM
 Standard airflow: **32945** CFM
 Actual max airflow per unit area: **1.33** CFM/sqft

Fan motor BHP: **0.00** BHP
 Fan motor kW: **0.00** kW
 Fan static: **0.00** in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow: **3935** CFM
 Airflow per unit floor area: **0.16** CFM/sqft

Airflow per person: **13.48** CFM/person

Space Sizing Data

Space Name	Maximum Cooling Sensible MBH	Design Airflow CFM	Time of Peak Load	Maximum Heating Load MBH	Space Floor Area sqft	Space CFM/sqft
Cocina(1)	23.7	1294	Jan 1500	0.0	1233.8	1.05
Comedor(1)	188.8	10296	Jun 1600	1.9	4930.1	2.09
Dormitorios(1)	274.4	14960	Feb 1400	3.4	13024.2	1.15
Pasillos/Lobbys(2)	130.5	7116	Jan 1800	0.5	5573.2	1.28
Zone	604.9	32979	Jun 1600	5.8	24761.3	1.33

Note: Table contains data for all spaces controlled by a single thermostat:

Space sizing basis: **Peak space load**
 Zone sizing basis: **Peak zone load**

System Design Load Summary for Cuarta Planta Alta

Project Name: Oficinas HFIB
 Prepared by: Donoso e Hijos Cia. Ltda.

07/30/2014
 05:50p. m.

Zone Loads based on TFM	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Feb 1500			Design Heating Day		
	OA DB / WB 92 F / 76 F			OA DB / WB 67 F / 56 F		
	Details	Sensible BTU/hr	Latent BTU/hr	Details	Sensible BTU/hr	Latent BTU/hr
Window and Skylight Solar Loads	595 sqft	11065	-	595 sqft	-	-
Wall Transmission	3680 sqft	46837	-	3680 sqft	4737	-
Roof Transmission	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Window Transmission	595 sqft	5117	-	595 sqft	1050	-
Skylight Transmission	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Door Loads	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Floor Transmission	24405 sqft	21121	-	24405 sqft	0	-
Partitions/Ceilings	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Overhead Lighting	87518 W	298606	-	0 W	0	-
Electric Equipment	24761 W	84485	-	0 W	0	-
People	292	70474	44425	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	53771	4443	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	591476	48868	-	5787	0
Thermostat and Pulldown Adjustment	-	9099	0	-	-12294	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Ventilation Load	3935 CFM	71171	104411	3935 CFM	7175	0
Supply Fan Load	32979 CFM	0	-	32979 CFM	0	-
>> Total System Loads	-	671746	153279	-	668	0
Central Cooling Coil	-	671746	153295	-	0	0
>> Total Coil Loads	-	671746	153295	-	0	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Air System Sizing Summary for Quinta Planta Alta

Project Name: Oficinas HFIB
 Prepared by: Donoso e Hijos Cia. Ltda.

07/30/2014
 05:43p. m.

Air System Information

Air System Name: **Quinta Planta Alta**
 Air System Type: **Single Zone CAV**
 Number of zones: **1**
 Floor Area: **26178.9** sqft
 Location: **Guayaquil, Ecuador**

Sizing Calculation Information

Calculation Months: **Jan to Dec**
 Calculation method: **Transfer Function Method**

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load:	154.5 Tons	Load occurs at:	Feb 1600
Total coil load:	1853.8 MBH	OA DB / WB:	91.6/75.9 F
Sensible coil load:	1576.5 MBH	Entering DB / WB:	76.7/65.1 F
Coil airflow:	81074 CFM	Leaving DB / WB:	58.7/57.6 F
Sensible heat ratio:	0.850	Coil ADP:	56.7 F
Area per unit load:	169.5 sqft/Ton	Bypass Factor:	0.100
Load per unit area:	70.8 BTU/(hr-sqft)	Resulting RH:	54 %
		Design supply temp:	58.0 F

Supply Fan Sizing Data

Actual max airflow:	81074 CFM	Fan motor BHP:	0.00 BHP
Standard airflow:	80990 CFM	Fan motor kW:	0.00 kW
Actual max airflow per unit area:	3.10 CFM/sqft	Fan static:	0.00 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow:	5865 CFM	Airflow per person:	12.37 CFM/person
Airflow per unit floor area:	0.22 CFM/sqft		

Space Sizing Data

Space Name	Maximum Cooling Sensible MBH	Design Airflow CFM	Time of Peak Load	Maximum Heating Load MBH	Space Floor Area sqft	Space CFM/sqft
Archivo(1)	211.7	11545	Feb 1600	6.9	4277.4	2.70
Auditorio(1)	269.4	14686	Feb 1600	5.7	4148.4	3.54
Bibliotecas(1)	172.2	9389	Feb 1600	4.0	2920.5	3.21
Lab/Salas/Zonas/Aulas(1)	355.2	19364	Feb 1700	9.1	5506.4	3.52
Oficinas(1)	33.5	1828	Feb 1600	0.7	635.3	2.88
Pasillos/Lobbys(1)	373.1	20341	Feb 1600	8.8	7457.1	2.73
Sistemas(1)	77.4	4222	Jan 1700	2.4	1233.8	3.42
Zone	1487.0	81074	Feb 1700	37.7	26178.9	3.10

Note: Table contains data for all spaces controlled by a single thermostat:

Space sizing basis: **Peak space load**
 Zone sizing basis: **Peak zone load**

System Design Load Summary for Quinta Planta Alta

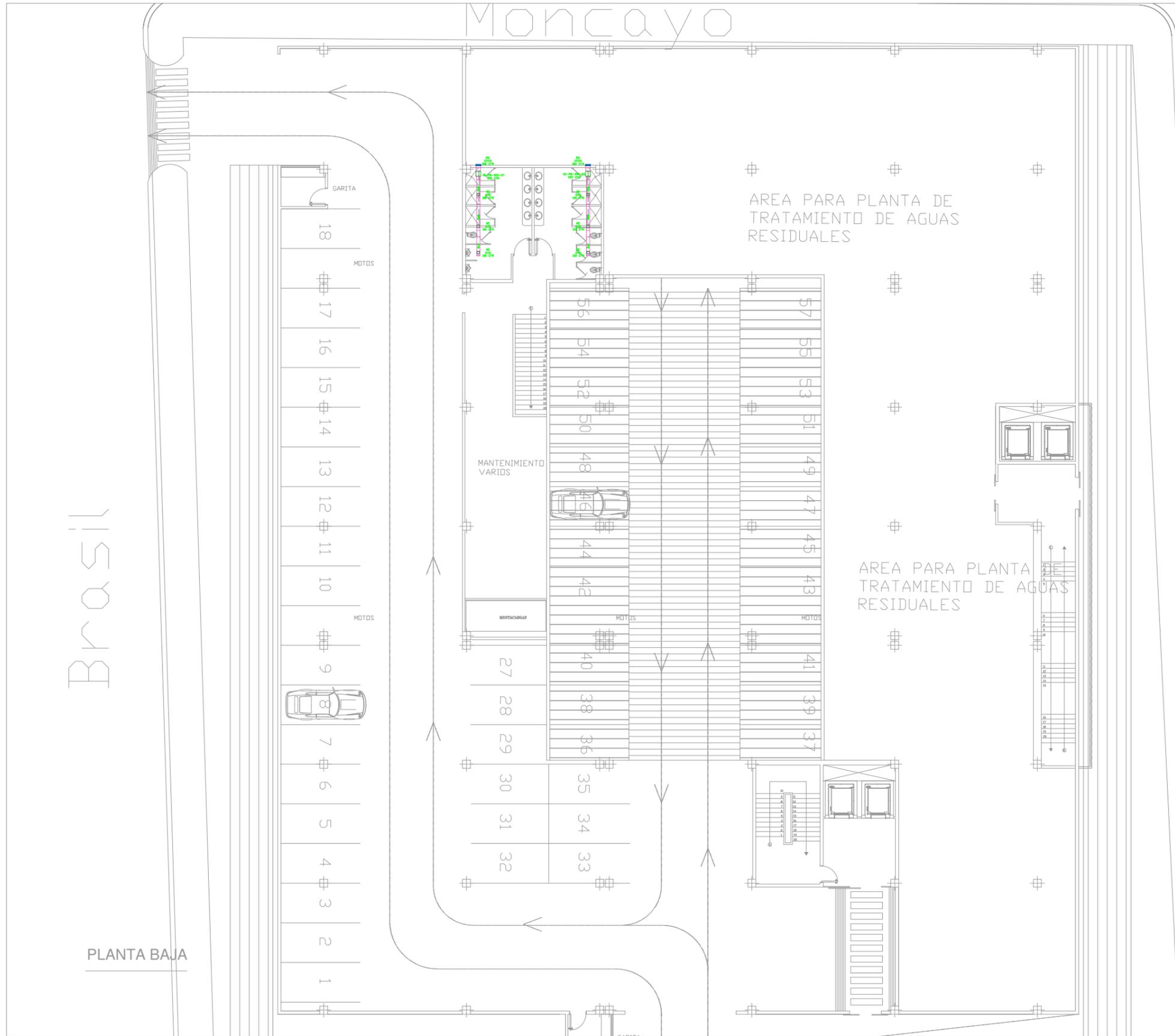
Project Name: Oficinas HFIB
Prepared by: Donoso e Hijos Cia. Ltda.

07/30/2014
05:43p. m.

Zone Loads based on TFM	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Feb 1600			Design Heating Day		
	OA DB / WB 91.6 F / 75.9 F			OA DB / WB 67 F / 56 F		
	Details	Sensible BTU/hr	Latent BTU/hr	Details	Sensible BTU/hr	Latent BTU/hr
Window and Skylight Solar Loads	0 sqft	0	-	0 sqft	-	-
Wall Transmission	5651 sqft	74848	-	5651 sqft	7273	-
Roof Transmission	26017 sqft	683924	-	26017 sqft	30440	-
Window Transmission	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Skylight Transmission	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Door Loads	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Floor Transmission	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Partitions/Ceilings	0 sqft	0	-	0 sqft	0	-
Overhead Lighting	107624 W	367205	-	0 W	0	-
Electric Equipment	29099 W	99287	-	0 W	0	-
People	474	125054	113745	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	135032	11375	0%	0	0
>>Total Zone Loads	-	1485348	125120	-	37713	0
Thermostat and Pulldown Adjustment	-	-10614	0	-	-37635	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Ventilation Load	5865 CFM	101775	152143	5865 CFM	4098	0
Supply Fan Load	81074 CFM	0	-	81074 CFM	0	-
>> Total System Loads	-	1576510	277263	-	4175	0
Central Cooling Coil	-	1576510	277298	-	0	0
>> Total Coil Loads	-	1576510	277298	-	0	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

APÉNDICE 2

PLANOS DE DISEÑO



ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL



PROYECTO DE GRADUACIÓN
EXAMEN COMPLEXIVO

PROYECTO:
**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:
GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:
PLANTA BAJA

DISEÑADO POR:
EDUARDO SUÁREZ VARGAS

FECHA:
FEBRERO 2015

AC-101

SIMBOLOGIA	
CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BAÑO
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
	DUCTO SUMINISTRO
	DUCTO RETORNO
	DUCTO VENTILACION
	DUCTO FLEXIBLE
	TUBERIAS AGUA HELADA
	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
	TERMOSTATO

BISCHOFF

PLANTA BAJA

GUAYAZ



PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

PLANTA ALTA

DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

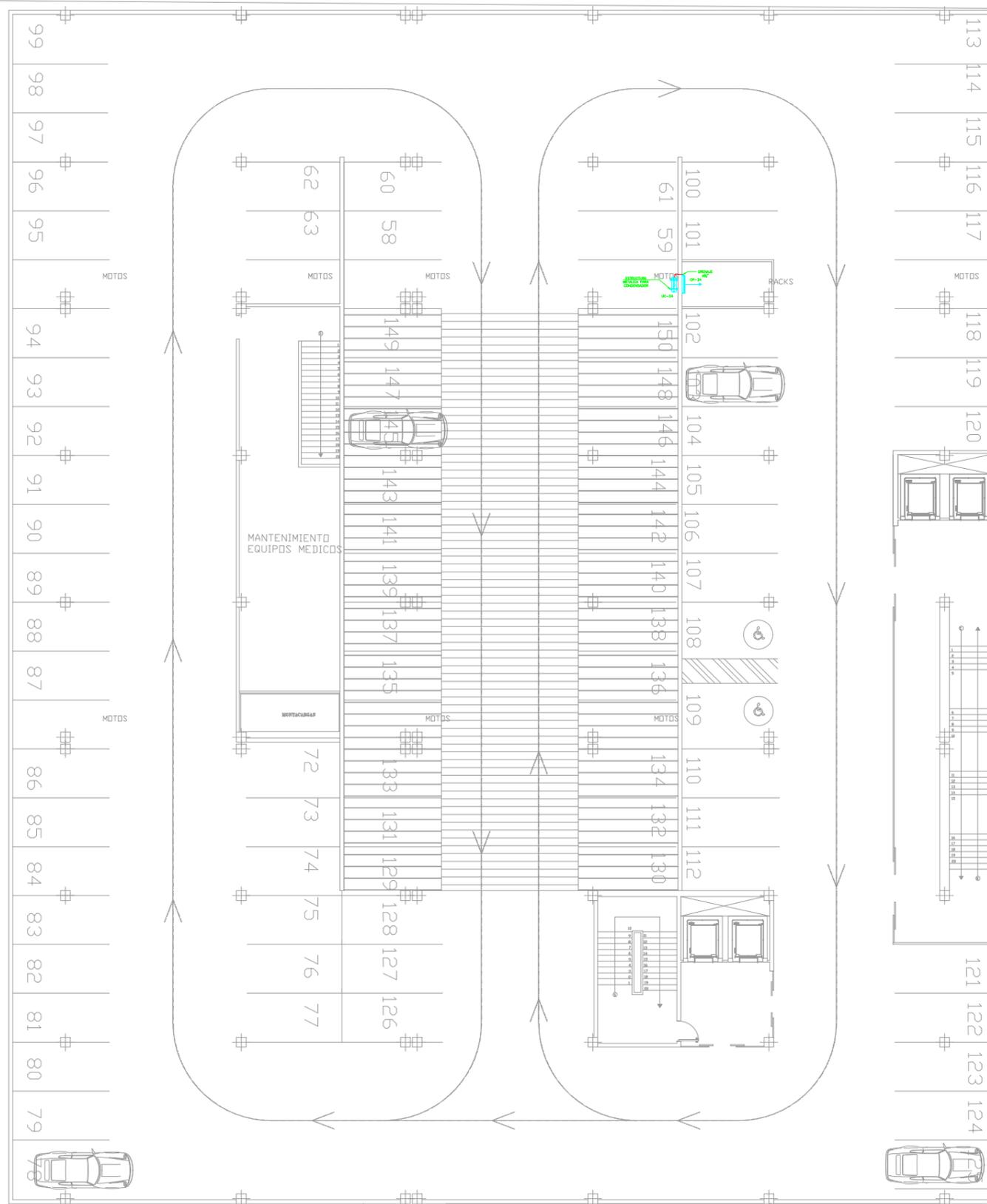
FECHA:

FEBRERO 2015

AC-102

SIMBOLOGIA	
CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
	DUCTO SUMINISTRO
	DUCTO RETORNO
	DUCTO VENTILACION
	DUCTO FLEXIBLE
	TUBERIAS AGUA HELADA
	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
	TERMOSTATO

PLANTA ALTA





PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

PRIMER PISO

DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

FECHA:

FEBRERO 2015

AC-103

SIMBOLOGIA	
CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
—	DUCTO SUMINISTRO
—	DUCTO RETORNO
—	DUCTO VENTILACION
—	DUCTO FLEXIBLE
—	TUBERIAS AGUA HELADA
⊙	PUNTO DE DRENAJE 2½"
▽	TERMOSTATO

PRIMER PISO





PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

SEGUNDO PISO

DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

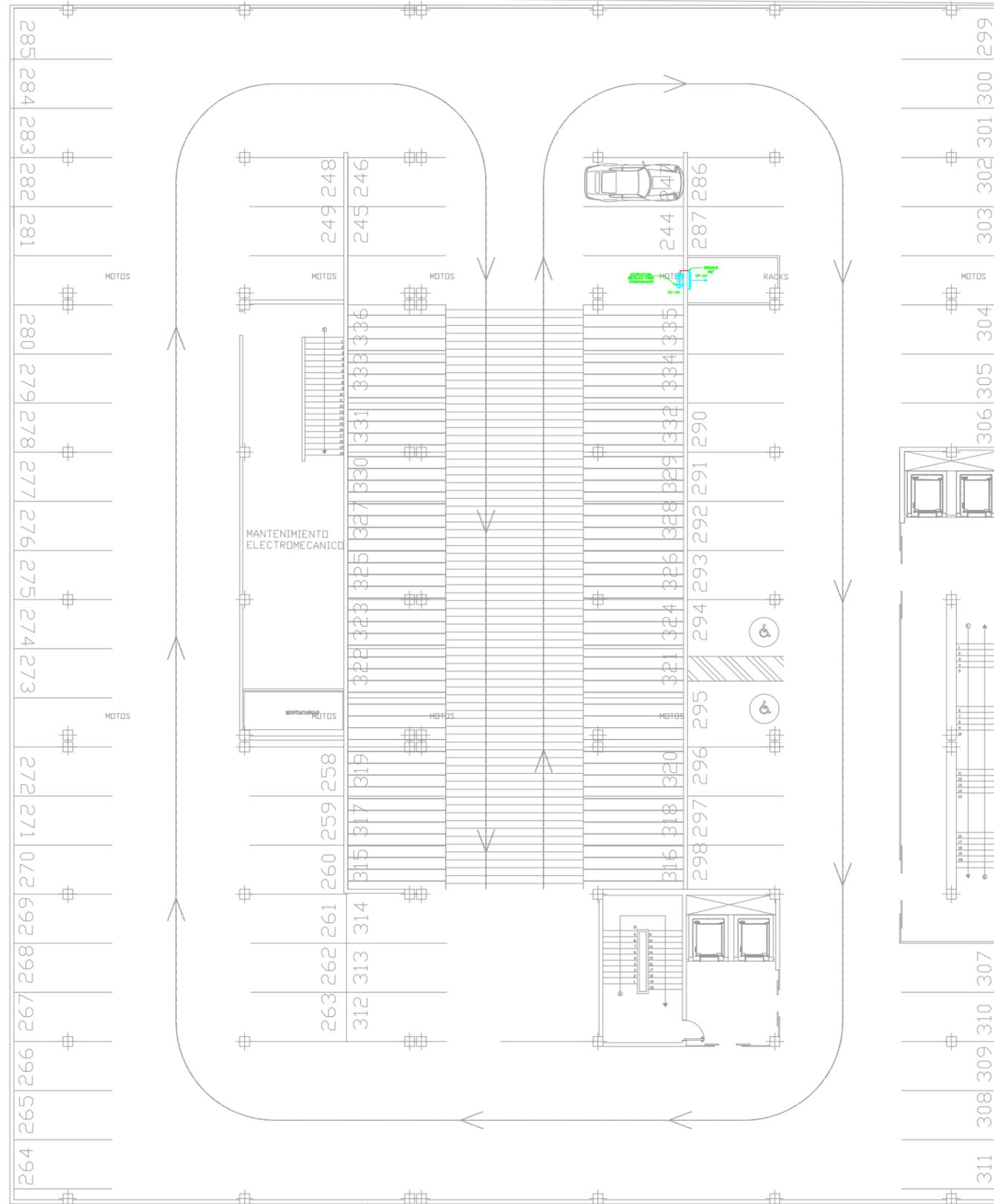
FECHA:

FEBRERO 2015

AC-104

SIMBOLOGIA	
CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
	DUCTO SUMINISTRO
	DUCTO RETORNO
	DUCTO VENTILACION
	DUCTO FLEXIBLE
	TUBERIAS AGUA HELADA
	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
	TERMOSTATO

SEGUNDO PISO





PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

TERCER PISO

DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

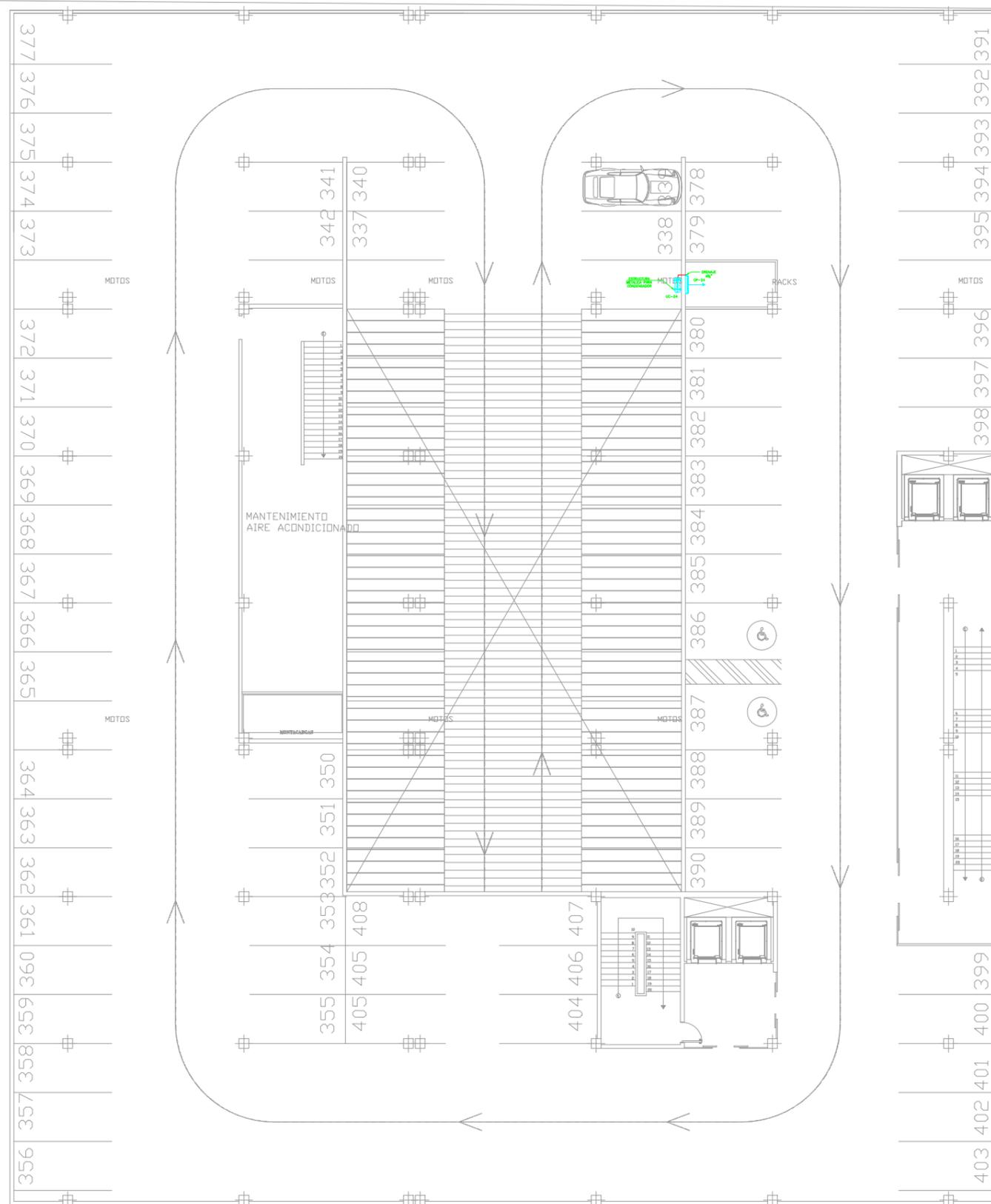
FECHA:

FEBRERO 2015

AC-105

SIMBOLOGIA	
CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
	DUCTO SUMINISTRO
	DUCTO RETORNO
	DUCTO VENTILACION
	DUCTO FLEXIBLE
	TUBERIAS AGUA HELADA
	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
	TERMOSTATO

TERCER PISO





PROYECTO DE GRADUACIÓN
EXAMEN COMPLEXIVO

PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

CUARTO PISO

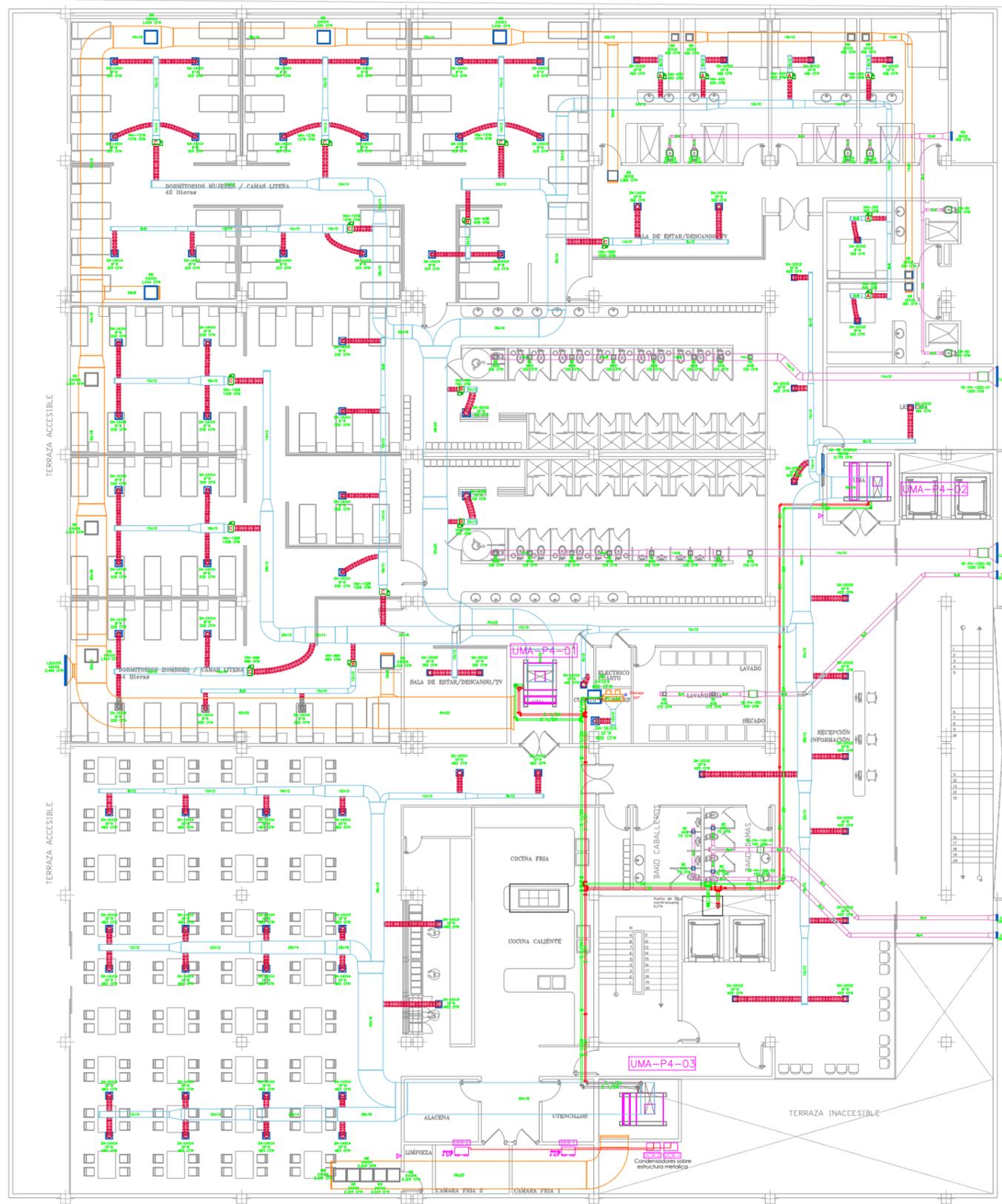
DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

FECHA:

FEBRERO 2015

AC-106



CUARTO PISO

SIMBOLOGIA

CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
	DUCTO SUMINISTRO
	DUCTO RETORNO
	DUCTO VENTILACION
	DUCTO FLEXIBLE
	TUBERIAS AGUA HELADA
	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
	TERMOSTATO



PROYECTO DE GRADUACIÓN
EXAMEN COMPLEXIVO

PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

QUINTO PISO

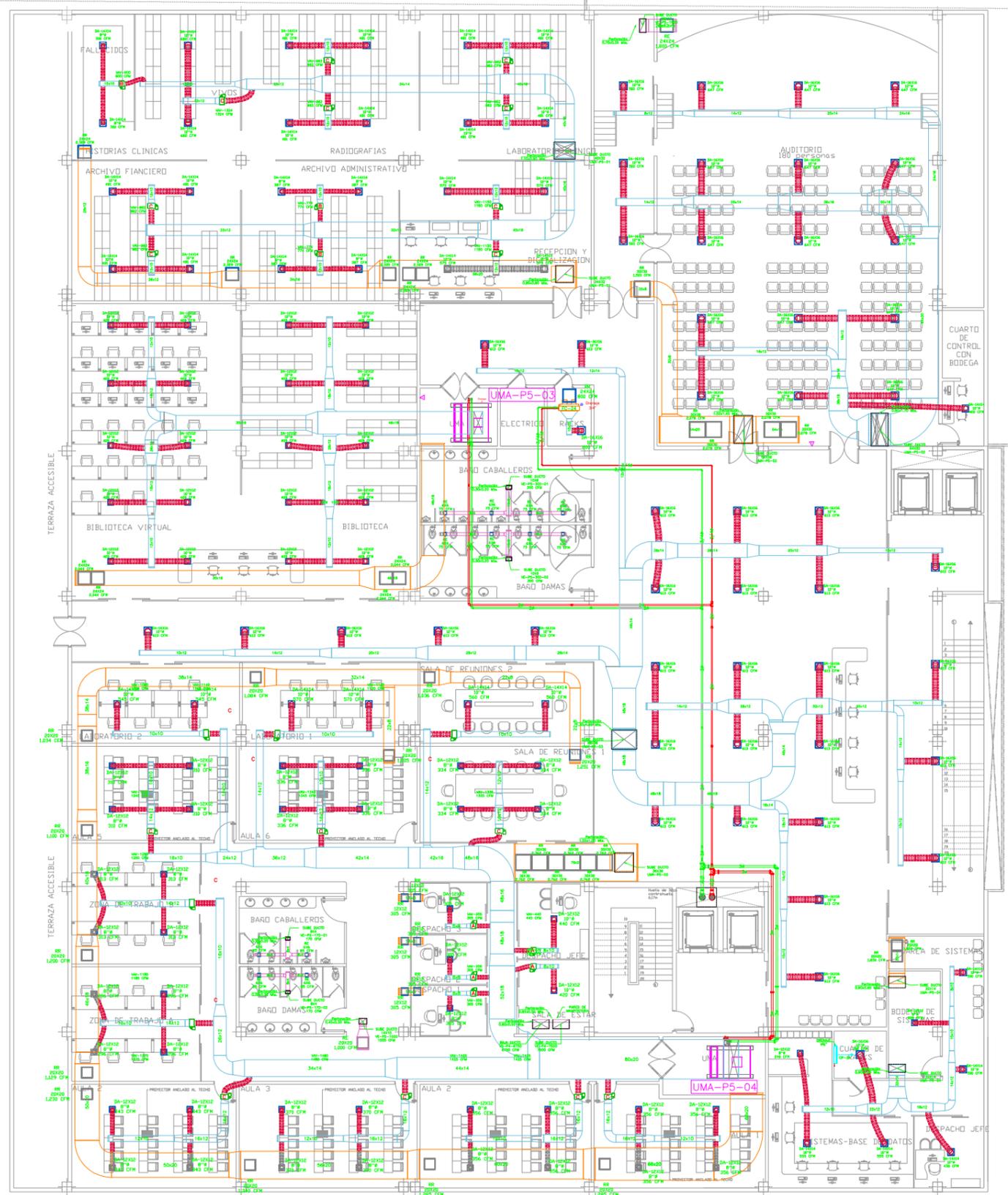
DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

FECHA:

FEBRERO 2015

AC-107



QUINTO PISO

SIMBOLOGIA

CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
—	DUCTO SUMINISTRO
—	DUCTO RETORNO
—	DUCTO VENTILACION
—	DUCTO FLEXIBLE
—	TUBERIAS AGUA HELADA
⊙	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
▽	TERMOSTATO



PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE CLIMATIZACIÓN DEL
EDIFICIO DE PARQUEOS
PARA EL HOSPITAL DEL
NIÑO EN GUAYAQUIL**

UBICACION:

GUAYAQUIL - ECUADOR

CONTIENE:

CUBIERTA

DISEÑADO POR:

EDUARDO SUÁREZ VARGAS

FECHA:

FEBRERO 2015

AC-108

SIMBOLOGIA

CODIGO	DESCRIPCION
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
FC	FANCOIL DE AIRE
CP	SPLIT DECORATIVO
VE	VENTILADOR EXTRACCION
EB	EXTRACTOR DE BARD
DA	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
RE	REJILLA DE EXTRACCION
RD	REJILLA DE DESCARGA
RE	REJILLA DE TOMA DE AIRE FRESCO
—	DUCTO SUMINISTRO
—	DUCTO RETORNO
—	DUCTO VENTILACION
—	DUCTO FLEXIBLE
—	TUBERIAS AGUA HELADA
⊙	PUNTO DE DRENAJE Ø2½"
▽	TERMOSTATO

CUBIERTA

