

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

"Diseño del Sistema de Climatización y Ventilación Mecánica del Bloque para  
Servicio Ambulatorio de un Hospital"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**  
Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Jimmy Fernando López Cárdenas

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Como prioridad ante todo mi agradecimiento a Dios por su infinito amor, dándome la fuerza, salud, responsabilidad y sabiduría para poder seguir cumpliendo mis metas, yo sé que nunca me dejara solo.

A mis padres, Oliverio y Elisa, por ser un ejemplo para mí, y dar todo su esfuerzo para que sea un hombre de bien. A mis hermanos, gracias por su ayuda y por estar conmigo, y así también agradecer a mis amigos a todos aquellos que me brindaron su amistad.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

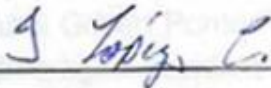
Jimmy Fernando López C.

Ing. Eduardo Rivadeneira P.

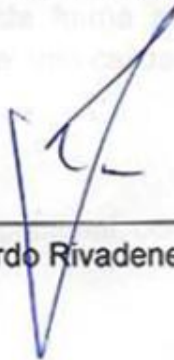
Ing. Andrea Boero V.

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Jimmy Fernando López C.



Ing. Eduardo Rivadeneira P.

## RESUMEN

En las edificaciones hospitalarias es fundamental contar con sistemas de climatización y ventilación mecánica, debido a que el aire que circula por el edificio puede contener bacterias y otros microorganismos. El diseño del sistema de climatización y de ventilación mecánica realizado bajo los estándares y normativas aplicables, garantiza un ambiente de confort y seguridad ambiental para los usuarios del recinto hospitalario.

El sistema de climatización fue diseñado mediante las normas de *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*, *Sheet Metal & Air conditioning Contractors' National Association (SMACNA)*, y *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

Para los cálculos y formulación del sistema de climatización y ventilación mecánica se hizo uso de textos que hacen referencia a las normas ASHRAE y para el diseño del sistema de agua helada se empleó el software HVAC Solution – Professional, el cual indica los valores de los diámetros para las tuberías que se usarán para conectar los enfriadores hacia las unidades manejadoras de aire y *fan-coils*.

Este proyecto se diseñó tomando en cuenta las condiciones críticas del mes de Marzo usando una temperatura exterior de 95 [°F] y una humedad de 81%. Con el resultado de carga térmica de 240,64 [TR] (Toneladas de refrigeración) para el bloque de servicio ambulatorio de un hospital, se realizó la selección de equipos para cada área del edificio y el sistema agua helada que consta de tres enfriadores de 165 [TR] de tal forma que con dos se cumpla con la demanda de la carga térmica del edificio y uno adicional que sirve de respaldo. De esta forma se cumple con las condiciones para recintos hospitalarios, tanto para mantener una calidad de aire interior como para asegurar el confort de los usuarios.

**Palabras Clave:** climatización, salud ocupacional, confort,

## **ABSTRACT**

*On hospital buildings is fundamental to have air conditioning and mechanical ventilation systems, because the air circulating on the building could contain bacteria and other microorganisms. The air conditioning and mechanical ventilation systems design made under applicable standards and regulations, guarantees a comfortable environment and environmental safety for the hospital building users.*

*The air conditioning system was designed under American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Sheet Metal & Air conditioning Contractors' National Association (SMACNA), and American Society for Testing and Materials (ASTM) norms.*

*For the calculation and formulation of the air conditioning and mechanical ventilation system, texts referencing ASHRAE norms were used, and for the cold water system design the software HVAC Solution - Professional was used, which indicates the diameters values for the pipes that will be used to connect the chillers to the air handling units and fan-coils.*

*This project was designed taking into account the critical conditions of March using an external temperature of 95 [<sup>o</sup>F] and a humidity of 81%. With a thermal load resulting in 240,64 [TR] (Tons of Refrigeration) for the outpatients department of a hospital, the equipment selection was made for every area of the building and the cold water system which consists of three 165 [TR] chillers in a way that the thermal load demand is met with two of them and the additional one that serves as backup. In this way the conditions for hospital buildings are accomplished, to maintain both the quality of indoor air and to assure users comfort.*

**Keywords:** *air conditioning, occupational health, comfort.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1.1 Definición del Problema.....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.2.1 Objetivos Generales .....	1
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 Marco Teórico.....	2
1.3.1 Sistemas de Climatización.....	2
1.3.2 Concepto de Confort .....	4
1.3.3 Equipos de Climatización .....	5
CAPÍTULO 2.....	7
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION Y VENTILACION MECANICA.....	7
2.1 Selección del Sistema de Climatización .....	7
2.1.1 Matriz de Decisión .....	7
2.2 Metodología de Diseño del Sistema de Ventilación Mecánica .....	9
2.2.1 Sistema de Ventilación Mecánica en Baños Generales, Bodegas, Aulas y Sala de usos Múltiples.....	10
2.3 Metodología de Diseño del Sistema de Aire Acondicionado .....	11
2.3.1 Sistema de Aire Acondicionado Áreas Comunes.....	11
2.3.2 Sistema de Aire Acondicionado Áreas de Consultorios.....	12
2.4 Metodología de Diseño del Sistema de Agua Helada .....	12
2.5 Metodología del Cálculo de Carga Térmica .....	13
2.5.1 Identificación del Tipo de Construcción .....	13
2.5.2 Condiciones Exteriores de Diseño.....	14
2.5.3 Condiciones Interiores de Diseño.....	15
2.5.4 Carga Térmica por Conducción en Estructuras Exteriores e Interiores.....	15
2.5.5 Carga Térmica por Radiación en Vidrios .....	18
2.5.6 Carga Térmica por Alumbrado .....	21

2.5.7	Carga Térmica por Personas.....	21
2.5.8	Carga Térmica por Equipos.....	23
2.5.9	Carga Térmica por Infiltraciones.....	23
2.5.10	Carga Térmica por Ventilación .....	25
2.5.11	Carga Térmica en Ductos.....	26
2.5.12	Carga de Calor Neta de Consultorio 104.....	26
2.5.14	Temperatura y Humedad por Aire Mezclado .....	27
2.6	Dimensionamiento de los Ductos .....	29
CAPÍTULO 3.....		33
3.1	Resultados.....	33
3.1.1	Selección de equipos.....	33
3.1.2	Costo total de la obra.....	38
CAPÍTULO 4.....		42
4.1	Conclusiones .....	42
4.2	Recomendaciones .....	43
BIBLIOGRAFÍA.....		44

## ABREVIATURAS

ASHRAE:	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
SMACNA:	Sheet Metal & Air conditioning Contractors' National Association
AHRI:	Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute
ARI:	Air-Conditioning and Refrigeration Institute
ASTM:	American Society for Testing and Materials
UL:	Underwriters Laboratories
VE:	Ventiladores de Extracción
FC:	Fan-coil
UMA:	Unidad Manejadora de Aire
GPM:	Galones por minuto



## SIMBOLOGÍA

FPM:	Pie por minuto
U:	Coeficiente Global de transferencia de calor
Lb:	Libra
Ft:	Pie
BTU:	Unidad térmica británica
TR:	Toneladas de Refrigeración
hr:	Hora
°F:	Grados Fahrenheit
CFM:	Pie cubico por minuto
T:	Temperatura
W:	Humedad
Q:	Ganancia de calor

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema de un sistema todo aire .....	3
Figura 1.2	Esquema de un sistema todo agua .....	4
Figura 1.3	Zona de Confort .....	5
Figura 2.1	Esquema del ingreso de aire mezclado del equipo .....	27
Figura 2.2	Diagrama para selección de ductos circulares .....	29
Figura 2.3	Diagrama para selección de ductos cuadrados.....	30
Figura 2.4	Sistema de ductos del consultorio 104 .....	31
Figura 2.5	Esquema de planta del consultorio 104.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Calificación para la matriz de decisiones.....	7
Tabla 2.	Matriz de decisiones.....	9
Tabla 3.	Parámetros de diseño de ventilación mecánica para hospitales .....	10
Tabla 4.	Conductividad térmica de las paredes de la construcción .....	13
Tabla 5.	Conductividad térmica para la puerta, piso y techo .....	14
Tabla 6.	Conductividad térmica para el vidrio.....	14
Tabla 7.	Conductividad térmica para el techo y el piso .....	14
Tabla 8.	Conductividad de térmica del tipo de la construcción .....	16
Tabla 9.	Diferencia de temperaturas para carga de enfriamiento (DTCE).....	17
Tabla 10.	Corrección del DTCE por latitud y mes .....	17
Tabla 11.	Resultado de carga térmica de los elementos de la edificación .....	18
Tabla 12.	Radiación solar a través de vidrio FGCS .....	19
Tabla 13.	Coeficiente de sombreado para vidrios CS .....	19
Tabla 14.	Factor de carga de enfriamiento para vidrio .....	20
Tabla 15.	Ganancia de Calor por persona según su actividad .....	22
Tabla 16.	Factor de calor sensible para carga de enfriamiento por personas .....	22
Tabla 17.	Tasa de infiltraciones para ventanas y puertas .....	23
Tabla 18.	Renovación de aire exterior y de recirculación .....	28
Tabla 19.	Temperatura y relación de humedad.....	29
Tabla 20.	Método de igual fricción.....	31
Tabla 21.	Ubicación de unidades fan-coil de 17.200 BTU/H .....	33
Tabla 22.	Ubicación de unidades fan-coil de 19.800 BTU/H .....	35
Tabla 23.	Ubicación de unidades fan-coil de 29.000 BTU/H .....	35
Tabla 24.	Ubicación de unidades fan-coil de 34.300 BTU/H .....	36
Tabla 25.	Áreas de control de las unidades manejadoras de aire .....	37
Tabla 26.	Selección de enfriadores .....	37
Tabla 27.	Selección de las unidades tipo split.....	38
Tabla 28.	Selección de bombas .....	38
Tabla 29.	Costo total del proyecto .....	39

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Definición del Problema

Dentro del programa estatal de readecuación y ampliación de las instalaciones hospitalarias se encuentra el Proyecto “Intervención del Hospital Abel Gilbert Pontón de la ciudad de Guayaquil”, que tiene como finalidad implementar la infraestructura que permita atender a los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil, para proporcionar el diagnóstico y tratamiento que necesiten.

Esta nueva edificación, que es una ampliación de las instalaciones originales, debe cumplir con unos parámetros de temperatura, humedad, renovación de aire y niveles de ruido, de acuerdo a las diversas áreas y por tanto, diferentes funciones que desempeñará el edificio, entre las cuales están: áreas comunales, salas de tratamientos y terapias, salas de reuniones y uso múltiple, consultorios, baños y áreas de desecho y bodegas.

Tomando en cuenta el entorno ambiental general de Guayaquil, se necesita elegir y especificar las condiciones y los valores de las condiciones climáticas que se desean alcanzar dentro de las varias áreas del edificio, luego de esas especificaciones se va a diseñar un sistema de climatización y ventilación mecánica para cumplir los parámetros mencionados, de acuerdo a consideraciones permisibles de cargas térmicas, confort térmico, renovación de aire, condiciones exteriores ambientales, criterios de ruido, y velocidad de flujo de aire en ductos, difusores y rejilla.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivos Generales

- Diseñar el sistema de climatización con los diferentes parámetros de temperatura, humedad, renovación de aire y ruido determinados en las

normativas aplicables para las diferentes áreas del bloque de servicio Ambulatorio del hospital “Dr. Abel Gilbert Pontón”.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar el sistema siguiendo normas como ASHRAE, SMACNA y ASTM.
- Garantizar que los parámetros de temperatura y humedad se cumplan para cada zona de confort en las distintas salas que conforman el hospital.
- Realizar un análisis de costos del sistema propuesto.

## **1.3 Marco Teórico**

### **1.3.1 Sistemas de Climatización**

El sistema de climatización es usado para el confort de las personas, por medio del control de la temperatura, humedad, pureza y velocidad del aire, y así como los niveles de ruido que puedan provocar los equipos del sistema de climatización.

Los sistemas de climatización se puede clasificar en:

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

Pero los más usados para este tipo de instalaciones son: el sistema todo agua y el sistema todo aire.

#### **1.3.1.1 Sistema todo Aire**

El sistema todo aire es aquel que utiliza un flujo de aire ya sea aire frío o caliente, para la climatización de un ambiente, y por medio del mismo realizar el control de la temperatura, humedad y la renovación de aire en el local. En la Figura 1 se muestra un sistema de climatización todo aire y sus equipos terminales (difusores, rejillas, etc.).

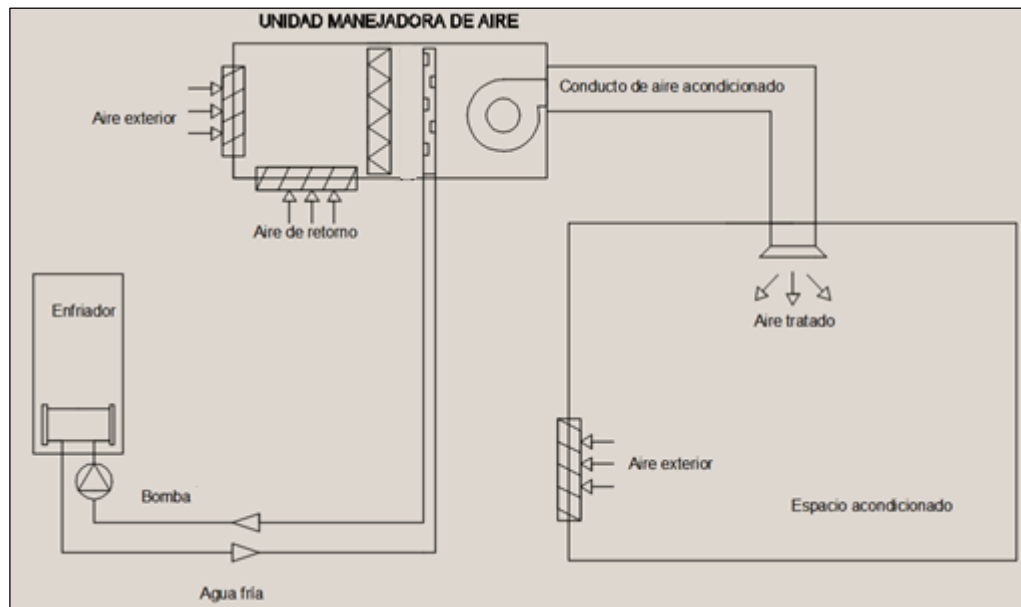
Este sistema de climatización tiene las siguientes ventajas (Pita, 2004):

- Los equipos son económicos.
- El mantenimiento es centralizado. Alta calidad de aire interior y con opciones de ahorro de energía.

- La ubicación de los equipos se encuentran fuera de las zonas de ocupación
- Actúa directamente con la calidad del aire, zonificación y la recuperación de energía.

Así como tiene las desventajas como son:

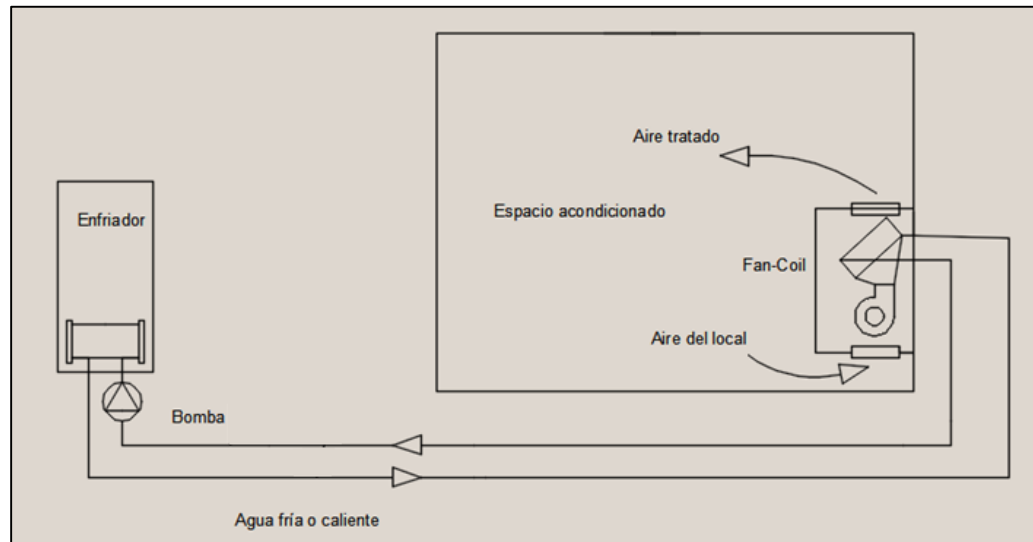
- El rango de control de temperatura es bajo.
- Tiene la necesidad de tener techos falsos altos, para lo cual debe existir coordinación entre ingenieros y arquitectos para no tener inconvenientes en la hora de la instalación de los equipos.



**FIGURA 1.1 ESQUEMA DE UN SISTEMA TODO AIRE (Pita, 2004)**

### 1.3.1.2 Sistema todo Agua

El sistema todo agua es aquel que utiliza un flujo de agua ya sea fría o caliente, para la climatización de un ambiente, pero este sistema envía el flujo de agua a un equipo terminal para que este realice el control de la temperatura, humedad y renovación del aire en el local, los equipos terminales pueden ser: *Fan-Coil*, unidades manejadoras de aire, aire acondicionado tipo split, etc. El beneficio de estos sistemas es que puede dar el servicio de calefacción y enfriamiento. En la Figura 2 se muestra como está distribuido el sistema todo agua.



**FIGURA 1.2 ESQUEMA DE UN SISTEMA TODO AGUA (Pita, 2004)**

Este sistema de climatización tiene las siguientes ventajas:

- En las edificaciones de gran tamaño resulta más económica que un sistema tipo todo aire.
- También son más compactos debido a que necesita recircular menos flujo de agua para obtener la misma transferencia de calor.

Así como tiene las desventajas como son:

- Tiene un costo elevado de mantenimiento.
- El control de la humedad tiene limitaciones.

### 1.3.2 Concepto de Confort

Se define confort cuando que un individuo se sienta en comodidad, física y mental bajo ciertas condiciones de temperatura, humedad y desplazamiento del aire, con respecto a las actividades que desempeña el individuo. Al diseñar un sistema de climatización se toma en consideración varios aspectos para logra un ambiente cómodo para los usuarios, como son:

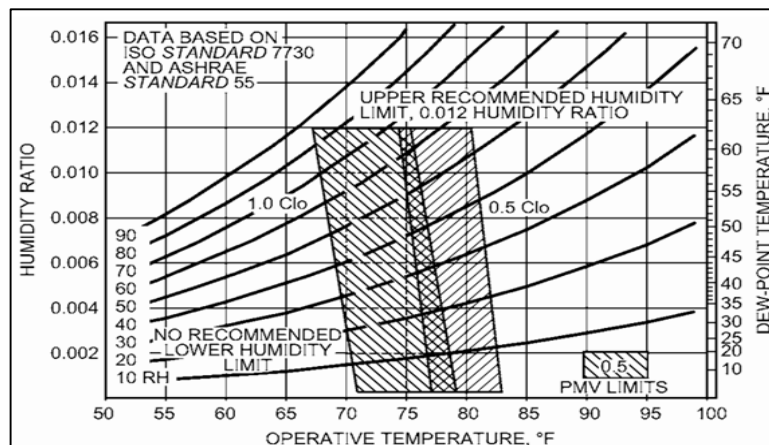
- Temperatura.
- Humedad.
- Velocidad del aire.

- Carga térmica de los objetos circundantes.
- Control de ruido de los equipos de climatización.

En el estándar de ANSI/ASHRAE 55-1981 indica las condiciones ambientales térmicas para ocupación humana, y son las siguientes:

- Las zonas de confort para este diseño se aplican para personas sedentarias o de poca actividad dentro de un ambiente.
- Las zonas de confort solo se aplican a ropas de verano e invierno.
- Las zonas de confort se aplican cuando la velocidad del aire en la zona de ocupación no exceda de 30 [Ft/min] invierno y en verano 50 [Ft/min].

En la Figura 3 se muestra el rango de confort para las personas.



**FIGURA 1.3 ZONA DE CONFORT (ASHRAE, 2009)**

### 1.3.3 Equipos de Climatización

#### 1.3.3.1 Enfriador

Un enfriador es un equipo de climatización con la capacidad de generar agua fría o agua caliente a una temperatura moderada, para usos industriales como el uso en hoteles, hospitales, estadios y otros tipos de obras civiles.



### **1.3.3.2 Unidad Manejadora de Aire**

Las unidades manejadoras de aire son aquellas que tratan el aire para las instalaciones de climatización. En estos equipos se puede purificar el aire mediante filtros, además se controla el caudal de ventilación, la temperatura y la humedad.

### **1.3.3.3 *Fan-Coil***

Los *fan-coil* son equipos terminales de un sistema de climatización, los cuales tiene como trabajo mantener la temperatura en un ambiente para las condiciones establecidas por el confort y la seguridad ocupacional de los usuarios.

### **1.3.3.4 Aire Acondicionado tipo Split**

Estos equipos mantienen una zona específica climatizada, consta de un compresor que va en el exterior de la edificación. La principal ventaja del uso de estos equipos, es que son más económicos que otros equipos de aire acondicionado, no emite mucho ruido y tiene buena estética visual.

# CAPÍTULO 2

## 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION Y VENTILACION MECANICA

### 2.1 Selección del Sistema de Climatización

La climatización de edificaciones puede realizarse con diferentes tipos de instalaciones. Para el caso de los recintos hospitalarios se tomará en las consideraciones de diseño las normas ASHRAE, para garantizar un ambiente de confort y la seguridad ocupacional de los usuarios.

Considerando los siguientes tipos de instalaciones de climatización, se realizará una matriz de decisiones para seleccionar la mejor opción para el diseño:

- Sistema todo aire
- Sistema todo agua

#### 2.1.1 Matriz de Decisión

Por medio de las definiciones de cada sistema hechas en el Capítulo 1, se construye una matriz de decisión para seleccionar el que se usará en el diseño del sistema de climatización del edificio.

La Tabla 1 muestra la calificación para la matriz de decisión

**TABLA 1.**

#### **CALIFICACIÓN PARA LA MATRIZ DE DECISIÓN**

Excelente	E	10
Muy bueno	M	8
Adecuado	A	6
Bajo	B	4

Los criterios usados para la comparación de las alternativas en la matriz de decisión fueron los siguientes:

**Consumo eléctrico:** Este criterio se lo considera debido a la demanda eléctrica que requieren los equipos. En el sistema todo aire los equipos requieren menor demanda eléctrica que en un sistema todo agua.

**Eficiencia:** Los equipos de un sistema todo aire no son tan eficientes como un equipo de sistema todo agua, debido a que la transferencia de calor que se realiza por medio del agua es mejor que la se realiza por aire.

**Área de Instalación:** Es importante tomar en cuenta el área que ocupará el equipo de climatización. Los equipos del sistema todo aire son grandes ya que necesitan espacio para el flujo de aire necesario para realizar el intercambio de calor, mientras que los equipos del sistema todo agua ocupan menor área de instalación para la misma carga térmica requerida dada la mejor capacidad del agua para transferir calor.

**Ruido:** Los equipos de climatización generan ruido, por lo que es importante evitar una contaminación auditiva hacia los usuarios.

**Distribución del aire:** En los recintos hospitalarios debido a la presencia de bacterias y microorganismos es importante tener una buena distribución del aire, para tener una seguridad ambiental adecuada para los usuarios.

**Costo de instalación:** Este criterio se considera debido al presupuesto que se tiene para el diseño del sistema de climatización y ventilación mecánica.

**Control de temperatura:** Para mantener a los usuarios en un ambiente de confort es importante el control de la temperatura en las diferentes áreas del recinto hospitalario.

**Control de humedad:** Para mantener a los usuarios en un ambiente de confort es importante el control de la humedad en las diferentes áreas del recinto hospitalario.

La Tabla 2 muestra la matriz de decisión

**TABLA 2.**  
**MATRIZ DE DECISIÓN**

CRITERIOS	SISTEMA TODO AIRE	SISTEMA TODO AGUA
Consumo Eléctrico	10	8
Eficiencia	4	10
Área de Instalación	4	8
Ruido	8	8
Distribución de aire	8	8
Costo de instalación	10	8
Control de temperatura	4	10
Control de humedad	8	8
Total	56	68

Por medio de la matriz de decisiones se selecciona el sistema todo agua, debido que es el cumple mejor desempeño para el diseño del sistema de climatización.

## **2.2 Metodología de Diseño del Sistema de Ventilación Mecánica**

Para el sistema de ventilación mecánica primero se debe reconocer las tasas sugeridas de ventilación para las áreas del recinto hospitalario. La Tabla 3 muestra las tasas de renovación de aire requeridas para las diferentes áreas que tendrá el recinto hospitalario (ASHRAE, 2011).

En el diseño también se considera que ciertas áreas necesitan estar presurizadas, esto se logra suministrando aire tratado para obtener presión positiva, y para obtener la presión negativa se emplea extracción de aire por medio de ventiladores de extracción (ASHRAE, 2011).

Para mayor facilidad de trabajo, el sistema de ductos estará conectado a las rejillas y difusores por medio de mangueras.

**TABLA 3**  
**PARÁMETROS DE DISEÑO DE VENTILACIÓN MECÁNICA PARA**  
**HOSPITALES (ASHRAE, 2011)**

UBICACIÓN	TASA	PRESIÓN
Cuartos de Tratamientos	6 cambios/hora	No requiere
Tratamientos Aislados	12 cambios/hora	Positiva
Sala de Quimioterapia	6 cambios/hora	No requiere
Terapia Física e Hidroterapia	6 cambios/hora	Negativa
Consultorios	6 cambios/hora	Positiva
Administrativo	6 cambios/hora	No requiere
Bibliotecas	8 cambios/hora	No requiere
Aulas – Sala de uso múltiple	10 cambios/hora	Negativa
Racks, Data Center	6 cambios/hora	No requiere
Baterías sanitarias	10 cambios/hora	Negativa
Área de desechos	10 cambios/hora	Negativa
Bodegas	10 cambios/hora	Negativa
Farmacia	4 cambios/hora	Positiva

### **2.2.1 Sistema de Ventilación Mecánica en Baños Generales, Bodegas, Aulas y Sala de usos Múltiples.**

Los baños contarán con sistemas de extracción central independientes. El sistema contará con ductos construidos con tol (planchas) galvanizado sin aislamiento, a los cuales se conectarán por medio de manguera flexible sin aislamiento a las rejillas individuales para cada baño que estarán ubicadas en el cielo falso de cada zona, como se indica en los planos (Anexo 1). En el exterior se ubicará el ventilador de extracción (VE), garantizando así una presión negativa en todos los ductos. Los ventiladores de extracción contarán con un arrancador con un selector con tres posiciones: “auto, off y on”.

## 2.3 Metodología de Diseño del Sistema de Aire Acondicionado

En el diseño del sistema de aire acondicionado se debe determinar la cantidad de carga térmica que requiere cada área del recinto hospitalario.

Para realizar el cálculo de carga térmica primero se debe conocer el tipo de materiales que se usarán en la edificación (Bloques, puertas, ventanas, cortinas, etc.) y la orientación del edificio.

Una vez identificado los materiales de la edificación se realizará el cálculo de carga térmica. En el cálculo de carga térmica se consideran las ganancias de calor que hay por convección, radiación, usuarios, equipos, ventilación, alumbrado, infiltraciones y ductos.

Para la selección de equipos se considera la norma ASHRAE-170 que indica la cantidad de renovaciones de aire, el propósito de esto es evitar la propagación de virus y bacterias que se transportan en el aire (Varicela, rubéola, etc.). También se consideró el tipo de filtros que necesitan los equipos: para las áreas en que se necesitan unidades manejadoras de aire se contará con filtros HEPA que son los de máxima eficiencia y para las otras áreas se usarán equipos *fan-coil* que tendrán filtros MERV (Valor reportado de eficiencia mínima) siguiendo las consideraciones de la norma ASHRAE-52.2 que indica el tipo de filtrado que se requiere para las áreas del recinto hospitalario.

### 2.3.1 Sistema de Aire Acondicionado Áreas Comunes.

El sistema de aire acondicionado del área común está diseñado para mantener las condiciones de confort adecuadas para estas áreas y eliminar la carga térmica que exista por luces, personas, cargas solares, etc.

Se dispondrá de unidades manejadoras de aire (UMA-#) con serpentines de agua helada, ubicadas dentro de los cuartos *plenum* (método que se usa para el retorno del aire hacia el equipo) de cada piso, como se indica en los planos (Anexo 1). Las unidades manejadoras estarán conectadas a través de tuberías de hierro negro a las unidades de enfriamiento, siguiendo el recorrido indicado en los planos. El aire será suministrado a través de ductos fabricados en tol galvanizado aislados con *Duct wrap*, contruidos de acuerdo a las normas ASHRAE y SMACNA, conectándose por medio de manguera flexible aislada a difusores cuadrados o rejillas de suministro tal como se indica en los planos. El retorno del aire se lo realizará por medio de ductos y rejillas de tumbado.

Cada uno de los equipos dispondrá de válvulas de corte para facilidad de mantenimiento y válvulas de control para modular la cantidad de agua helada que debe recircular en el serpentín de acuerdo a la temperatura de la zona a climatizar. Esta válvula de control estará controlada por medio de un termostato para cada zona.

### **2.3.2 Sistema de Aire Acondicionado Áreas de Consultorios.**

El sistema de aire acondicionado del área de consultorios está diseñado para mantener las condiciones de confort adecuadas para estas áreas y eliminar la carga térmica que exista por luces, personas, cargas solares, etc.

Se dispondrá de unidades tipo *fan-coil* de aire (FC-#) con serpentines de agua helada, ubicadas sobre el cielo falso de cada área, como se indica en los planos (Anexo 1). Las unidades *fan-coil* estarán conectas a través de tuberías de hierro negro a las unidades de enfriamiento siguiendo el recorrido indicado en los planos. El aire será suministrado a través de ductos fabricados en tol galvanizado aislados con Duct wrap, construidos de acuerdo a las normas ASHRAE y SMACNA, conectándose por medio de manguera flexible aislada a difusores cuadrados o rejillas de suministro tal como se indica en los planos. El retorno del aire se lo realizará por medio de rejillas de tumbado.

Cada uno de los equipos dispondrá de válvulas de corte para facilidad de mantenimiento y válvulas de control para modular la cantidad de agua helada que debe recircular en el serpentín de acuerdo a la temperatura de la zona a climatizar. Esta válvula de control estará controlada por medio de un termostato para cada zona.

## **2.4 Metodología de Diseño del Sistema de Agua Helada**

El sistema de aire acondicionado del nuevo edificio contará con equipos de producción de agua helada (Enfriadores), los cuales serán ubicados sobre la cubierta del edificio de casa de máquinas adjunto al edificio principal. Estos equipos serán enfriados por aire, los cuales tendrán la capacidad de retirar toda la carga térmica del edificio. Se modularán de acuerdo a la carga térmica del edificio, por cada día y hora que cambie la temperatura, modificando su capacidad. Desde estos equipos se realizará la recirculación de agua helada por medio de bombas centrífugas, que están conectadas a las tuberías de hierro negro aisladas, las cuales recorrerán el edificio suministrando el agua helada a cada equipo y retornando desde los mismos hacia los enfriadores, como se indica en los planos.

Las tuberías de agua helada saldrán desde el edificio por debajo de la tierra hasta llegar al edificio principal, para luego subir por los ductos verticales designados para estas instalaciones, como se indica en los planos. Los criterios de diseño para tuberías de agua de enfriamiento para los equipos de aire acondicionado de acuerdo a la norma NFPA 13, fueron los siguientes:

- Velocidad máxima en tuberías 8 [Ft/seg].
- Caída de presión máxima en tuberías 10 [Ft] /100 [Ft].

El diseño de este sistema será emulado en el software HVAC Solution – Professional. El cual indica cuales son diámetros de las tuberías que se usaran para conectar los enfriadores hacia las unidades manejadoras de aire, *fan-coil*.

## 2.5 Metodología del Cálculo de Carga Térmica

Para el cálculo referencial de este proyecto se selecciona el área de consultorio 104 ubicado en el primer piso.

- Paredes internas/externas son de bloque de 8 [in] y con un peso de 44,73 [Lb/Ft<sup>2</sup>]
- La puerta es de 0,95x2,1 [m<sup>2</sup>]
- Ventanas con vidrio simple 1,81x 2,9 [m<sup>2</sup>], con cortinas translucidas claras y enrollables.

### 2.5.1 Identificación del Tipo de Construcción

Las Tablas 4, 5, 6 y 7 muestra la conductividad térmica de los diferentes elementos de la construcción.

**TABLA 4.**

#### **CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LAS PAREDES DE LA CONSTRUCCIÓN (Pita, 2004)**

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso	Valor de U	Capacidad Calorífica
		[Lb/Ft <sup>2</sup> ]	[BTU/(Ft <sup>2</sup> -°f)]	[BTU/hr(Ft <sup>2</sup> -°f)]
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
E	Bloque de 8 in	41-57	0,29-0,40	6,30-11,30



**TABLA 5.**  
**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA PARA LA PUERTA, PISO Y TECHO (Pita, 2004)**

CONSTRUCCIÓN	VALOR DE U [BTU/hr- Ft <sup>2</sup> -°F]
PUERTAS Madera masiza: de 1 1/2 in de espesor	0,49

**TABLA 6.**  
**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA PARA EL VIDRIO (Pita, 2004)**

Paneles verticales vidrio plano, tragaluz y lamina de plástico	
DESCRIPCIÓN	EXTERIOR
Vidrio plano vidrio sencillo	0,73

**TABLA 7.**  
**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA PARA EL TECHO Y EL PISO (Pita, 2004)**

Descripción de la construcción	U
	[BTU/hr•Ft <sup>2</sup> •°F]
Concreto ligero de 6 in	0,158

### 2.5.2 Condiciones Exteriores de Diseño

Las condiciones exteriores máximo de diseño para la ciudad de Guayaquil, son las siguientes:

- Temperatura de Bulbo seco: 95 [°F]
- Humedad relativa: 81 [%]
- Altura de Operacional: 19 p .s .n .m.
- Latitud: 2° 12' 0" Sur
- Longitud: 79° 53' 0" Oeste

### 2.5.3 Condiciones Interiores de Diseño

Las condiciones interiores de diseño para el consultorio 104, de acuerdo a ASHRAE 62-2001 indica la ventilación para una aceptable calidad de aire interior, y son las siguientes:

- Temperatura de Bulbo seco: 72-76 [°F]
- Humedad Relativa: 50 [%] ± 5 [%]
- Velocidad en ductos principales: 2000 [FPM]
- Velocidad en ductos secundarios: 1500 [FPM]
- Velocidad en difusores y rejillas: 500 [FPM]
- Criterio de Ruido máximo: 30 - 35 NC

### 2.5.4 Carga Térmica por Conducción en Estructuras Exteriores e Interiores

La ganancia de calor por conducción por medio de las paredes, techo, piso que dan al exterior se calcula con la siguiente fórmula.

$$Q_{Cond} = U \cdot A \cdot DTCE_C \quad ec. 1$$

$$Q_{Cond}: \text{Ganancia de Calor} \left[ \frac{BTU}{h} \right]$$

$$U: \text{Conductividad Termica} \left[ \frac{BTU}{hr \cdot Ft^2 \cdot ^\circ F} \right]$$

$$A: \text{Area} [m^2]$$

$$DTCE_C: \text{Diferencial de temperatura para carga de enfriamiento corregido} [^\circ F]$$

El  $DTCE_C$  es un diferencial de temperatura que es considerado debido al efecto de almacenamiento de calor.

### Conductividad Térmica

La tabla 8 muestra las conductividades térmicas del tipo de construcción para el cálculo de carga térmica: paredes, puerta, vidrio, techo y piso.

**TABLA 8.**  
**CONDUCTIVIDAD DE TÉRMICA DEL TIPO DE LA CONSTRUCCIÓN (Pita, 2004)**

Descripción de la construcción	U [BTU/ (hr•Ft <sup>2</sup> •F)]
Bloque de Concreto tipo E	0,319
Puerta de Madera Maciza 1½ In	0,49
Vidrio Plano Sencillo	0,73
Techo	0,109
Piso	0,158

**Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento para paredes exteriores**

Para obtener el diferencial de temperatura  $DTCE_C$  se consideran parámetros que influyen en la carga térmica como: el color, latitud, mes, temperatura.

$$DTCE_C = [K(DTCE + LM) + (78 - T_r) + (T_o - 85)] \cdot f \quad \text{ec. 2}$$

*K: Corrección debido al color de la superficie*

- *K = 1 para superficies oscuras o áreas industriales*
- *K = 0,5 para techos de color claro en zonas rurales*
- *K = 0,65 para paredes de color claro en zonas rurale*
- *DTCE: Temperatura de la tabla 9*
- *LM: Corrección para latitud, color y mes*
- *T<sub>r</sub>: Temperatura del recinto = 69,8 [°F]*
- *T<sub>o</sub>: Temperatura de diseño exterior maxima = 95 [°F]*
- *f: Factor de corrección por ventilación en techo raso*
  - *f = 0,75 para entrepiso (Techo falso)*
  - *f = 1 para el resto de los casos*

El *LM* es el ángulo solar relacionado con la superficie de recepción en este caso la pared externa, debido que tiene sus propios parámetros de latitud, mes y orientación de la pared (ASHRAE, 2009).

La Tabla 9 muestra los diferentes valores de  $DTCE$  para las paredes, de los cuales se selecciona el valor correspondiente a la orientación SE (Sur- Este) y las 15:00 del día.

**TABLA 9.**  
**DIFERENCIA DE TEMPERATURAS PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) (Pita, 2004)**

Latitud norte, orientación de pared	Hora [hr]																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24

La Tabla 10 muestra el valor  $LM=-3$  para la orientación del local hacia el SE (Sur-Este) y el mes de Marzo debido que este mes representa la mayor carga térmica para el análisis.

**Tabla 10**  
**Corrección del DTCE por latitud y mes (Pita, 2004)**

Latitud	Mes	N	NE/NW	SE/SW	S	Hora
0	Marzo	-3	1	-3	-8	-1

De la ecuación 2 se determina el valor de  $DTCE_C$  para paredes exteriores.

$$DTCE_C = [K(DTCE + LM) + (78 - T_r) + (T_o - 85)] \cdot f$$

$$DTCE_C = [0,65(37 + (-3)) + (78 - 69,8) + (95 - 85)] \cdot 0,75 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$DTCE_C = (22,1 + 8,2 + 5,86) \cdot 0,75 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$DTCE_C = 30,42^\circ\text{F}$$

Se utiliza el valor de  $DTCE_c = 2[^\circ\text{F}]$  para las paredes interiores debido a que su temperatura no tiene una variación significativa comparada con las paredes exteriores.

Con la Ecuación 1 se obtiene el valor de las cargas térmicas por conducción de las estructuras del edificio, en la Tabla 11 se resume el resultado de las cargas térmicas.

**TABLA 11.**  
**RESULTADO DE CARGA TÉRMICA DE LOS ELEMENTOS DE LA EDIFICACIÓN. (Pita, 2004)**

Elemento de Edificaciones	U [BTU/ (hr•ft <sup>2</sup> •F)]	Área [m <sup>2</sup> ]	Área [Ft <sup>2</sup> ]	DTCEc [°F]	Q [BTU/ h]
Pared Interior	0,32	36,70	394,62	2,00	251,77
Pared Interior	0,32	36,67	394,30	2,00	251,56
Pared Interior	0,32	12,61	135,59	2,00	86,51
Pared Exterior	0,32	12,61	135,59	30,42	1315,78
Puerta	0,49	2	21,51	2,00	21,08
Piso	0,158	24,59	264,41	2,00	83,55
Techo	0,109	24,59	264,41	2,00	57,64
Total					2067,89

$$Q_{Cond} = 2067,89 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.5 Carga Térmica por Radiación en Vidrios

La carga térmica por la radiación a través de los vidrios se calcula por medio de la siguiente expresión.

$$Q_V = FGCS \cdot A_V \cdot CS \cdot FCE_V \quad \text{ec. 3}$$

Donde:

$$Q_V: \text{Ganancia neta por radiación en vidrios} \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

$$FGCS: \text{Factor de ganancia máxima de calor solar} \left[ \frac{BTU}{hr \cdot Ft^2} \right]$$

$CS$ : Coeficiente de sombra

$FCE_v$ : Factor de carga de enfriamiento para el vidrio

$A_v$ : Area de la ventana

### Factor de ganancia máxima de calor solar

El valor de  $FGCS = 170 \left[ \frac{BTU}{hr \cdot Ft^2} \right]$  se obtiene por medio de la tabla 12 con los siguientes parámetros.

- Latitud= 0
- Orientación SE debido que es la que está expuesta al exterior
- Mes: Marzo que es el más crítico.

**TABLA 12.**  
**RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FGCS (Pita, 2004)**

Mes	Orientación			
	N	NE/NW	SE/SW	S
Marzo	38	170	170	38
Septiembre	40	163	163	40

Las ventanas tienen cortinas translucidas claras enrollables y vidrio sencillo, en la Tabla 13 muestra el valor de coeficiente de sombreado  $CS = 0,39$ .

**TABLA 13.**  
**COEFICIENTE DE SOMBRADO PARA VIDRIOS CS (Pita, 2004)**

Tipo de vidrio	Tipo de sombreado interior		
	Persianas enrollables		
	Opacas		Translucidas
	Oscuro	Claro	Claro
Sencillo Claro	0,59	0,25	0,39

### Factor de carga de enfriamiento para el vidrio

La tabla 14 muestra el valor de  $FCE_V = 0,36$ . El cual está en función de los siguientes parámetros:

- Ventana exterior en orientación SE (Debido que es la ventana que está expuesta al exterior)
- Hora 15 del día
- Tipo de construcción media

Existen 3 tipos de construcción y son las siguientes (ASHRAE, 2009):

- Ligera.- para paredes exteriores con un peso de 30 [Lb/Ft<sup>2</sup>]
- Media.- para paredes exteriores con un peso de 70 [Lb/Ft<sup>2</sup>]
- Pesada.- para paredes exteriores con un peso de 130 [Lb/Ft<sup>2</sup>]

**TABLA 14.**  
**FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA VIDRIO (Pita, 2004)**

Latitud norte. Ventana viendo hacia	Construcción del recinto	Hora [hr]
		15
N	Media	0,76
NE	Media	0,28
NW	Media	0,30
SE	Media	0,36
SW	Media	0,53
S	Media	0,53

De la ecuación 3 se determina la carga térmica por el vidrio

$$Q_V = FGCS \cdot A_V \cdot CS \cdot FCE_V$$

$$Q_V = \left(170 \left[ \frac{BTU}{hr \cdot Ft^2} \right] \right) \cdot (50,65 [Ft^2]) \cdot (0,39) \cdot (0,36)$$

$$Q_V = 1208,91 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.6 Carga Térmica por Alumbrado

Para el cálculo de carga térmica por alumbrado se lo realiza por medio de la siguiente expresión.

$$Q_A = 3,4 \cdot W \cdot FB \cdot FCE \quad \text{ec. 4}$$

Donde:

$Q_A$ : Ganancia de calor por alumbrado

$W$ : Capacidad de Alumbrado

$FB$ : Factor de Balastra

$FCE_A$ : Factor de carga de Enfriamiento por alumbrado

Cantidad de lámparas fluorescentes: 4

Potencia en Watts: 32 [W]

$FB$ : 1,25 para lámparas fluorescentes

$FCE$ : 1 para horario de trabajo normal en el tiempo de ocupación del recinto

$$Q_A = 3,4 \left[ \frac{BTU/hr}{1[W]} \right] \cdot W \cdot FB \cdot FCE$$

$$Q_A = 3,4 \cdot (32 \cdot 4) \cdot 1,25 \cdot 1$$

$$Q_A = 544 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.7 Carga Térmica por Personas

Las personas tienen una carga térmica sensible y una carga térmica latente, para el cálculo de la carga térmica por persona se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{SP} = q_{SP} \cdot n \cdot FCE_p \quad \text{ec. 5}$$

$$Q_{LP} = q_{LP} \cdot n \quad \text{ec. 6}$$

Donde:

$Q_{SP}$ : Ganancia de calor sensible

$Q_{LP}$ : Ganancia de calor Latente

$q_{LP}$ : Ganancia de calor latente por persona

$q_{SP}$  = Ganancia de calor sensible por persona

$n$ : Numero de personas

$FCE_p$ : Factor de carga de enfriamiento por persona



Por medio de la tabla 15 muestra los valores para  $q_{SP} = 245 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$  y  $q_{LP} = 155 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$

**TABLA 15**

**GANANCIA DE CALOR POR PERSONA SEGÚN SU ACTIVIDAD (ASHRAE, 2009)**

		Calor Sensible	Calor Latente
Grado de Actividad	Localización	[Btu/hr]	[Btu/hr]
Sentado con trabajo ligero	Oficinas, hoteles y departamentos	245	155

La Tabla 15 muestra el valor de  $FCE_p = 0,21$ . Considerando que son 8 horas laborables en el edificio y se retorna a las actividades después de 12 horas.

**TABLA 16.**

**FACTOR DE CALOR SENSIBLE PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO POR PERSONAS (Pita, 2004)**

Horas totales en el recinto	Horas después de cada entrada al recinto
	15
8	0,13

En el consultorio tendrá un máximo de 3 persona, el Doctor, el paciente y un acompañante del mismo.

De la ecuación 5 se obtiene el valor de la carga térmica sensible por personas.

$$Q_{SP} = q_{SP} \cdot n \cdot FCE_p$$

$$Q_{SP} = 245 \left[ \frac{BTU}{hr} \right] \cdot 3 \cdot 0,13$$

$$Q_{SP} = 95,55 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

De la ecuación 6 se obtiene la carga térmica latente por personas

$$Q_{LP} = q_{LP} \cdot n$$

$$Q_{LP} = 150 \left[ \frac{BTU}{hr} \right] \cdot 3$$

$$Q_{LP} = 450 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.8 Carga Térmica por Equipos

Para la selección de carga térmica por equipo se consideró que en el consultorio habrá un computador portátil con una carga térmica de  $Q_E = 90 [W] = 307,09 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$  (ASHRAE, 2009)

### 2.5.9 Carga Térmica por Infiltraciones

Para las cargas térmicas por infiltraciones se consideran las ganancias de calor tanto sensible como latente generadas por las fisuras de las ventanas y puertas, y el cálculo se lo realiza por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{SI} = 1,1 \cdot CFM \cdot CT \quad ec. 7$$

$$Q_{LI} = 0,68 \cdot CFM \cdot (W_e - W_i) \quad ec. 8$$

Donde:

$Q_{SI}$ : Ganancia de calor sensible por infiltraciones

$Q_{LI}$ : Ganancia de calor latente por infiltraciones

$CFM$ : Flujo de aire

$CT$ : Cambio de temperatura entre el aire exterior y el aire interior

$W_e - W_i$ : Diferencia de humedad entre la exterior y la interior

La Tabla 17 muestra los valores de las tasas de infiltraciones para ventanas y puertas.

**TABLA 17**  
**TASAS DE INFILTRACIONES PARA VENTANAS Y PUERTAS (Pita, 2004)**

Componentes	Tasa de infiltración	
Ventanas	0.75	CFM/ Ft de fisura
Puertas	1.0	CFM/ Ft de fisura

El perímetro de la puerta es 19,72 Ft y el perímetro de la ventana es 30,91 Ft

El  $CT$  se lo obtiene por medio de la diferencia entre la temperatura del aire exterior  $T_E = 95^\circ F$  y la temperatura de aire interior  $T_I = 72^\circ F$

$$CT = T_E - T_I = 95 - 72 = 23 [^\circ F]$$

Ventana

$$Q_{SI} = 1,1 \cdot CFM \cdot CT$$

$$Q_{SI} = 1,1 \left[ \frac{BTU \cdot min}{hr \cdot Ft^3 \cdot ^\circ F} \right] \cdot (0,75 \cdot 30,91) \left[ \frac{Ft^3}{min} \right] \cdot 23[^\circ F]$$

$$Q_{SI} = 586,52 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

**Puerta**

$$Q_{SI} = 1,1 \cdot CFM \cdot CT$$

$$Q_{SI} = 1,1 \left[ \frac{BTU \cdot min}{hr \cdot Ft^3 \cdot ^\circ F} \right] \cdot (1 \cdot 19,72) \left[ \frac{Ft^3}{min} \right] \cdot 23[^\circ F]$$

$$Q_{SI} = 498,92 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

La relación de humedad de la ciudad de Guayaquil es de  $W_e = 81\%$  para el mes de marzo y la humedad interior del edificio  $W_i = 50\%$

**Ventana**

$$Q_{LI} = 0,68 \cdot CFM \cdot (W_e - W_i)$$

$$Q_{LI} = 0,68 \cdot (0,75 \cdot 30,91) \cdot (81 - 50)$$

$$Q_{LI} = 488,69 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

**Puerta**

$$Q_{LI} = 0,68 \cdot CFM \cdot (W_e - W_i)$$

$$Q_{LI} = 0,68 \cdot (1 \cdot 19,72) \cdot (81 - 50)$$

$$Q_{LI} = 415,70 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

**Calculo de Carga de infiltraciones**

$$Q_{SI} = 586,52 + 498,92 = 1085,44 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

$$Q_{LI} = 488,69 + 415,70 = 904,39 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.10 Carga Térmica por Ventilación

#### Renovación de Aire por hora

Mediante las condiciones de diseño para ventilación mecánica son las siguientes:

- Consultorio debe tener un cambio de aire  $CA = 6$  (ASHRAE, 2011)
- Consta con volumen  $V = 2,92[m] \cdot 8,42[m] \cdot 2,20[m] = 54,09[m^3] = 1910,17[ft^3]$
- El valor del flujo de aire en CFM se lo calcula por medio de la siguiente fórmula

$$CFM = \frac{CA \cdot V}{60} = \frac{6 \cdot 1910,17[ft^3]}{60 \text{ min}}$$
$$CFM = 191,02 \left[ \frac{ft^3}{min} \right]$$

#### Carga térmica de calor sensible por ventilación

Por medio de la ecuación 7 se obtiene el valor de la carga térmica de calor sensible por ventilación.

$$Q_{SV} = 1,1 \cdot CFM \cdot CT$$

$$Q_{SV} = 1,1 \left[ \frac{BTU \cdot min}{hr \cdot ft^3 \cdot ^\circ F} \right] \cdot 191,02 \left[ \frac{ft^3}{min} \right] \cdot (95 - 72)[^\circ F]$$

$$Q_{SV} = 4832,81 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

#### Carga térmica de calor latente por ventilación

De la ecuación 8 se obtiene el valor de la carga térmica de calor latente por ventilación.

$$Q_{LV} = 0,68 \cdot CFM \cdot (W - W_i)$$

$$Q_{LV} = 0,68 \left[ \frac{BTU \cdot min}{hr \cdot ft^3 \cdot \%} \right] \cdot 191,02 \left[ \frac{ft^3}{min} \right] \cdot (81\% - 50\%)$$

$$Q_{LV} = 4026,70 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.11 Carga Térmica en Ductos

La ganancia de calor en los ductos, se la calcula con la siguiente ecuación.

$$Q_D = U \cdot A \cdot DT \quad \text{ec. 9}$$

Donde:

$Q_D$ : Ganancia de calor en los ductos

$U$ : Coeficiente global de transferencia de calor

- Se recomienda el valor de  $U = 0,25 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$  (Pita, 2004)

$A$ : Area del ducto (18x10 [in<sup>2</sup>] con longitud de 1,5 [Ft])

$DT$ : Diferencial de temperatura entre el aire del ducto y los alrededores

Por medio de la ecuación 9 se determina la carga térmica en los ductos

$$A = \left( 2 \cdot 18 [in] \cdot \left( \frac{1 [Ft]}{12[in]} \right) \right) + \left( 2 \cdot 10[in] \cdot \left( \frac{1 [Ft]}{12[in]} \right) \right) \cdot 1.5[Ft]$$

$$A = 7[Ft^2]$$

$$DT = 95^\circ F - 72^\circ F$$

$$U = 0,25$$

$$Q_D = U \cdot A \cdot DT$$

$$Q_D = 0,25 \left[ \frac{BTU}{hr \cdot Ft^2 \cdot ^\circ F} \right] \cdot 7[Ft^2] \cdot 23[^\circ F]$$

$$Q_D = 40,25 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

### 2.5.12 Carga de Calor Neta de Consultorio 104

La ganancia de calor neta es la sumatoria de todas las cargas térmicas, y en el área del consultorio 104 es la siguiente:

$$Q_{neta} = Q_{Cond} + Q_V + Q_A + Q_{SP} + Q_{LP} + Q_E + Q_{SI} + Q_{LI} + Q_{SV} + Q_{LV} + Q_D$$

$$Q_{neta} = 2067,89 + 1208,91 + 544 + 95,55 + 450 + 307,09 + 1085,44 + 904,39 + 4832,81 \\ + 4026,70 + 40,25$$

$$Q_{neta} = 15563,03 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

Se debe considerar que el sistema de climatización solo trabaja las 8 horas de oficina, por lo tanto para lograr que llegue a la temperatura de diseño interior con rapidez, se añade un margen de seguridad de 40%.

Entonces la capacidad de carga de enfriamiento es de:

$$Q_E = Q_T + 0.4 \cdot Q_T$$

$$Q_E = 15563.03 + 0,4 \cdot 15563.03$$

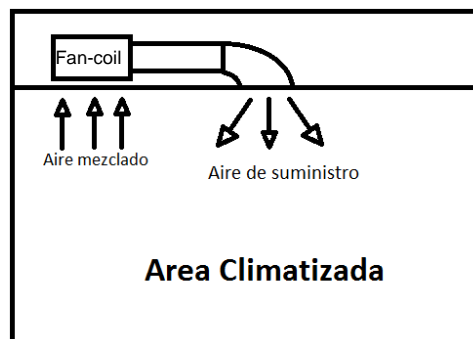
$$Q_E = 21788,24 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$$

Con este valor se selecciona un *fan-coil* de  $Q_E = 21788,24 \left[ \frac{BTU}{hr} \right]$  pero el *fan-coil* con capacidad más cercana que se puede obtener en el mercado es de 29000  $\left[ \frac{BTU}{hr} \right]$ .

### 2.5.14 Temperatura y Humedad por Aire Mezclado

Para verificar que los equipos estén trabajando en óptimas condiciones, en esta sección se calculará la temperatura y humedad que ingresa al equipo.

Se consideran 4 renovaciones de aire que serán de un suministro aproximado al 66.67% y 2 renovaciones de aire exterior con un aproximado de 33.33% como se muestra en la Tabla 18, para ser mezclado por el equipo de aire acondicionado, como se muestra en la Figura 4.



**FIGURA 2.1 ESQUEMA DEL INGRESO DE AIRE MEZCLADO DEL EQUIPO**

**TABLA 18.**  
**RENOVACIÓN DE AIRE EXTERIOR Y DE RECIRCULACIÓN**

Equipo	CFM	Aire Exterior (33.33%)	Aire de Suministro (66.67%)
Fan-Coil	1100	366.63	733.37

**Temperatura de bulbo seco de aire mezclado**

Por medio de esta ecuación se puede determinar la temperatura del aire que ingresa al equipo.

$$T_B = \frac{(CFM_1 \cdot T_E) + (CFM_2 \cdot T_I)}{CFM_3} \quad \text{ec. 10}$$

Donde:

$CFM_1$ : Es el flujo de aire exterior

$CFM_2$ : Es el flujo de aire de recirculación

$T_E$ : Temperatura de diseño exterior

$T_I$ : Temperatura de diseño interior

$$T_B = \frac{(366.63 \cdot 95[^\circ\text{F}]) + (733.37 \cdot 72[^\circ\text{F}])}{1100}$$

$$T_B = 79.6772^\circ\text{F}$$

**Relación de humedad del aire mezclado**

Por medio de la ecuación 10 se puede determinar la humedad de aire mezclado que ingresa al equipo

$$W = \frac{(CFM_1 \cdot W_e) + (CFM_2 \cdot W_i)}{CFM_3} \quad \text{ec. 11}$$

Donde:

$CFM_1$ : Es el flujo de aire exterior

$CFM_2$ : Es el flujo de aire de recirculación

$W_E$ : Humedad de diseño exterior

$W_1$ : Humedad de diseño interior

$$W = \frac{(366.63 \cdot 81\%) + (733.37 \cdot 50\%)}{1100}$$

$$W = 60.33\%$$

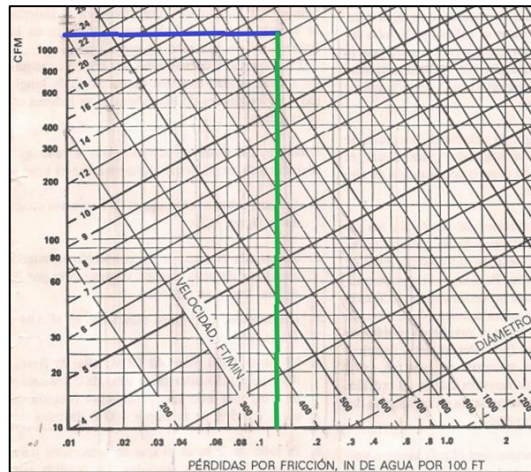
La Tabla 19 se resume el resultado de la temperatura y humedad de aire mezclado que ingresa al equipo.

**TABLA 19  
TEMPERATURA Y RELACIÓN DE HUMEDAD**

	Temperatura de bulbo seco $T_B$ [°F]	Relación de humedad $W$ [%]
Aire Mezclado	79.68	60.33
Aire del Recinto	72	50

## 2.6 Dimensionamiento de los Ductos

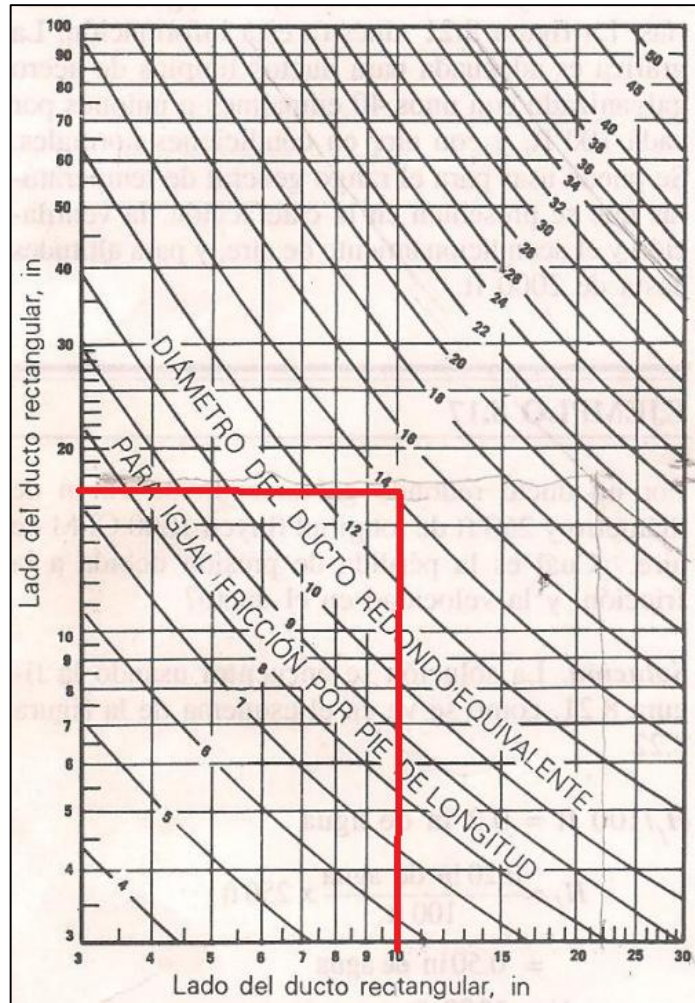
El dimensionamiento de los ductos secundarios se basa en el flujo de volumétrico de aire 1500 [FPM] y la caída de presión por fricción en ductos (0,13 [in] de H<sub>2</sub>O por 100 [Ft] – Obtenido de la norma ASHRAE 62). En la figura 5 se muestra el diagrama para ductos circulares, y se obtiene el valor aproximado a 14 [in].



**FIGURA 2.2 DIAGRAMA PARA SELECCIÓN DE DUCTOS CIRCULARES (Pita, 2004)**



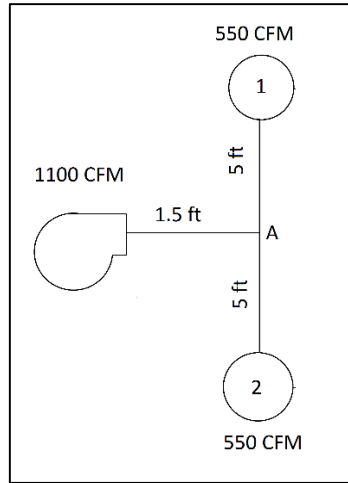
Para mayor facilidad de instalación se convertirán los ductos circulares en ductos rectangulares, la Figura 6 muestra que el ducto rectangular equivalente es de 10x17 [in<sup>2</sup>], pero en la fabricación se arma con la medida 10x18 [in<sup>2</sup>].



**FIGURA 2.3 DIAGRAMA PARA SELECCIÓN DE DUCTOS CUADRADOS  
(Pita, 2004)**

### Demostración del método de igual fricción

El sistema de ducto para el consultorio se muestra en la Figura 6 y con la Tabla 21 se calcula la pérdida por fricción en los ductos. La distancia de 1.5 [Ft] corresponde al ducto galvanizado y las dos distancias de 5 [Ft] corresponden a los dos ductos flexibles.



**FIGURA 2.4 SISTEMA DE DUCTOS DEL CONSULTORIO 104**

**TABLA 20**

### MÉTODO DE IGUAL FRICCIÓN

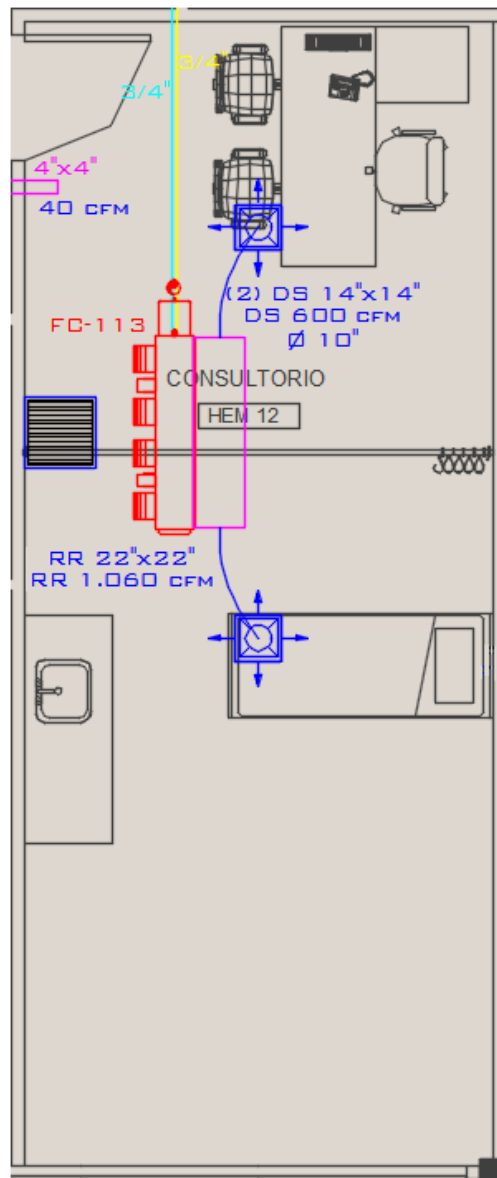
Sección	Cantidad de aire	Longitud equivalente	Dimensión	Velocidad actual
	CFM	Ft	In	FPM
A	1100	1,50	18 x 10	1500
A-1	550	5	10	750
A-2	550	5	10	750

$$Tasa\ de\ fricción = 0,13 \left[ in. \frac{wg}{100Ft} \right]$$

$$Total\ longitud = 11,50 [Ft]$$

$$Perdida\ por\ fricción = 11,5[ft] \cdot 0,13 \left[ in. \frac{wg}{100Ft} \right] = 0,015 [in. wg]$$

Con los resultados se obtiene un esquema que se muestra en la Figura 7 de cómo serían instalados los sistemas de climatización y ventilación mecánica, que consta de un *fan-coil* con capacidad de 29000 BTU/hr, sus tuberías de hierro negro, el ingreso de un ducto de suministro de 4"x4" que viene de las unidad manejadora de aire para generar la presión positiva que se requiere en esta área, el ducto de suministro del *fan-coil*, rejillas de retorno y difusores de suministro.



**FIGURA 2.5 ESQUEMA DE PLANTA DEL CONSULTORIO 104**

# CAPÍTULO 3

## 3.1 Resultados

En esta sección se muestran los resultados de la selección de equipos de y los costos de los mismos incluyendo los gastos de instalación

### 3.1.1 Selección de equipos

Para la selección de equipos se considera la norma ASHRAE-170 que indica la cantidad de renovación de aire y el tipo de filtración.

#### 3.1.1.1 Fan-coil

Mediante el procedimiento mostrado en el Capítulo 2 se determinaron los equipos necesarios para cada área específica del recinto hospitalario.

Entre las unidades *fan-coil* se obtuvo de 4 capacidades diferentes. Debido a la carga térmica es diferente en cada área específica.

- *Fan-Coils* de 17.200 [BTU/hr] se muestra en la Tabla 21.

**TABLA 21.**

#### **UBICACIÓN DE UNIDADES FAN-COIL DE 17.200 BTU/H**

<i>Unidades Fan Coil 17.200 BTU/H</i>	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
JEFE ATENCION AL USUARIO PLANTA BAJA	FC-PB01
JEFE SISTEMA DE INFORMACIÓN / ARCHIVO PB	FC-PB03
JEFE ATENCION AL USUARIO PLANTA BAJA	FC-PB04
VENTANILLA ATENC. USUARIO PLANTA BAJA	FC-PB06
AREA DE ARCHIVO PLANTA BAJA	FC-PB11
JEFE DE ARCHIVO PLANTA BAJA	FC-PB12
APOYO JEFATURA / JEFE DE AREA PLANTA BAJA	FC-PB13
CONFORT MEDICO PRIMER PISO	FC-111
CONSULTORIO MED INTERNA 1 SEGUNDO PISO	FC-201
CONSULTORIO MED INTERNA 2 SEGUNDO PISO	FC-202
CONSULTORIO MED INTERNA 4 SEGUNDO PISO	FC-204
GABINETE OFTALMOLOGIA SEGUNDO PISO	FC-205

<i>Unidades Fan Coil 17.200 BTU/H</i>	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
GABINETE OFTALMOLOGIA SEGUNDO PISO	FC-206
GABINETE ORL SEGUNDO PISO	FC-210
GABINETE NEUMOLOGIA SEGUNDO PISO	FC-218
CONSULTORIO MED INTERNA 7 SEGUNDO PISO	FC-219
CONSULTORIO CIRUGIA 3 SEGUNDO PISO	FC-221
CONSULTORIO CIRUGIA 4 SEGUNDO PISO	FC-222
GABINETE CIRUGIA SEGUNDO PISO	FC-223
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	FC-301
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	FC-302
GABINETE CARDIOLOGIA TERCER PISO	FC-303
CONSULTORIOS ODONTOLOGICOS (1/2) TERCER PISO	FC-304
CONSULTORIOS ODONTOLOGICOS (2/2) TERCER PISO	FC-305
APOYO DENTAL TERCER PISO	FC-306
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	FC-311
CONSULTORIO CIRUGIA TERCER PISO	FC-312
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	FC-313
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-317
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-319
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-320
GABINETE PEDIATRIA TERCER PISO	FC-321
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-322
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-323
GABINETE PEDIATRIA TERCER PISO	FC-324
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-328
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	FC-329
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	FC-330

- *Fan-Coils* de 19.800 [BTU/hr] se muestra en la Tabla 22.

**TABLA 22.**

**UBICACIÓN DE UNIDADES FAN-COIL DE 19.800 BTU/H**

<i>Fan-Coil 19.800 BTU/H</i>	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
TRABAJO SOCIAL PLANTA BAJA	FC-PB08
SALA DE REUNIONES PRIMER PISO	FC-112
CONSULTORIO MED INTERNA 3 SEGUNDO PISO	FC-203
CONSULTORIO MED INTERNA 6 SEGUNDO PISO	FC-216
CONSULTORIO CIRUGIA 1 SEGUNDO PISO	FC-217
CONSULTORIO CIRUGIA 2 SEGUNDO PISO	FC-220
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	FC-318

- *Fan-Coils* de 29.000 [BTU/hr] se muestra en la Tabla 23.

**TABLA 23.**

**UBICACIÓN DE UNIDADES FAN-COIL DE 29.000 BTU/H**

<i>Fan-Coil 29.000 BTU/H</i>	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
ESTACIÓN DE TRABAJO PLANTA BAJA	FC-PB05
JEFE DE AREA / OFICINA PLANTA BAJA	FC-PB07
ASISTENTE JEFATURA / JEFATURA FARMACIA PLANTA BAJA	FC-PB14
SALA DE QUIMIOTERAPIA PRIMER PISO	FC-101
PREPARACION MEDICACIÓN PRIMER PISO	FC-107
CONSULTORIO 1 PRIMER PISO	FC-109
CONSULTORIO 2 PRIMER PISO	FC-110
CONSULTORIO 104 PRIMER PISO	FC-113
CONSULTORIO GINECOLOGIA 1 SEGUNDO PISO	FC-207
CONSULTORIO GINECOLOGIA 2 SEGUNDO PISO	FC-208
GABINETE ORL SEGUNDO PISO	FC-211
GABINETE TRAUMATOLOGIA SEGUNDO PISO	FC-212
CONSULTORIO GINECOLOGIA 5 SEGUNDO PISO	FC-214
CONSULTORIO GINECOLOGIA 6 SEGUNDO PISO	FC-215
CONSULTORIO GINECOLOGIA 7 SEGUNDO PISO	FC-224
CONSULTORIO GINECOLOGIA 8 SEGUNDO PISO	FC-225
GABINETE NEUROLOGIA SEGUNDO PISO	FC-227

<i>Fan-Coil 29.000 BTU/H</i>	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
GABINETE GINECO-OBST SEGUNDO PISO	FC-228
GABINETE GINECO-OBST SEGUNDO PISO	FC-229
CONSULTORIO GINECO OBST 1 TERCER PISO	FC-308
CONSULTORIO GINECO OBST 2 TERCER PISO	FC-309
CONSULTORIO GINECO OBST 3 TERCER PISO	FC-315
CONSULTORIO GINECO OBST 4 TERCER PISO	FC-316
CONSULTORIO NEONATOLOGIA 1 TERCER PISO	FC-325
CONSULTORIO NEONATOLOGIA 2 TERCER PISO	FC-327
CONSULTORIO GINECO OBST 5 TERCER PISO	FC-332

- *Fan-Coil* de 34.300 [BTU/hr] se muestra en la Tabla 24.

**TABLA 24.**  
**UBICACIÓN DE UNIDADES FAN-COIL DE 34.300 BTU/H**

Unidades Fan Coil 34.300 BTU/H	
AMBIENTE/UBICACIÓN	CODIGO
SALA DE REUNIONES PLANTA BAJA	FC-PB09
SALA TRAT Y BLOQUEOS PRIMER PISO	FC-104
SALA TERAP GRUPALES PRIMER PISO	FC-105
CONSULTORIO GINECOLOGIA 12 SEGUNDO PISO	FC-233
CONSULTORIO GINECO OBST TERCER PISO	FC-333
ESTACIÓN DE TRABAJO PLANTA BAJA	FC-PB09

### 3.1.1.2 Unidades Manejadoras de Aire

Las unidades manejadoras de aire (UMA) fueron seleccionadas para controlar el ambiente de los pasillos, el cuarto piso, y áreas como quimioterapia, sala de tratamiento de hemodiálisis, etc. como se muestra en la Tabla 25.

**TABLA 25**  
**ÁREAS DE CONTROL DE LAS UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE**

Unidades Manejadoras de Aire	Control de áreas	[BTU/hr]	[CFM]
UMA 101	SALA DE RECEPCIÓN, PASILLO, SALA DE ESPERA, ESCLUSA, DESECHOS, Y TRATAMIENTO AMBULATORIO	311400	7200
UMA 102	PASILLO, SALA DE ESPERA, REPOSTERÍA, DESECHOS, LENCERÍA Y BODEGA	316500	7600
UMA 103	QUIMIOTERAPIA	108900	3080
UMA 104	SALA DE TRATAMIENTO DE HEMODIÁLISIS, TRATAMIENTO DE PACIENTE INFECCIOSO, SALA DE PROCEDIMIENTOS, UTENSILIOS LIMPIOS Y UTENSILIOS SUCIOS	208600	5250
UMA 201	PASILLO	242100	5470
UMA 202	PASILLO	325700	7420
UMA 301	PASILLO	242100	5470
UMA 302	PASILLO	325700	7420
UMA 401	DISTRIBUIDO POR TODAS LAS ÁREAS DEL 4TO PISO	471100	16715
UMA 402		549100	20230
UMA 403		122200	3545
UMA PB01	SALA DE ESPERA Y PASILLO	325500	8060
UMA PB02	INFORMACIÓN Y PASILLO	344600	8115
UMA PB03	ABASTECIMIENTO, PREPARACIÓN UNIDOSIS, DISPENSACIÓN ESCLUSA, FARMACOTEC Y DIGITACIÓN	196600	5335

### 3.1.1.3 Enfriadores

Los enfriadores fueron seleccionados de tal forma que dos cumplan con la carga térmica necesaria para el recinto hospitalario y el otro enfriador adicional sirva para mantenimientos y para que los otros equipos no trabajen a carga completa durante todo la jornada de uso.

**TABLA 26.**  
**SELECCIÓN DE ENFRIADORES**

ENFRIADOR	CANTIDAD (u)	TR	BTU/hr
Enfriado por aire	3	165,3	1983700



### 3.1.1.4 Aires Acondicionados Tipo Split

Estos tipos de aire acondicionado fueron seleccionados para las áreas de cuartos de *RACK*, y cuarto de ascensores. Debido a que en estas áreas deben estar siempre climatizadas para evitar el recalentamiento de los equipos.

**TABLA 27**  
**SELECCIÓN DE LAS UNIDADES TIPO SPLIT**

Aire Acondicionado Tipo Split	CANTIDAD (u)	BTU/hr
Unidad evaporadora	7	12000
Unidad condensadora	7	12000

### 3.1.1.5 Bombas

Las bombas fueron seleccionadas de tal forma que tres bombas puedan circular la cantidad de agua helada que requieren los equipos de climatización, y una bomba adicional como respaldo, formando un circuito cerrado para la distribución de agua. Las bombas fueron seleccionadas usando el programa HVAC Solution – Professional.

**TABLA 28**  
**SELECCIÓN DE BOMBAS**

EQUIPO	CANTIDAD (u)	GPM	Ft
Bombas	4	395,6	52,7

### 3.1.2 Costo total de la obra

En esta sección se muestra el cálculo del costo total del sistema de climatización y ventilación mecánica del bloque ambulatorio del hospital “Dr. Abel Gilbert Pontón”. En la tabla 29 se indica el desglose de los equipos y accesorios del proyecto.

**TABLA 29**  
**COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>Sistema de enfriamiento</b>				
1	Maquina Enfriadora 165,3 TR	unidad	3	210030,16	630090,48
2	Bombas de agua helada	unidad	4	6681,23	26724,92
	<b>Equipos</b>				
3	Unidad fan coil 17,200 BTU/H	unidad	38	774,36	29425,68
4	Unidad fan coil 19,800 BTU/H	unidad	7	843,20	5902,40
5	Unidad fan coil 29,000 BTU/H	unidad	27	1183,61	31957,47
6	Unidad fan coil 34,300 BTU/H	unidad	6	1254,46	7526,76
7	Unidad split de pared 12000 BTU/H	unidad	7	1525,65	10679,55
8	Unidad manejadora de 7650 CFM	unidad	7	17276,14	120932,98
9	Unidad manejadora de 3400 CFM	unidad	1	12295,22	12295,22
10	Unidad manejadora de 5250 CFM	unidad	2	17054,40	34108,80
11	Unidad manejadora de 16715 CFM	unidad	1	25763,34	25763,34
12	Unidad manejadora de 20230 CFM	unidad	1	31220,25	31220,25
13	Unidad manejadora de 8200 CFM	unidad	2	20125,30	40250,60
	<b>Ventilador de extracción</b>				
14	Ventilador de 50 CFM	unidad	1	25,00	25,00
15	Ventilador centrifugo 400-700 CFM	unidad	2	1693,34	3386,68
16	Ventilador centrifugo 1500 CFM	unidad	1	4051,93	4051,93
17	Ventilador centrifugo 11000 CFM	unidad	2	18250,25	36500,50
	<b>Control</b>				
18	Control por grupos, hasta 16 equipos aire acondicionado	unidad	14	4146,97	58057,58
19	Cable de control 1030 A	metro lineal	1861	43,20	80395,20
20	Cable de fuerza	metro lineal	1861	77,60	144413,60
21	Termostato	Unidad	300	95,03	28509,00
	<b>Ducteria</b>				
22	Ducto de tol galvanizado sin aislamiento	Kilogramo	6313,7	6,74	42554,20
23	Ducto de tol galvanizado con aislamiento	Kilogramo	18423,29	8,99	165625,38
24	Ducto de tol galvanizado con aislamiento para intemperie	kilogramo	2296,48	9,50	21816,56
25	Ducto flexible de 10" con aislamiento	metro lineal	480	24,19	11611,20
26	Ducto flexible de 12" con aislamiento	metro lineal	76,3	27,65	2109,69
ITE M	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>Difusores de suministro</b>				
27	Difusor de suministro 6"x6" Aluminio Blanco	unidad	3	43,78	131,34

28	Difusor de suministro 8"x8" Aluminio Blanco	unidad	6	58,75	352,50
29	Difusor de suministro 10"X10" Aluminio Blanco	unidad	25	74,30	1857,50
30	Difusor de suministro 12"X12" Aluminio Blanco	unidad	116	89,85	10422,60
31	Difusor de suministro 14"X14" Aluminio Blanco	unidad	113	101,35	11452,55
32	Difusor de suministro 16"X16" Aluminio Blanco	unidad	9	114,32	1028,88
33	Difusor de suministro 18"X18" Aluminio Blanco	unidad	1	129,45	129,45
34	Difusor de suministro 24"X24" Aluminio Blanco	unidad	49	145,47	7128,03
35	Difusor de suministro 12"X12" con filtro	unidad	1	135,67	135,67
36	Difusor de suministro 24"X24" con filtro	unidad	2	197,23	394,46
37	Difusor de suministro 24"X36" con filtro	unidad	1	226,89	226,89
38	Difusor de suministro 24"X48" con filtro	unidad	2	251,787	503,57
	<b>Rejillas de extracción</b>				
39	Rejilla de retorno 4"x4" Aluminio Blanco	unidad	1	65,78	65,78
40	Rejilla de retorno 6"x6" Aluminio Blanco	unidad	49	74,32	3641,68
41	Rejilla de retorno 8"x8" Aluminio Blanco	unidad	48	89,85	4312,80
42	Rejilla de retorno 10"X10" Aluminio Blanco	unidad	18	110,59	1990,62
43	Rejilla de retorno 12"X12" Aluminio Blanco	unidad	21	126,14	2648,94
44	Rejilla de retorno 14"x14" Aluminio Blanco	unidad	22	146,87	3231,14
45	Rejilla de retorno 16"x16" Aluminio Blanco	unidad	13	165,20	2147,60
46	Rejilla de retorno 18"x18" Aluminio Blanco	unidad	14	183,96	2575,44
47	Rejilla de retorno 20"x20" Aluminio Blanco	unidad	16	201,85	3229,60
48	Rejilla de retorno 22"x22" Aluminio Blanco	unidad	108	22,45	2424,60
	<b>Tuberías y accesorios</b>				
49	Tubería de hierro negro 1/2" sch40 aislada	metro lineal	1528	32,83	50164,24
50	Tubería de hierro negro 3/4" sch40 aislada	metro lineal	340	43,20	14688,00
51	Tubería de hierro negro 1" sch40 aislada	metro lineal	332	48,38	16062,16
52	Tubería de hierro negro 1 1/4" sch40 aislada	metro lineal	276	53,56	14782,56
53	Tubería de hierro negro 1 1/2" sch40 aislada	metro lineal	254	58,75	14922,50
54	Tubería de hierro negro 2" sch40 aislada	metro lineal	34	72,57	2467,38
55	Tubería de hierro negro 2 1/2" sch40 aislada	metro lineal	16	88,12	1409,92
56	Tubería de hierro negro 3" sch40 aislada	metro lineal	40	143,42	5736,80
57	Tubería de hierro negro 4" sch40 aislada	metro lineal	100	205,65	20565,00
58	Tubería de hierro negro 6" sch40 aislada	metro lineal	34	248,35	8443,90
59	Tubería de hierro negro 8" sch40 aislada	metro lineal	16	312,48	4999,68
60	Tubería para desagüe de PVC Ø 1"	metro lineal	1387	6,05	8391,35
61	Tubería para desagüe de PVC Ø 2"	metro lineal	610	7,78	4745,80
62	Soporte tipo columpio para tubería	unidad	1054	15,55	16389,70

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
63	Válvula tipo Compuerta de Bronce 3/4"	unidad	296	117,50	34780,00
64	Válvula tipo Compuerta de Bronce 1"	unidad	15	152,06	2280,90
65	Válvula tipo Compuerta de Bronce 2"	unidad	24	288,56	6925,44
66	Válvula tipo Compuerta de Bronce 2 1/2"	unidad	24	307,57	7381,68
67	Válvula tipo Compuerta de Bronce 3"	unidad	12	250,55	3006,60
68	Válvula tipo Compuerta de Bronce 4"	unidad	18	269,55	4851,90
	<b>Filtros</b>				
69	Filtros HEPA	unidad	14	725,00	10150,00
70	Filtros MERV 11	unidad	2	25,00	50,00
	<b>TOTAL DE EQUIPOS E INSTALACION</b>				1919162,13
	<b>Costo de Diseño</b>				
	1% del costo de la obra				19191,62
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				1938353,75

# CAPÍTULO 4

## 4.1 Conclusiones

- Finalmente con los resultados obtenidos, se demuestra que el diseño del sistema de climatización y ventilación mecánica, cumple con las normas ASHRAE y puede mantener un confort térmico y una seguridad ocupacional de los usuarios en el bloque ambulatorio del hospital “Dr. Abel Gilbert Pontón”.
- En el diseño de este proyecto, se cuenta con un sistema de respaldo para los enfriadores, puesto que aunque en los resultados solo son necesarios dos enfriadores de 165.3 TR, se usa un tercero para que el sistema no trabaje a carga completa y para que en caso de mantenimiento de uno de ellos, quede el enfriador de respaldo para garantizar las condiciones de confort.
- En las áreas *RACK* es necesario tener un control de temperatura durante todo el tiempo, por lo que tiene suministro de aire tratado desde las unidades manejadoras de aire y adicionalmente un equipo de aire acondicionado tipo *Split*.
- Se usó el método de igual fricción para el diseño sistema de ductos, porque es el más idóneo para edificaciones hospitalarias, debido a que tiene más énfasis con el control de ruido y garantiza que el sistema no provoque una contaminación sonora.
- El diseño del sistema de agua helada se realizó en el programa HVAC Solution – Professional. El cual mostro los diámetros para la red de agua helada del edificio y las bombas.

## 4.2 Recomendaciones

- Las unidades manejadoras de aire y *fan-coil* deben tener los filtros recomendados en el manual de diseño para hospitales y clínicas de la ASHRAE, es recomendable un mantenimiento preventivo de los filtros para mantener bajo los niveles de contaminación por bacterias u otros microorganismos.
- Es importante realizar pruebas de presión, y hermeticidad de las tuberías y accesorios en el momento de la instalación para verificar si tienen fugas o no en las uniones roscadas, soldadas o a presión bajo la de la Norma ASTM D2774-08.
- Se debe realizar un registro del balanceo de los sistemas de aire acondicionado y de la ventilación mecánica, para verificar que los equipos trabajen eficientemente
- Se recomienda hacer un registro de arranque y pruebas de los enfriadores, bombas, unidades manejadoras de aire y *fan-coil* para garantizar su funcionamiento óptimo.
- Todos los equipos deben tener certificados Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute (AHRI) y Underwriters Laboratories (UL).
- Los equipos deben cumplir la norma ARI 700, que sirve para garantizar la calidad del fluido refrigerante.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ASHRAE. (2009). *ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS*. Atlanta: ASHRAE.
2. ASHRAE. (2011). *ASHRAE HANBOOK HVAC Applications*. Atlanta: ASHRAE.
3. ASHRAE. (2013). *HVAC Design Manual for Hospital and Clinics*. Atlanta: ASHRAE.
4. Pita, E. G. (2004). *ACONDICIONAMIENTO DE AIRE PRINCIPIO Y SISTEMAS*. MEXICO D. F.: Grupo GEO Impresores S. A. de C. V.
5. Wang, S. K. (2000). *HANDBOOK OF AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION*. New York: McGraw-Hill.

# **ANEXOS**



# CARGA TÉRMICA DEL EDIFICIO

## TABLA DE CARGA TERMICA DE LAS AREAS DEL EDIFICIO

UBICACIÓN	CARGA TERMICA [BTU/hr]	CAPACIDAD DEL EQUIPO [BTU/hr]	CODIGO
JEFE ATENCION AL USUARIO PLANTA BAJA	13376,31	17200	FC-PB01
JEFE SISTEMA DE INFORMACIÓN / ARCHIVO PB	16740,26	17200	FC-PB03
JEFE ATENCION AL USUARIO PLANTA BAJA	10017,28	17200	FC-PB04
VENTANILLA ATENC. USUARIO PLANTA BAJA	9301,76	17200	FC-PB06
AREA DE ARCHIVO PLANTA BAJA	12679,01	17200	FC-PB11
JEFE DE ARCHIVO PLANTA BAJA	9158,66	17200	FC-PB12
APOYO JEFATURA / JEFE DE AREA PLANTA BAJA	10303,49	17200	FC-PB13
CONFORT MEDICO PRIMER PISO	8427,73	17200	FC-111
CONSULTORIO MED INTERNA 1 SEGUNDO PISO	11165,41	17200	FC-201
CONSULTORIO MED INTERNA 2 SEGUNDO PISO	10679,96	17200	FC-202
CONSULTORIO MED INTERNA 4 SEGUNDO PISO	10589,7	17200	FC-204
GABINETE OFTALMOLOGIA SEGUNDO PISO	9587,97	17200	FC-205
GABINETE OFTALMOLOGIA SEGUNDO PISO	8586,24	17200	FC-206
GABINETE ORL SEGUNDO PISO	9301,76	17200	FC-210
GABINETE NEUMOLOGIA SEGUNDO PISO	9731,07	17200	FC-218
CONSULTORIO MED INTERNA 7 SEGUNDO PISO	10017,28	17200	FC-219
CONSULTORIO CIRUGIA 3 SEGUNDO PISO	10125,16	17200	FC-221
CONSULTORIO CIRUGIA 4 SEGUNDO PISO	9964,44	17200	FC-222
GABINETE CIRUGIA SEGUNDO PISO	10125,16	17200	FC-223
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	11165,41	17200	FC-301
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	10679,96	17200	FC-302
GABINETE CARDIOLOGIA TERCER PISO	10589,7	17200	FC-303
CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS (1/2) TERCER PISO	9587,97	17200	FC-304
CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS (2/2) TERCER PISO	8586,24	17200	FC-305
APOYO DENTAL TERCER PISO	9301,76	17200	FC-306
CONSULTORIO MED. INTERNA TERCER PISO	9731,07	17200	FC-311
CONSULTORIO CIRUGIA TERCER PISO	10017,28	17200	FC-312
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	10125,16	17200	FC-313
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	9964,44	17200	FC-317

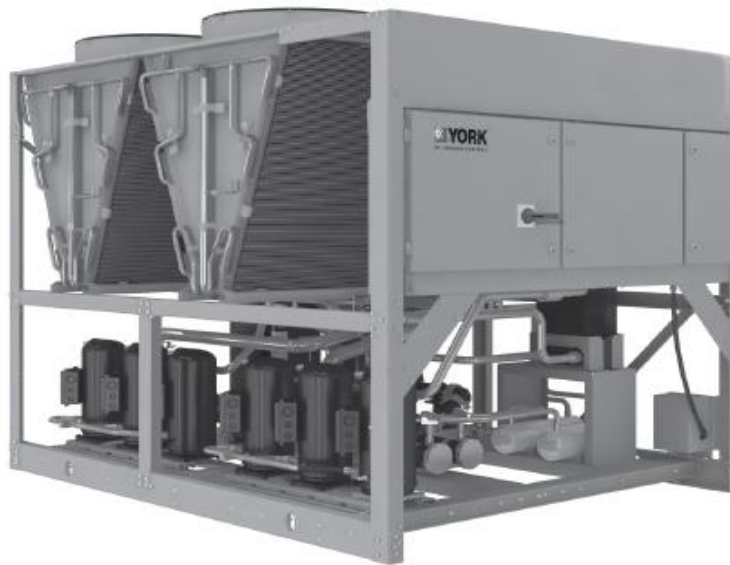
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	10125,16	17200	FC-319
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	10523,56	17200	FC-320
GABINETE PEDIATRIA TERCER PISO	11025,35	17200	FC-321
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	10778,69	17200	FC-322
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	11010,6	17200	FC-323
GABINETE PEDIATRIA TERCER PISO	10872,85	17200	FC-324
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	9920,14	17200	FC-328
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	9852,68	17200	FC-329
CONSULTORIO TRAUMATOLOGIA TERCER PISO	10788,33	17200	FC-330
TRABAJO SOCIAL PLANTA BAJA	18232,52	19800	FC-PB08
SALA DE REUNIONES PRIMER PISO	18210,78	19800	FC-112
CONSULTORIO MED INTERNA 3 SEGUNDO PISO	17523,87	19800	FC-203
CONSULTORIO MED INTERNA 6 SEGUNDO PISO	17623,54	19800	FC-216
CONSULTORIO CIRUGIA 1 SEGUNDO PISO	17366,12	19800	FC-217
CONSULTORIO CIRUGIA 2 SEGUNDO PISO	18567,96	19800	FC-220
CONSULTORIO PEDIATRIA TERCER PISO	17991,45	19800	FC-318
ESTACIÓN DE TRABAJO PLANTA BAJA	26785,41	29000	FC-PB05
JEFE DE AREA / OFICINA PLANTA BAJA	24820,32	29000	FC-PB07
ASISTENTE JEFATURA / JEFATURA FARMACIA PLANTA BAJA	24253,75	29000	FC-PB14
SALA DE QUIMIOTERAPIA PRIMER PISO	32000	29000	FC-101
PREPARACION MEDICACIÓN PRIMER PISO	32000	29000	FC-107
CONSULTORIO 1 PRIMER PISO	32000	29000	FC-109
CONSULTORIO 2 PRIMER PISO	32000	29000	FC-110
CONSULTORIO 3 PRIMER PISO	32000	29000	FC-113
CONSULTORIO GINECOLOGIA 1 SEGUNDO PISO	24332,65	29000	FC-207
CONSULTORIO GINECOLOGIA 2 SEGUNDO PISO	25374,89	29000	FC-208
GABINETE ORL SEGUNDO PISO	2605,12	29000	FC-211
GABINETE TRAUMATOLOGIA SEGUNDO PISO	27115,98	29000	FC-212
CONSULTORIO GINECOLOGIA 5 SEGUNDO PISO	26788,21	29000	FC-214
CONSULTORIO GINECOLOGIA 6 SEGUNDO PISO	25120,35	29000	FC-215
CONSULTORIO GINECOLOGIA 7 SEGUNDO PISO	26632,57	29000	FC-224
CONSULTORIO GINECOLOGIA 8 SEGUNDO PISO	25997,85	29000	FC-225
GABINETE NEUROLOGIA SEGUNDO PISO	24893,78	29000	FC-227
GABINETE GINECO-OBST SEGUNDO PISO	26822,35	29000	FC-228
GABINETE GINECO-OBST SEGUNDO PISO	25974,31	29000	FC-229
CONSULTORIO GINECOLOGIA 11 SEGUNDO PISO	26932,55	29000	FC-231
CONSULTORIO GINECO OBST 1 TERCER PISO	24332,65	29000	FC-308
CONSULTORIO GINECO OBST 2 TERCER PISO	2605,12	29000	FC-309
CONSULTORIO GINECO OBST 3 TERCER PISO	27115,98	29000	FC-315

CONSULTORIO GINECO OBST 4 TERCER PISO	26788,21	29000	FC-316
CONSULTORIO NEONATOLOGIA 1 TERCER PISO	25997,85	29000	FC-325
CONSULTORIO NEONATOLOGIA 2 TERCER PISO	24893,78	29000	FC-327
CONSULTORIO GINECO OBST 5 TERCER PISO	26822,35	29000	FC-332
SALA DE REUNIONES PLANTA BAJA	25593,24	29000	FC-332
SALA TRAT Y BLOQUEOS PRIMER PISO	32149,8	34300	FC-104
SALA TERAP GRUPALES PRIMER PISO	32240,78	34300	FC-105
CONSULTORIO GINECOLOGIA 12 SEGUNDO PISO	31978,52	34300	FC-233
ESTACIÓN DE TRABAJO PLANTA BAJA	32442,45	34300	FC-PB02
CONSULTORIO GINECO OBST TERCER PISO	31158,87	34300	FC-333
SALA DE RECEPCIÓN, PASILLO, SALA DE ESPERA, ESCLUSA, DESECHOS, Y TRATAMIENTO AMBULATORIO	319935,35	311400	UMA 101
PASILLO, SALA DE ESPERA, REPOSTERÍA, DESECHOS, LENCERÍA Y BODEGA	31556,24	316500	UMA 102
QUIMIOTERAPIA		108900	UMA 103
SALA DE TRATAMIENTO DE HEMODIÁLISIS, TRATAMIENTO DE PACIENTE INFECCIOSO, SALA DE PROCEDIMIENTOS, UTENSILIOS LIMPIOS Y UTENSILIOS SUCIOS	18975,81	208600	UMA 104
PASILLO	22578,58	242100	UMA 201
PASILLO	31896,35	325700	UMA 202
PASILLO	22578,58	242100	UMA 301
PASILLO	31896,35	325700	UMA 302
DISTRIBUIDO POR TODAS LAS ÁREAS DEL 4TO PISO	936452,883	471100	UMA 401
		549100	UMA 402
		122200	UMA 403
SALA DE ESPERA Y PASILLO	31589,52	325500	UMA PB01
INFORMACIÓN Y PASILLO	33420,23	344600	UMA PB02
ABASTECIMIENTO, PREPARACIÓN UNIDOSIS, DISPENSACIÓN ESCLUSA, FARMACOTEC Y DIGITACIÓN	18235,78	196600	UMA PB03
<b>TOTAL</b>	<b>2887726,603</b>		

# CATÁLOGOS

## ENFRIADOR

FORM 150.72-EG6 (713)



*Model YLAA Air-Cooled Scroll Chillers with  
Brazed Plate Heat Exchangers  
Style B*

70 – 175 TON  
246 – 615 kW  
60 Hz  
R-410A



# FAN-COIL

	<b>YGFC Fan Coil Unit</b>
Installation, Operation & Maintenance Manual	FORM NO.: YGFC-07IOM(YGF)(0608)



Ceiling Concealed Type



Vertical Concealed Type



Vertical exposed Type



Ceiling Exposed Type

Licence: XK06-135-00028



# UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

 <p><b>YORK</b><sup>®</sup> A JOHNSON CONTROLS COMPANY</p>	<p>YSM Air Handling Unit</p>
<p>Installation, Operation and Maintenance Manual</p>	<p>FORM NO.: YSM-01IOM(YGF)(0507)</p>



License No: XK06-135-00028



# BOMBAS

Water Circulation  
Pumps & Circulators

## KV Vertical Inline Pumps

Taco Vertical Inline Pumps meet the latest standards for hydraulic performance and dimensional characteristics.



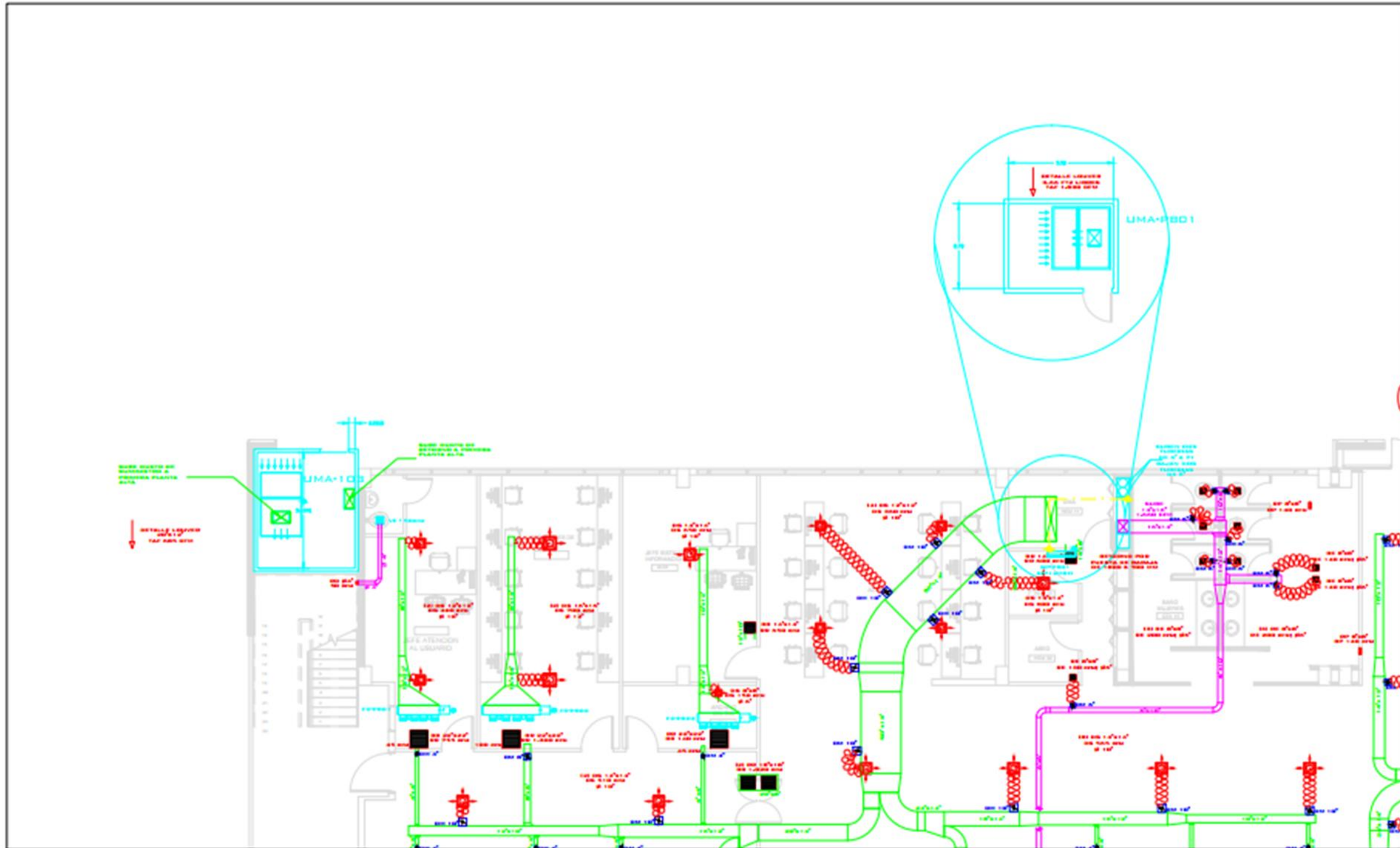
©Taco Controls #300-128  
Superstar 01/01/04

Effective Date 01/02/10  
Printed in USA

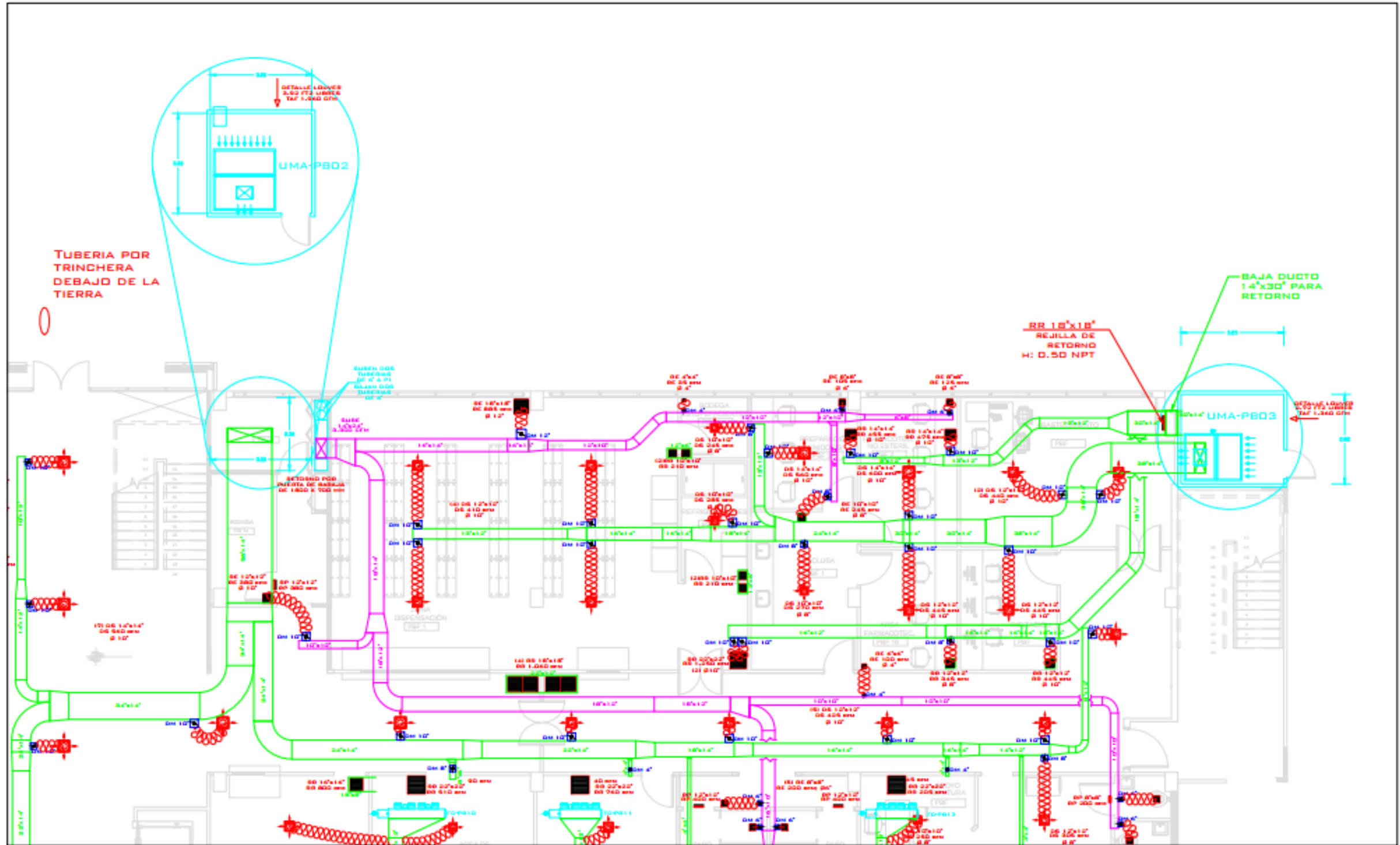
C

# **PLANOS PLANTA BAJA**

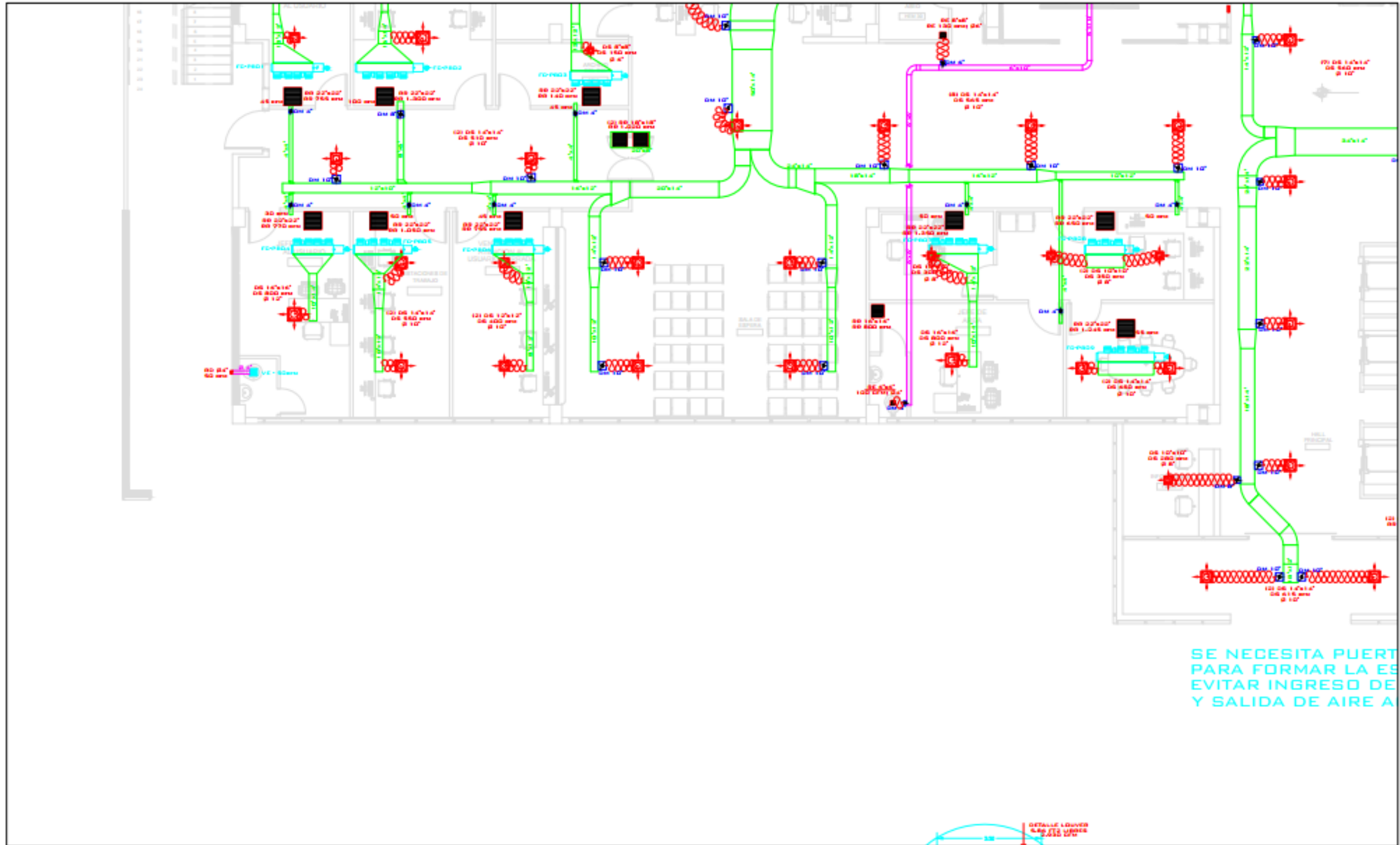




Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Planta Baja A1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 1



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Planta Baja A2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 2



Dibujado por:  
Jimmy Lopez

Contenido:  
Planta Baja B1

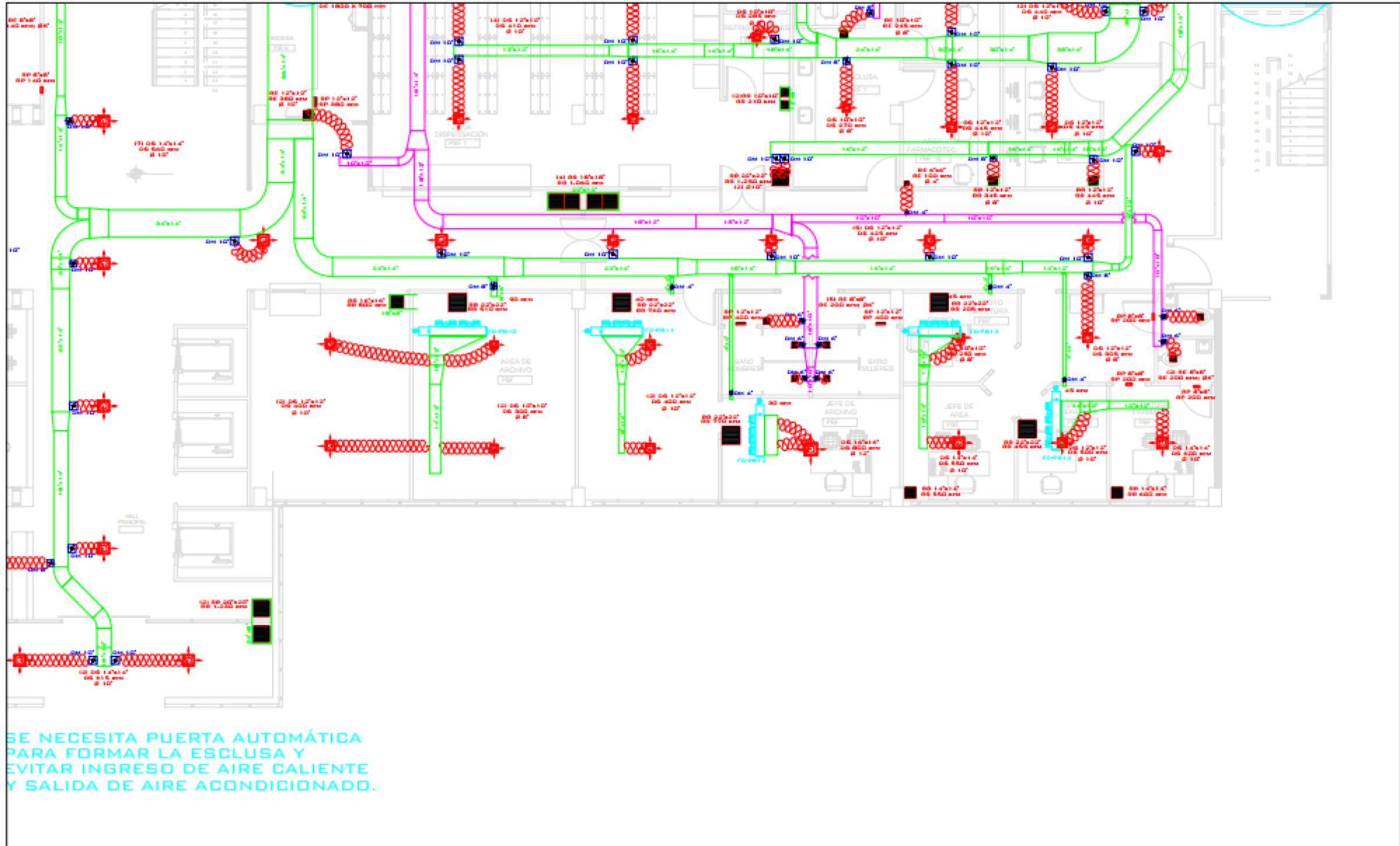
Unidades:  
Metro

# ESPOL

Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

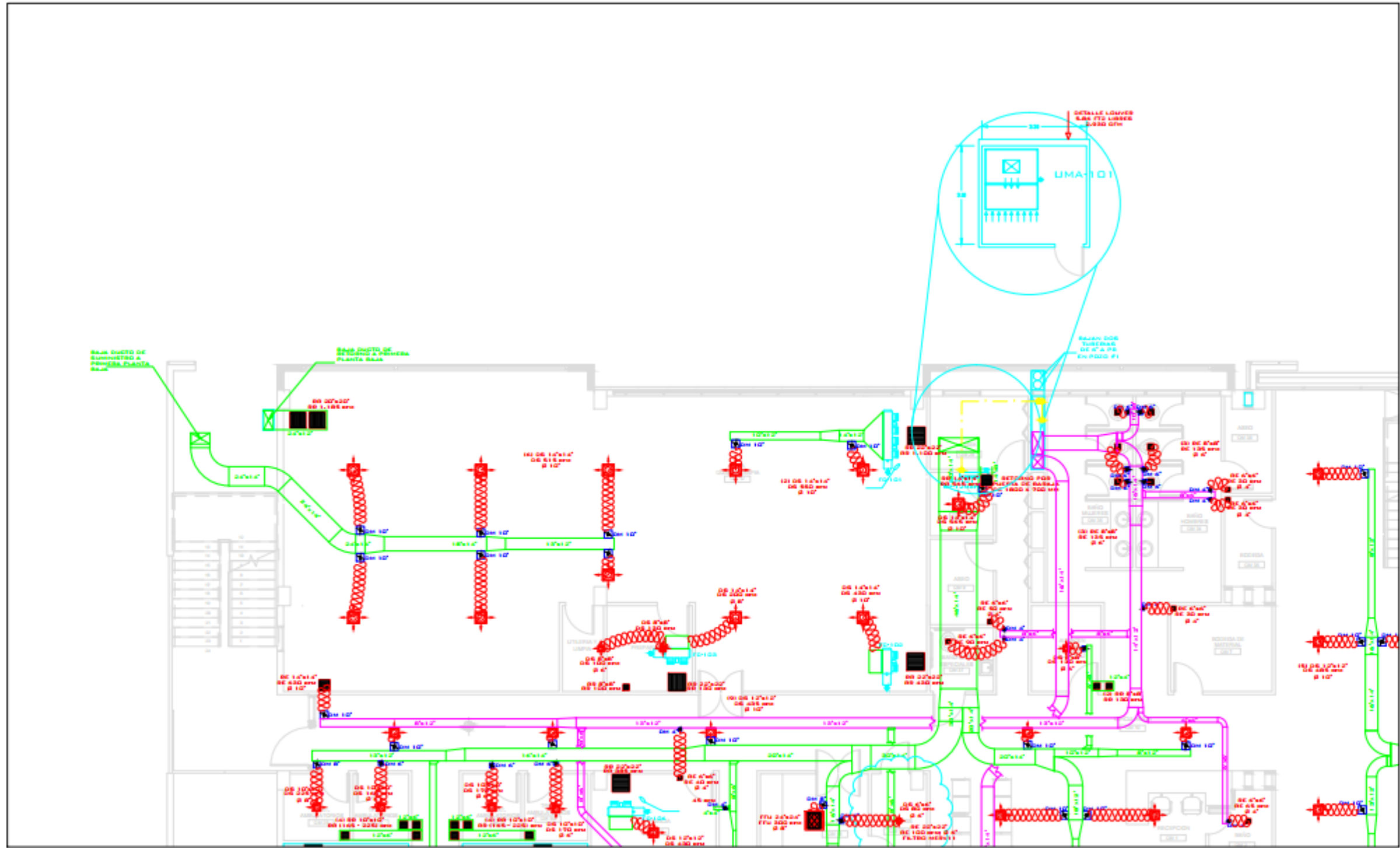
Fecha:  
6/10/2015

Pagina:  
3

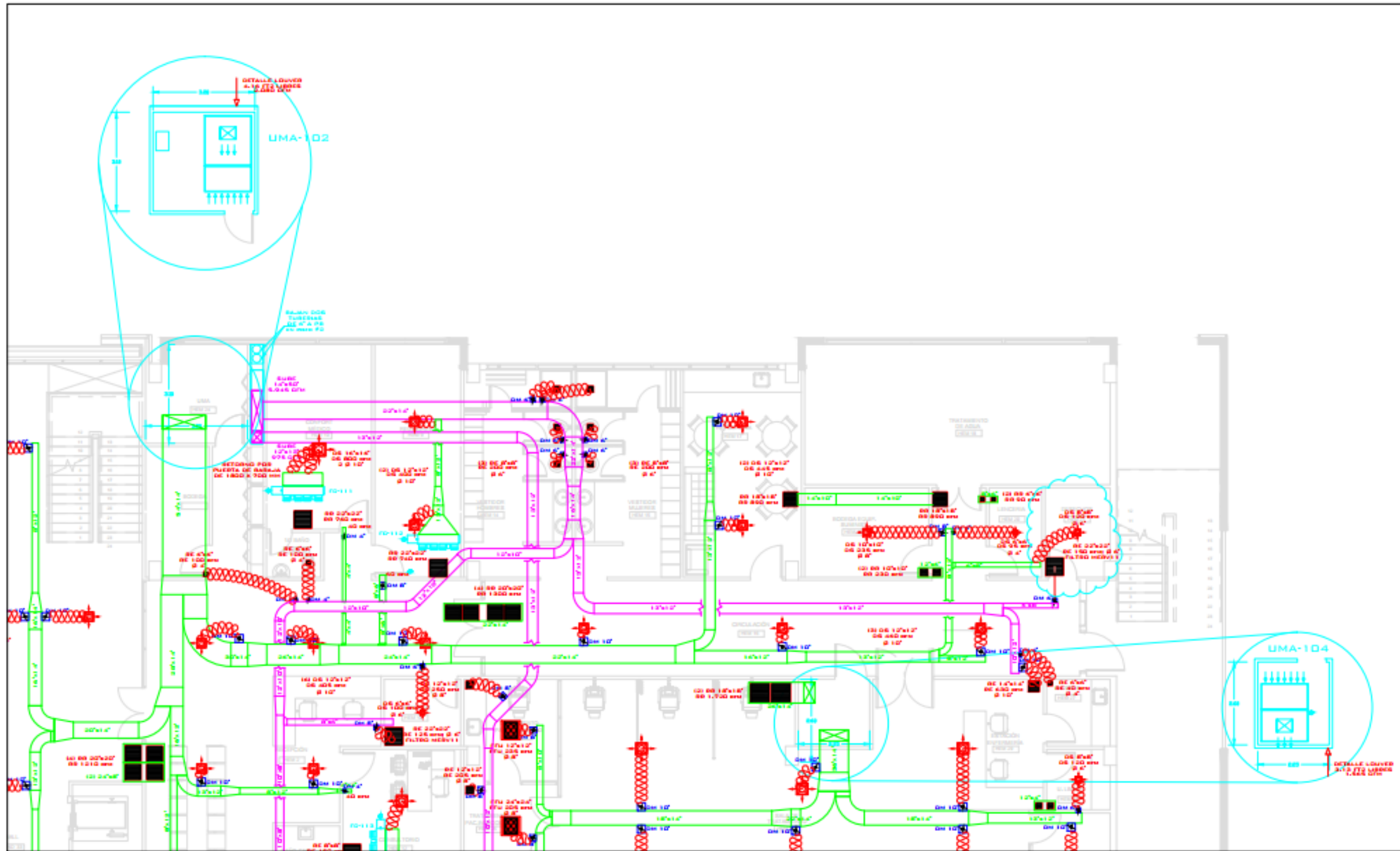


Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Planta Baja B2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 4

# **PLANOS PRIMERA PLANTA ALTA**



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Primer Piso A1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Página: 5



Dibujado por: Jimmy Lopez

Contenido: Primer Piso A2

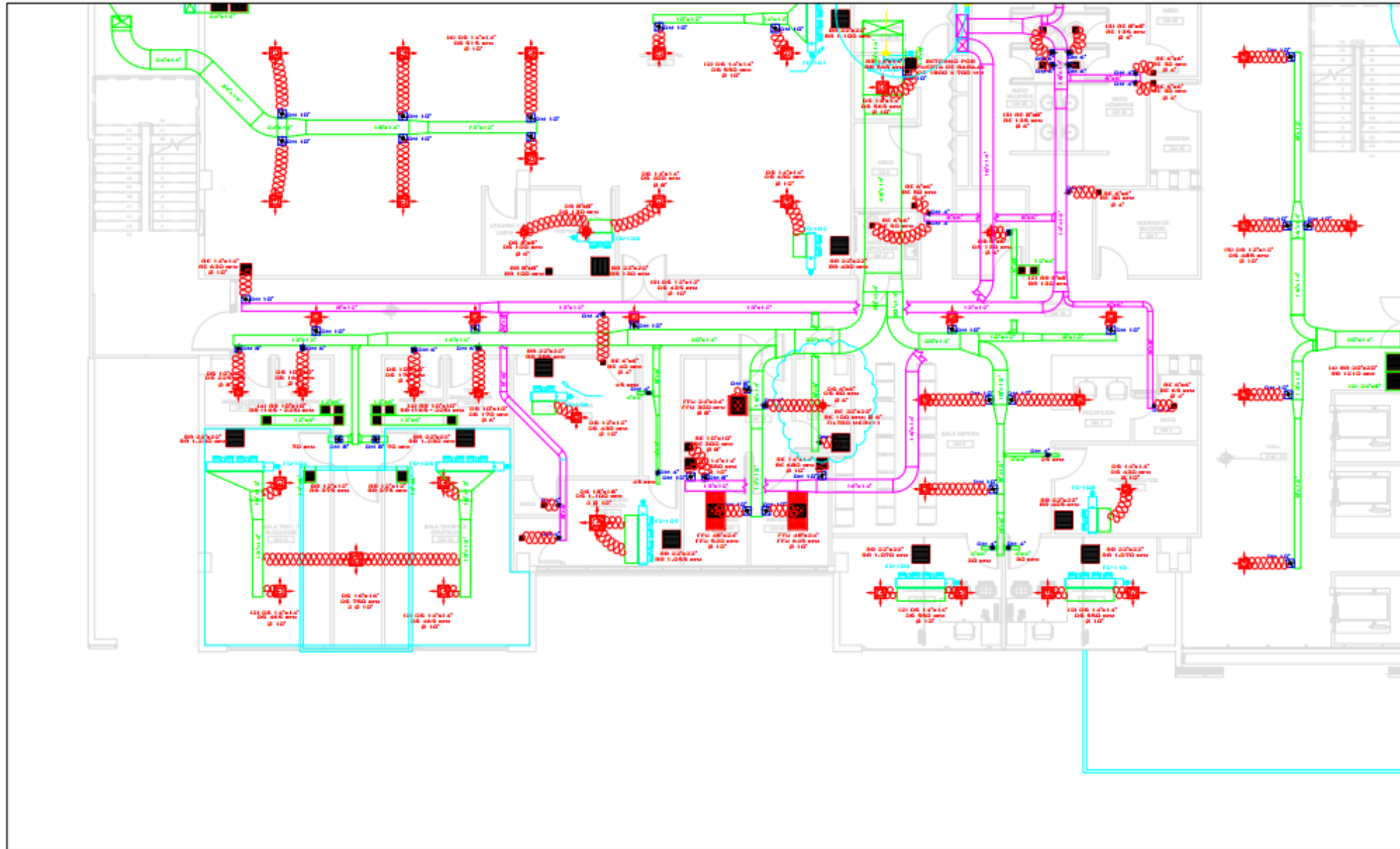
Unidades: Metro

**ESPOL**

Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha: 6/10/2015

Pagina: 6



Dibujado por:  
Jimmy Lopez

Contenido:  
Primer Piso B1

Unidades:  
Metro

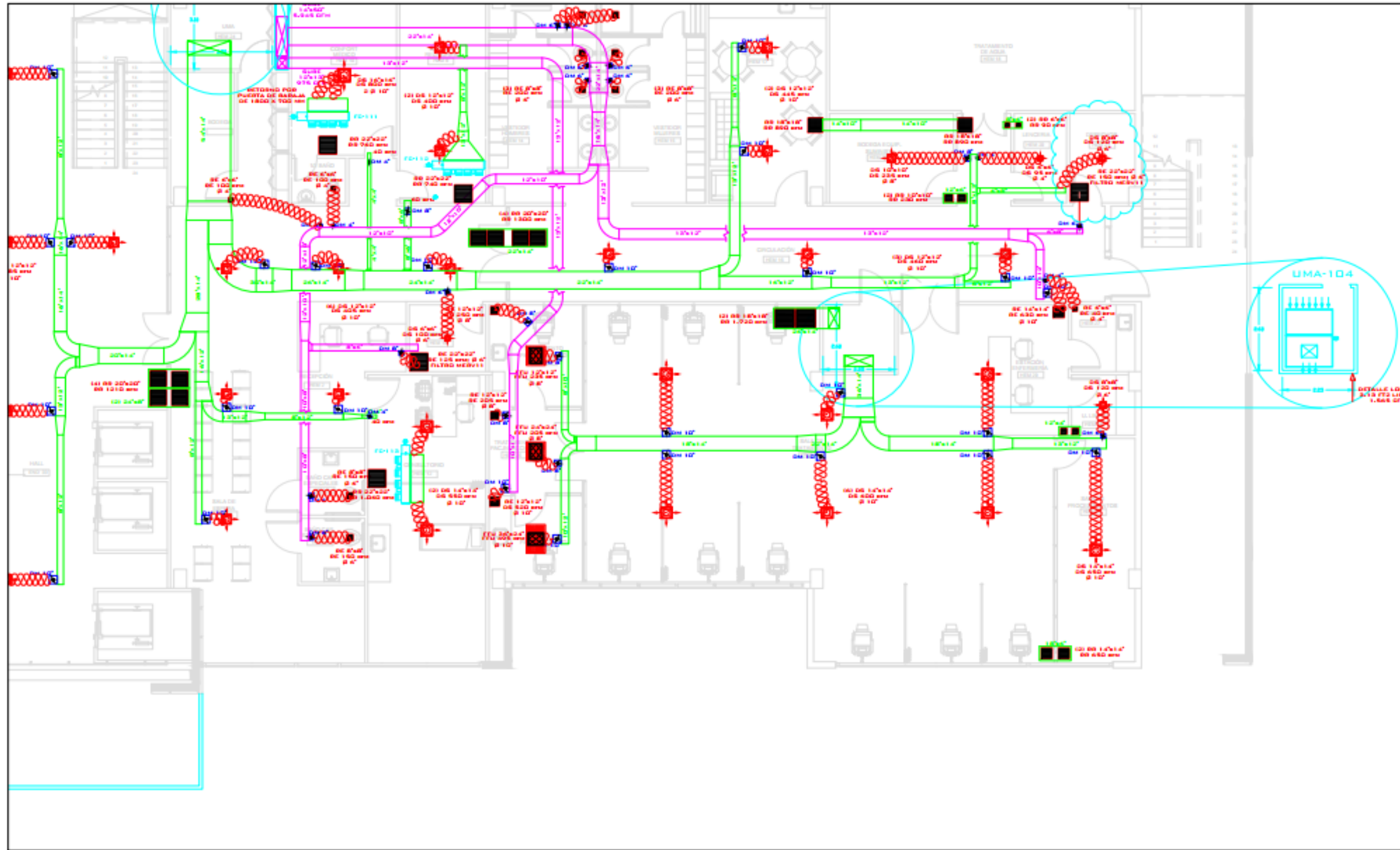
**ESPOL**

Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha:  
6/10/2015

Pagina:  
7





Dibujado por: Jimmy Lopez

Contenido: Primer Piso B2

Unidades: Metro

**ESPOL**

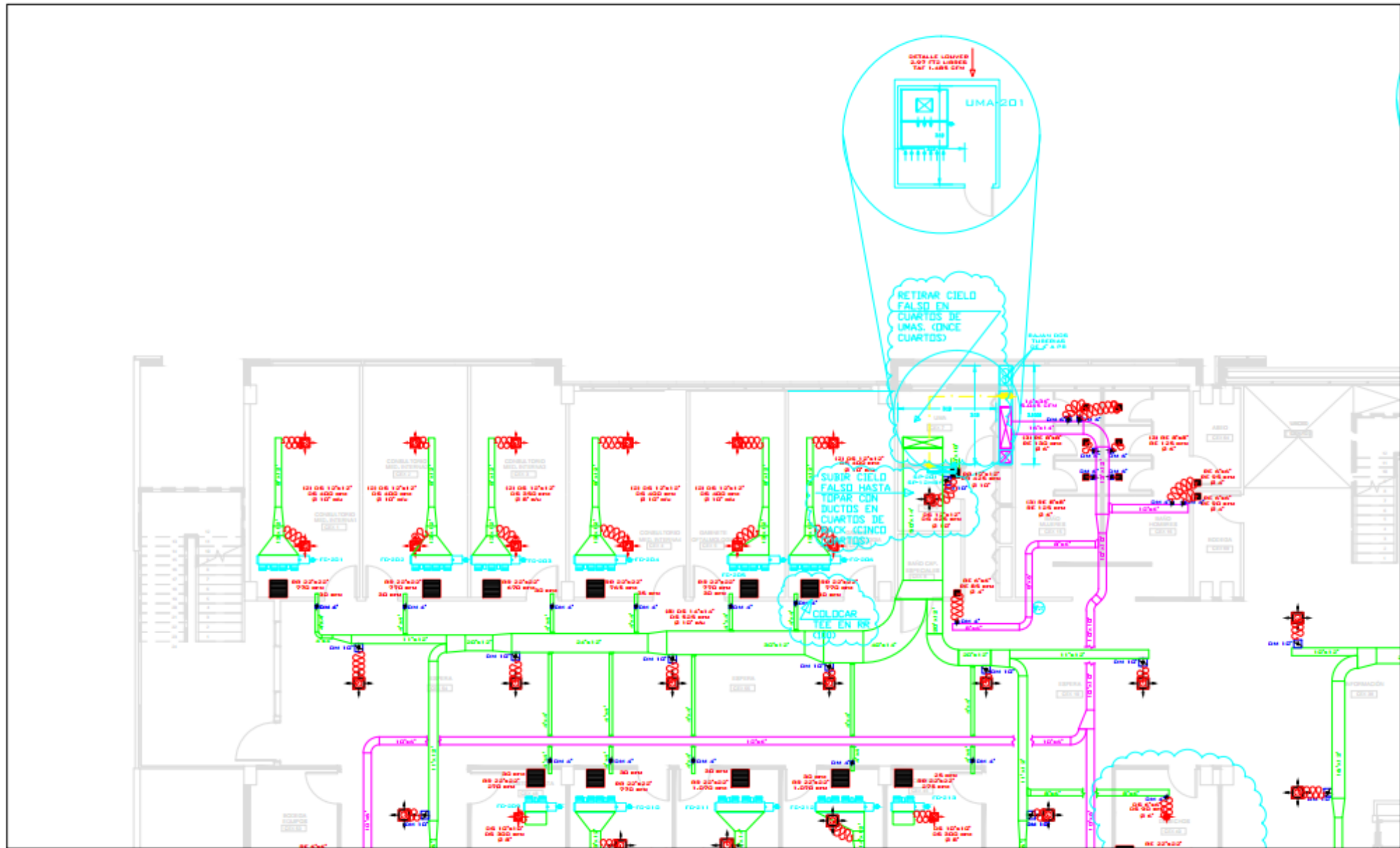
Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha: 6/10/2015

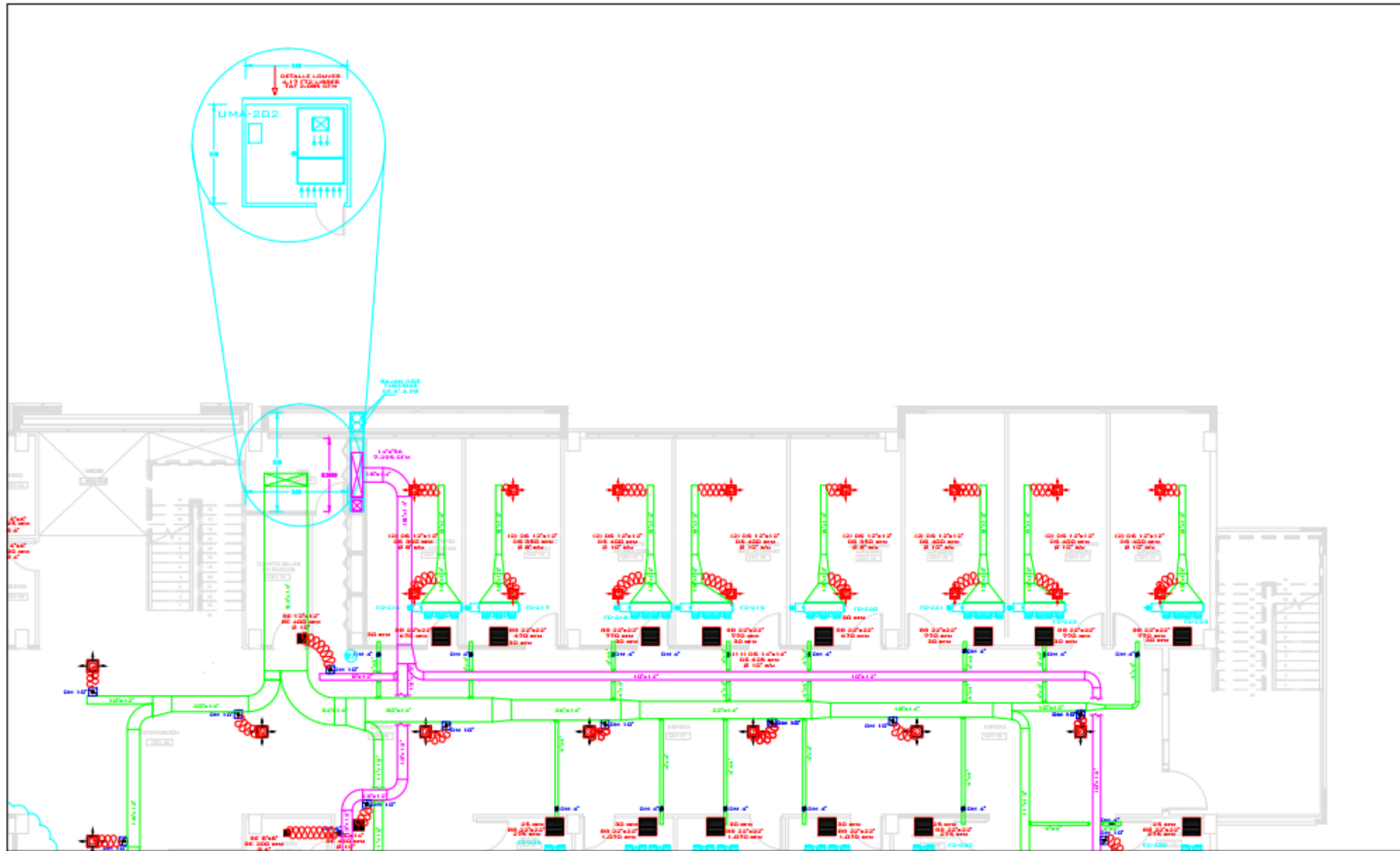
Pagina: 8

# **PLANOS**

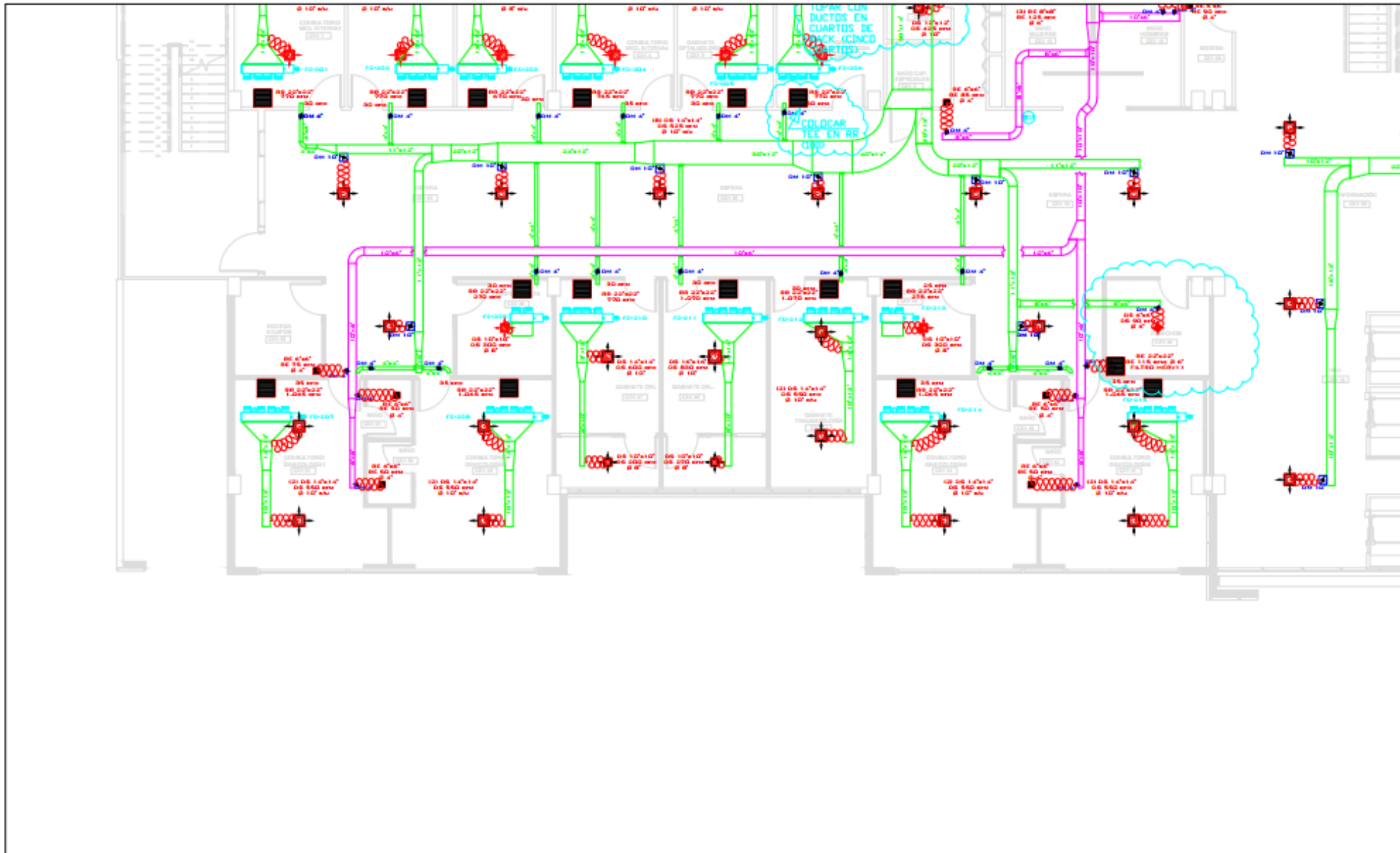
## **SEGUNDA PLANTA ALTA**



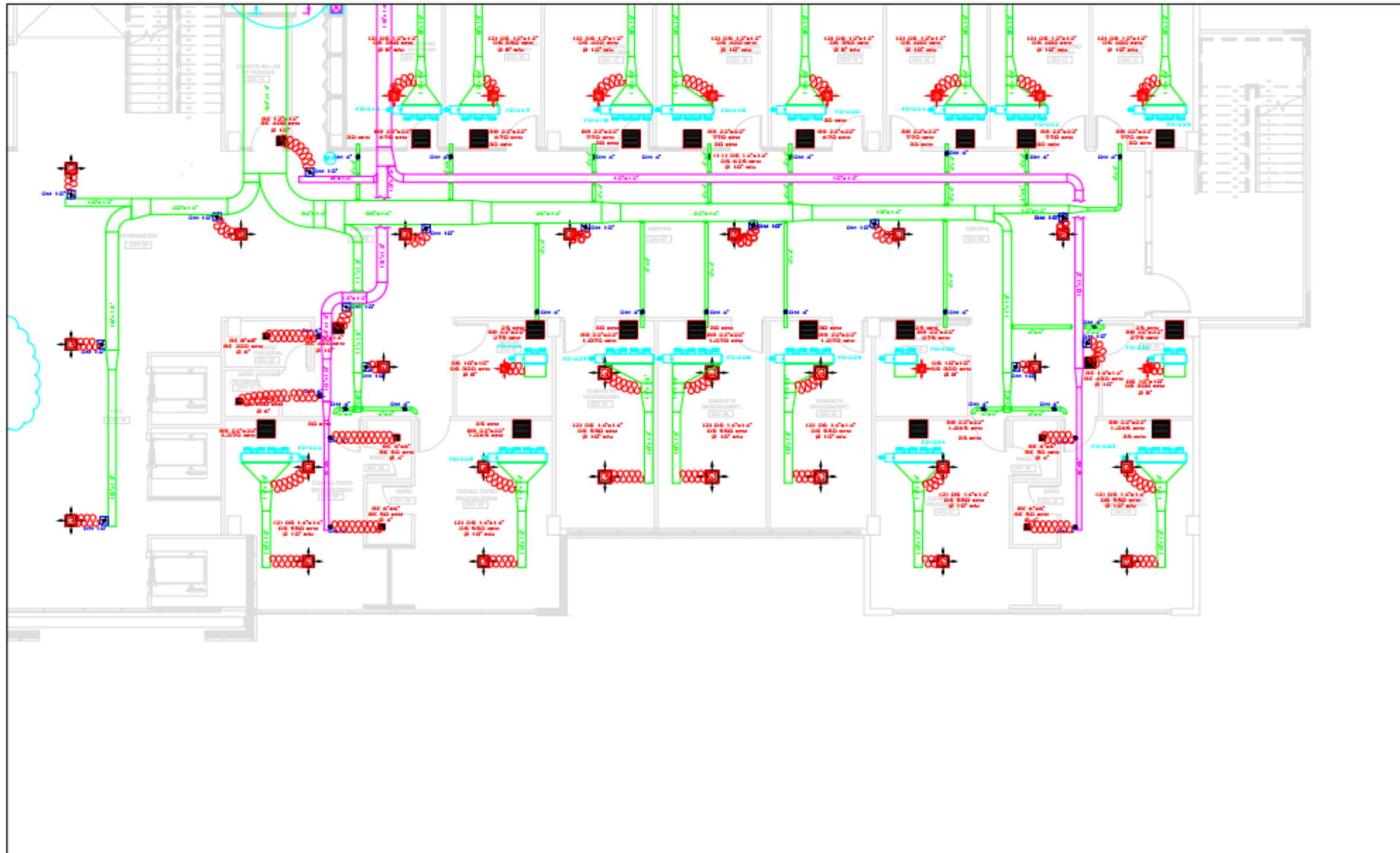
Dibujado por:	Jimmy Lopez	Contenido:	Segundo Piso A1	Unidades:	Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón		Fecha:	6/10/2015	
			Página:	9	



Dibujado por:	Jimmy Lopez	Contenido:	Segundo Piso A2	Unidades:	Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha:	6/10/2015	Pagina:	10

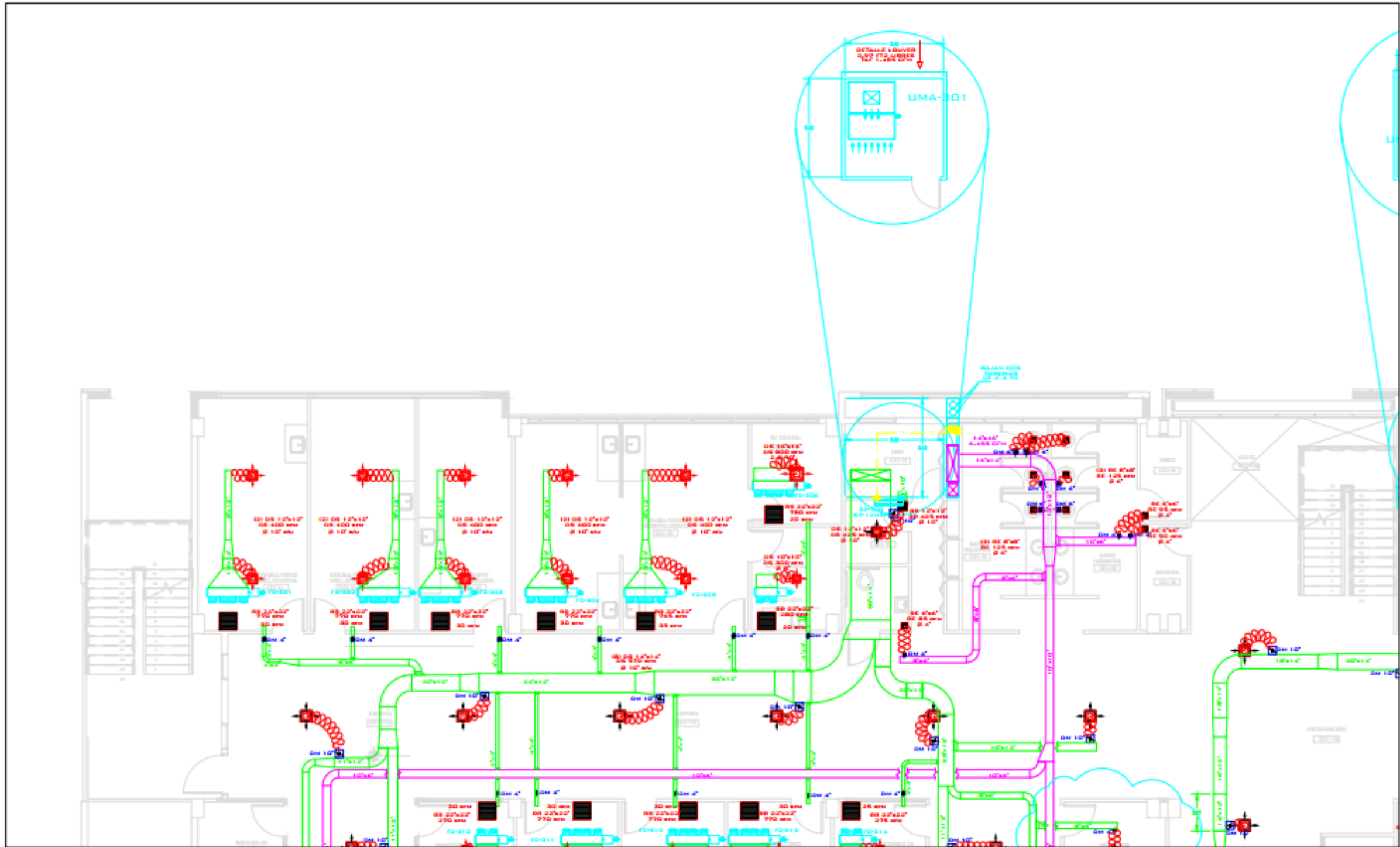


Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Segundo Piso B1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 11



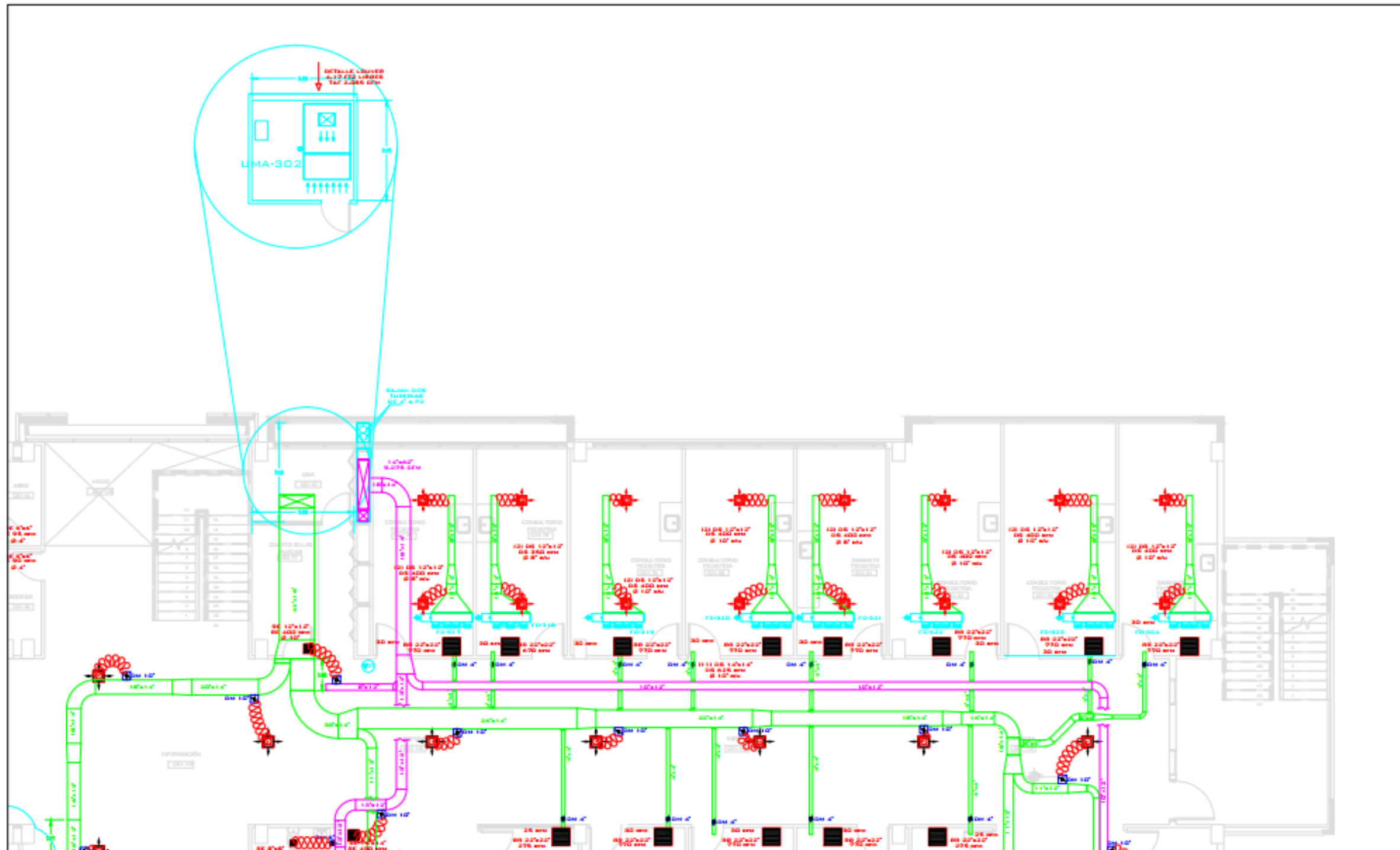
Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Segundo Piso B2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 12

# **PLANOS TERCERA PLANTA ALTA**

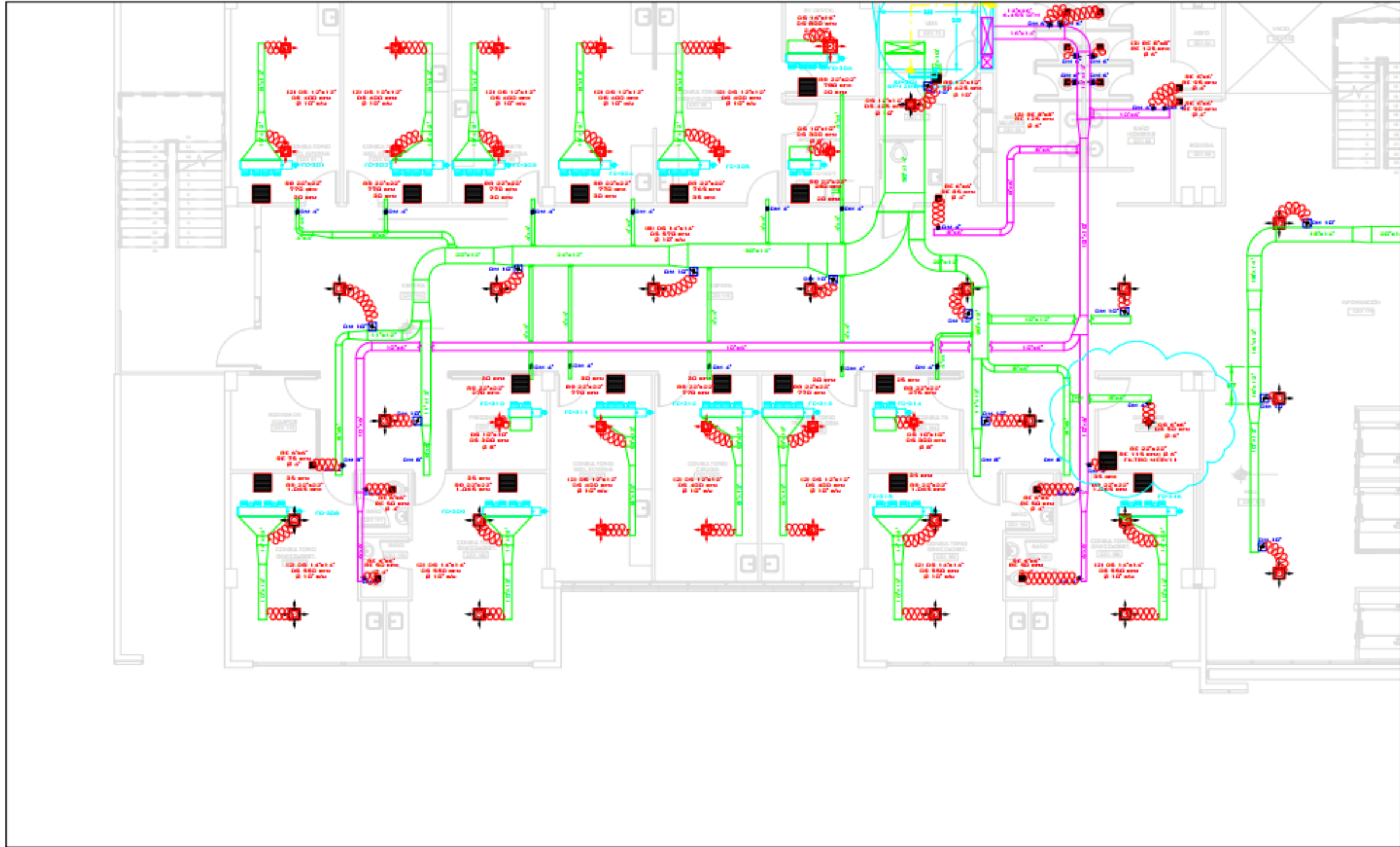


Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Tercer Piso A1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 13

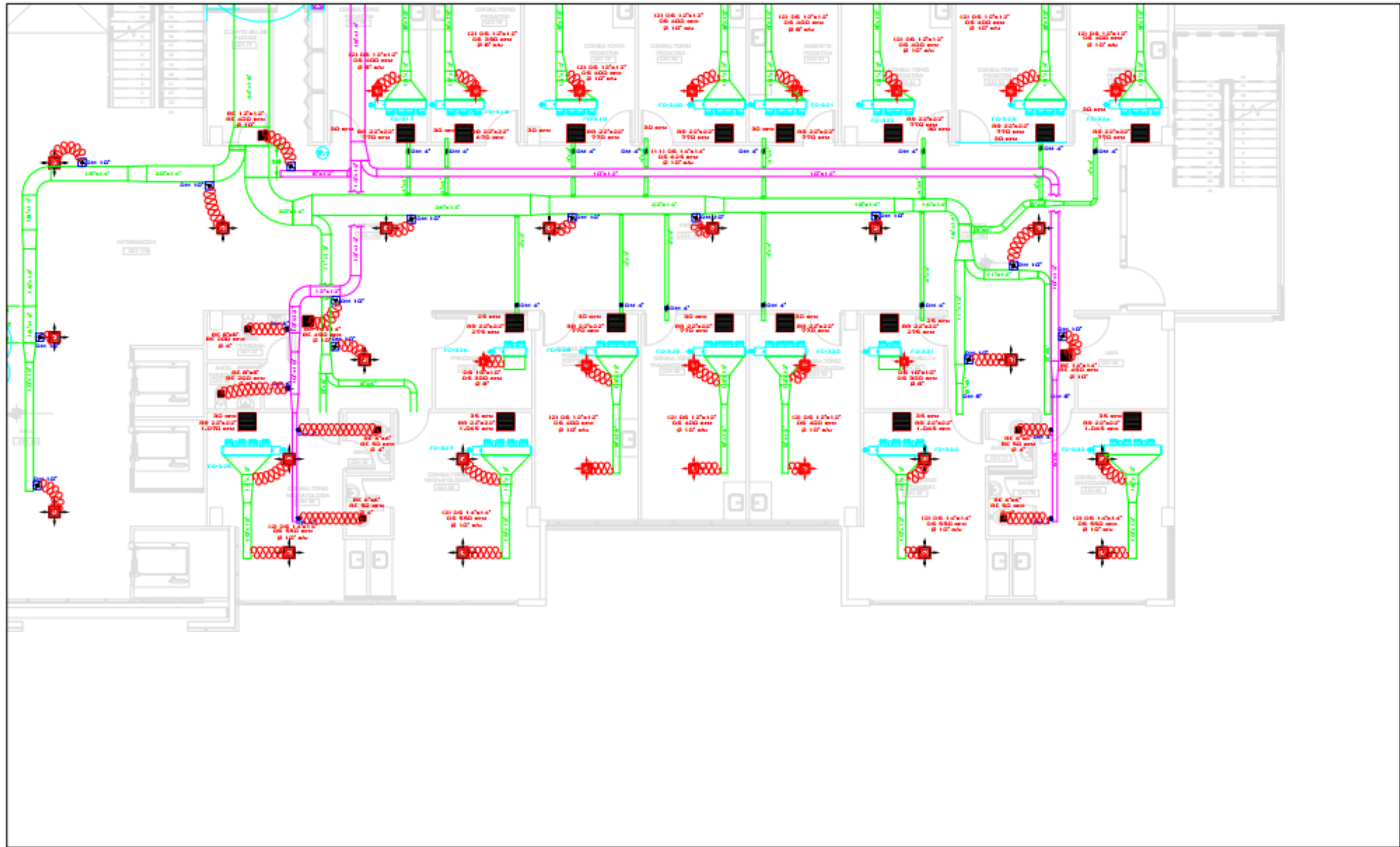




Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Tercer Piso A2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Página: 14



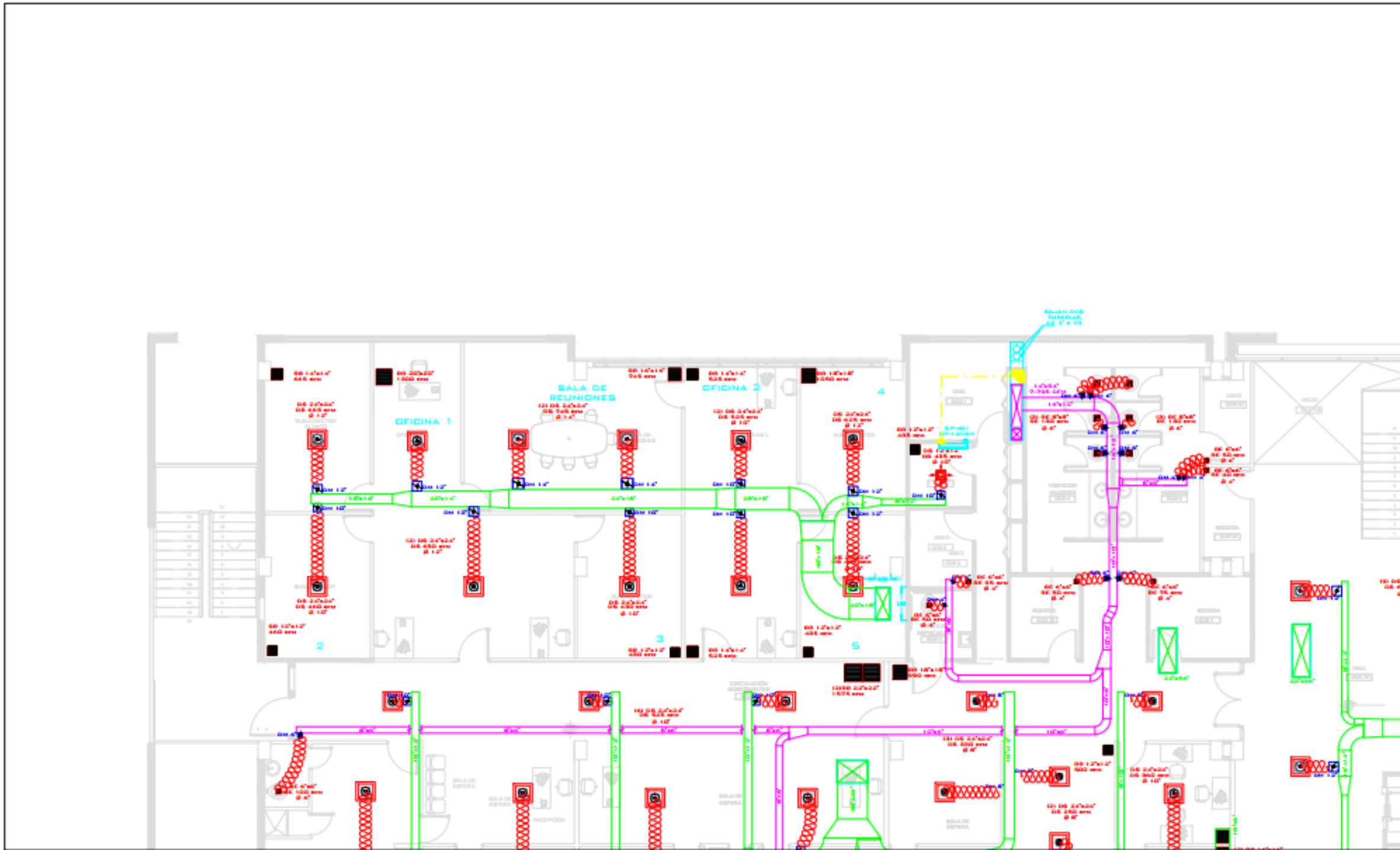
Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Tercer Piso B1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 15



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Tercer Piso B2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 16

# **PLANOS**

## **CUARTA PLANTA ALTA**



Dibujado por:  
Jimmy Lopez

Contenido:  
Cuarto Piso A1

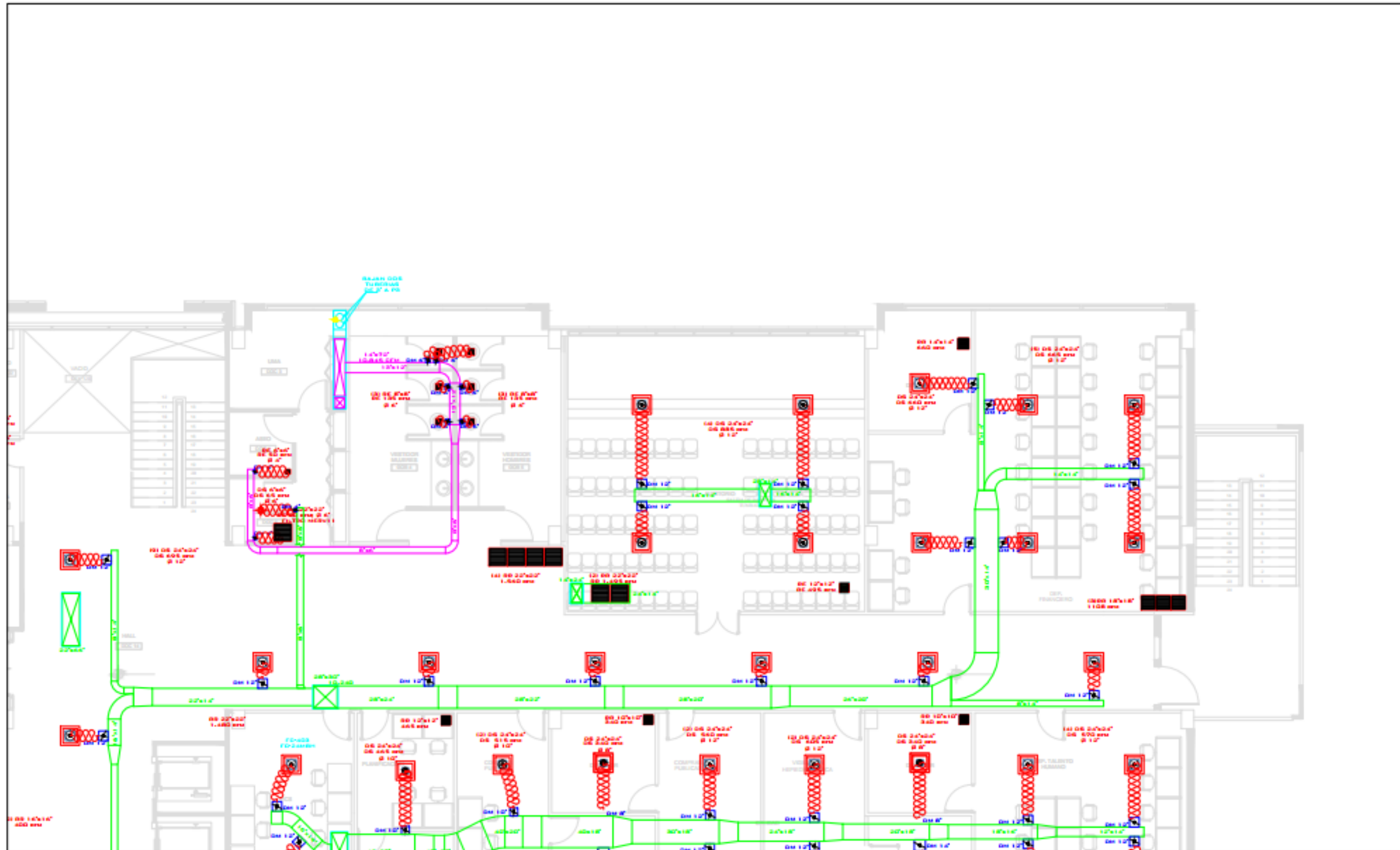
Unidades:  
Metro

**ESPOL**

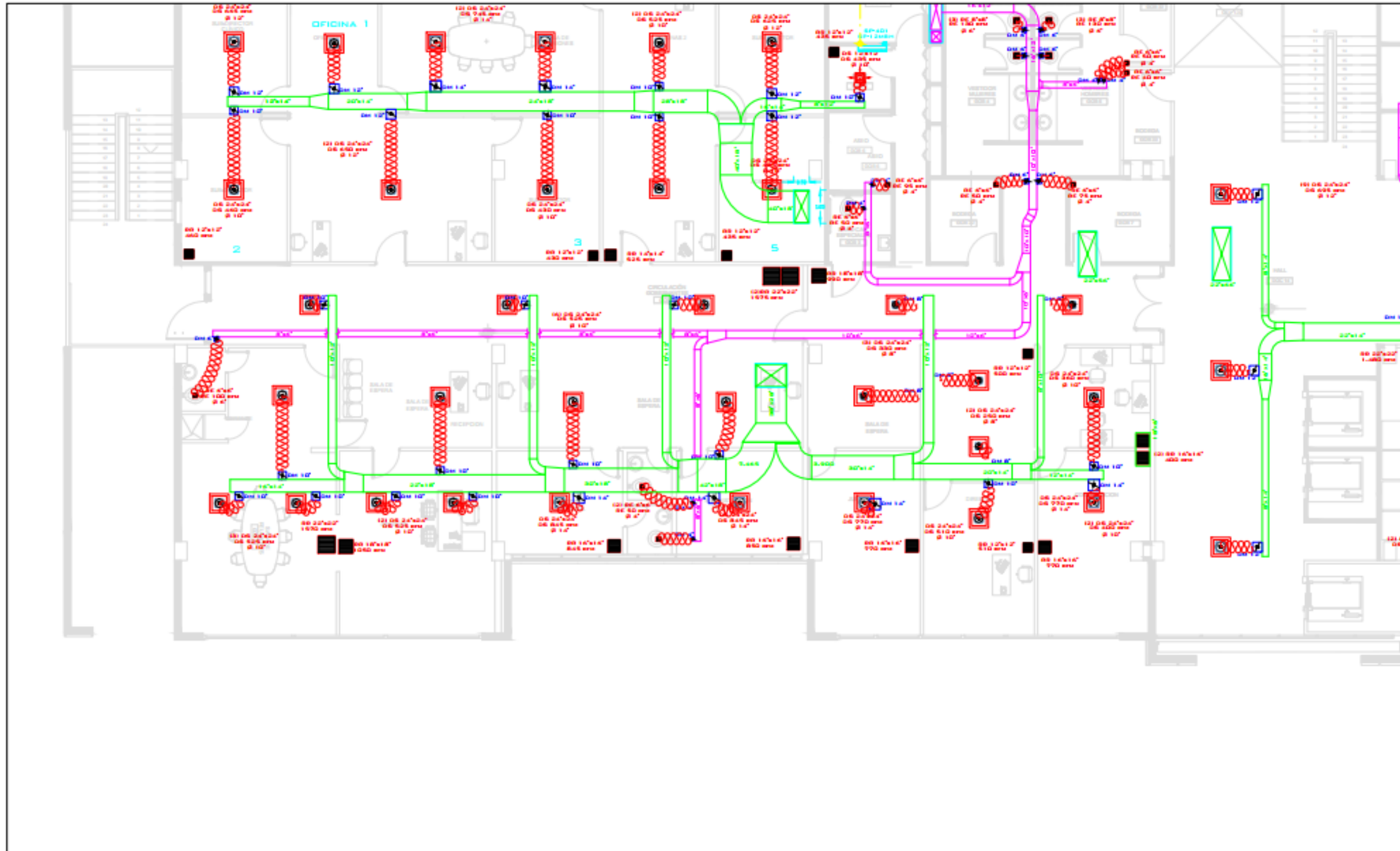
Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha:  
6/10/2015

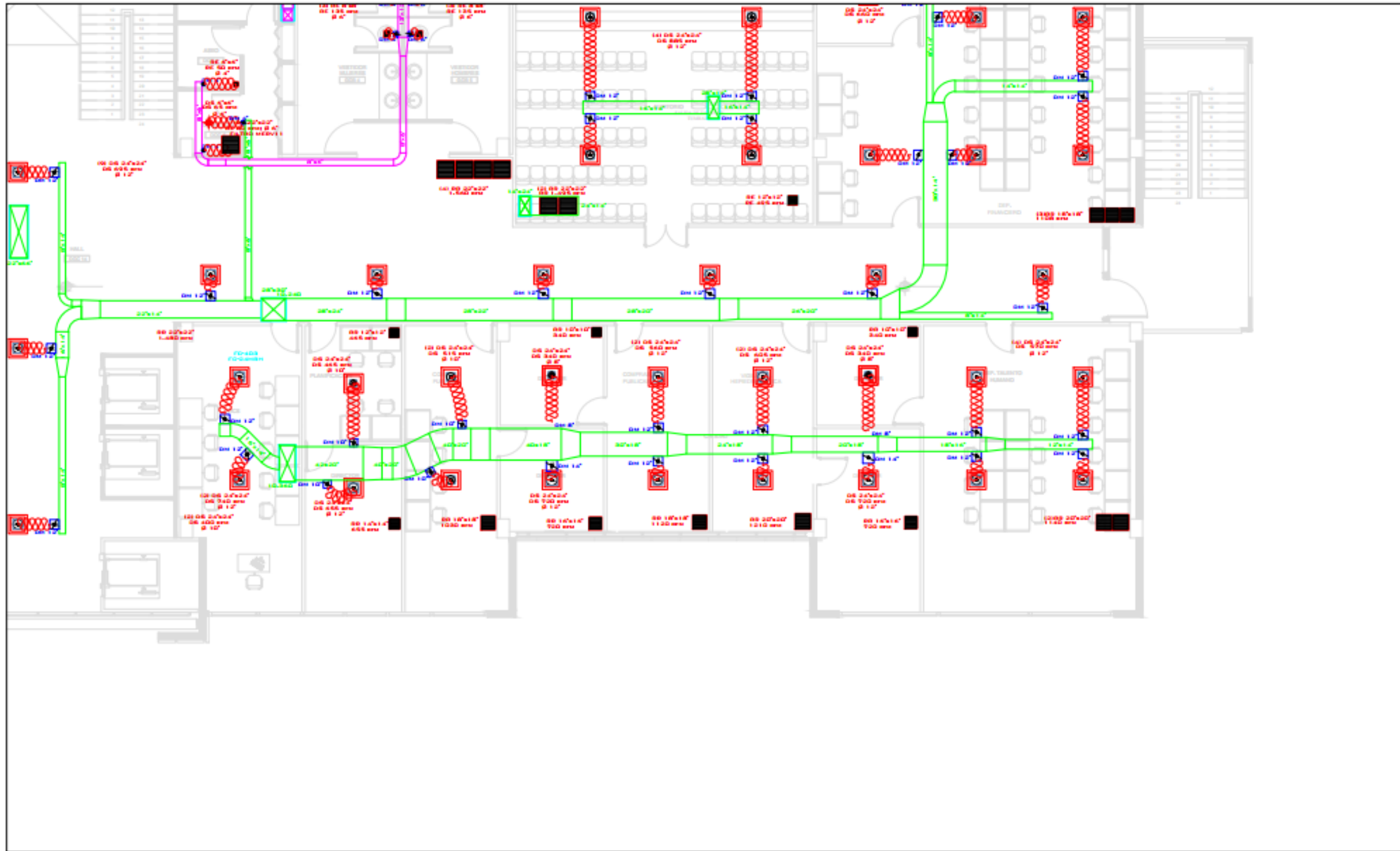
Pagina:  
17



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Cuarto Piso A2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 18



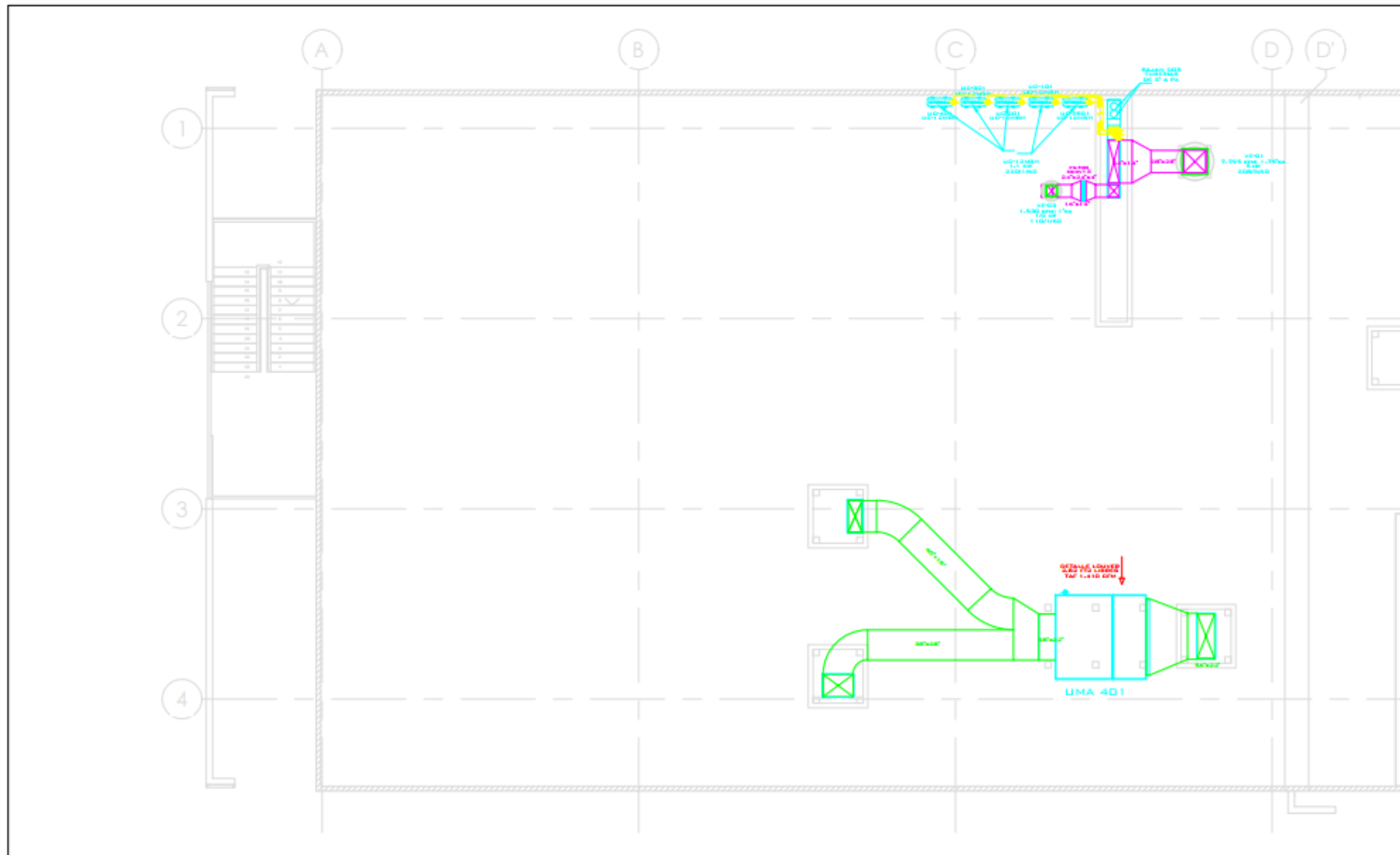
Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Cuarto Piso B1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 19



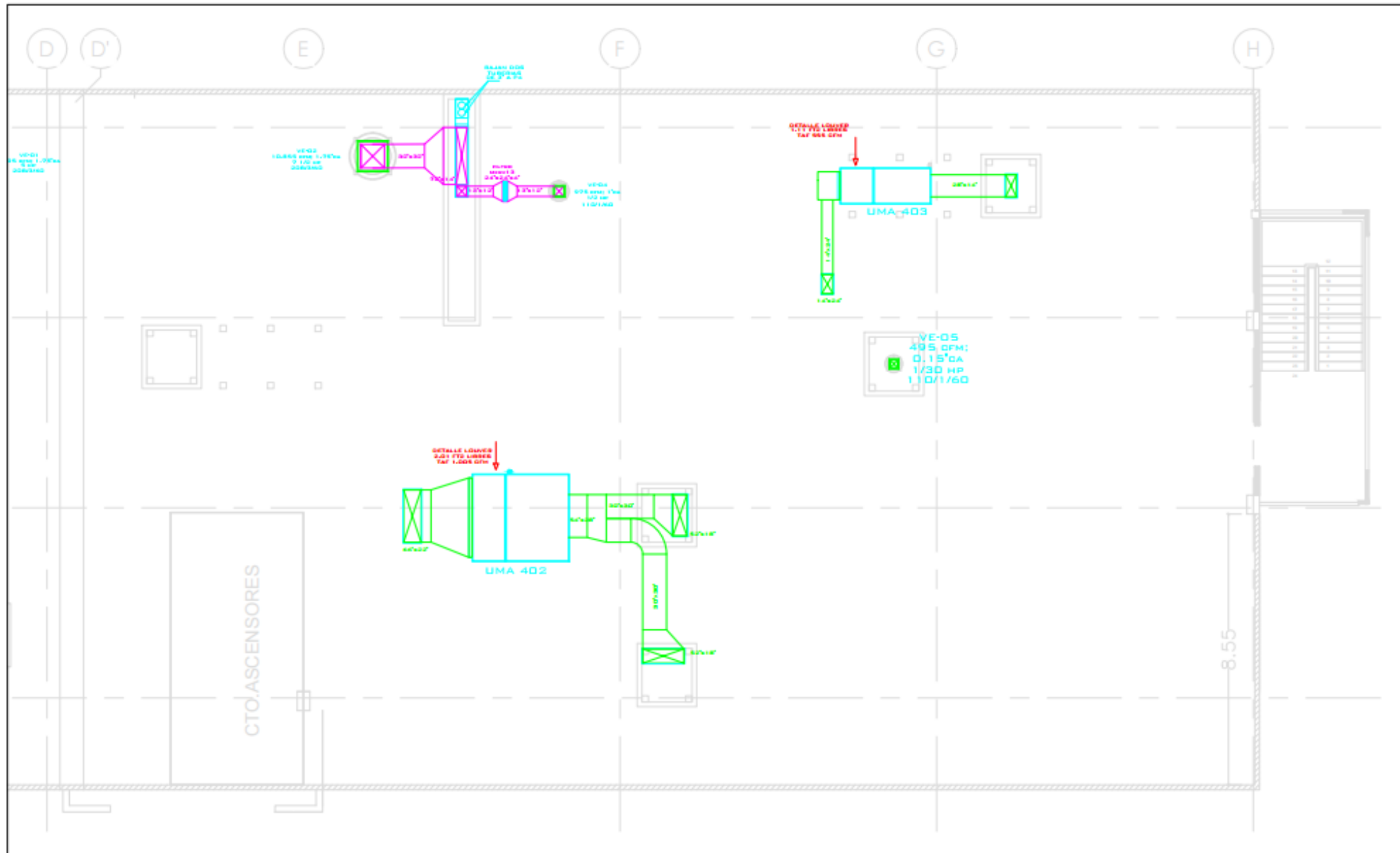
Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Cuarto Piso B2	Unidades: Metro
<h1 style="text-align: center;">ESPOL</h1>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 20



# **PLANOS CUBIERTA**

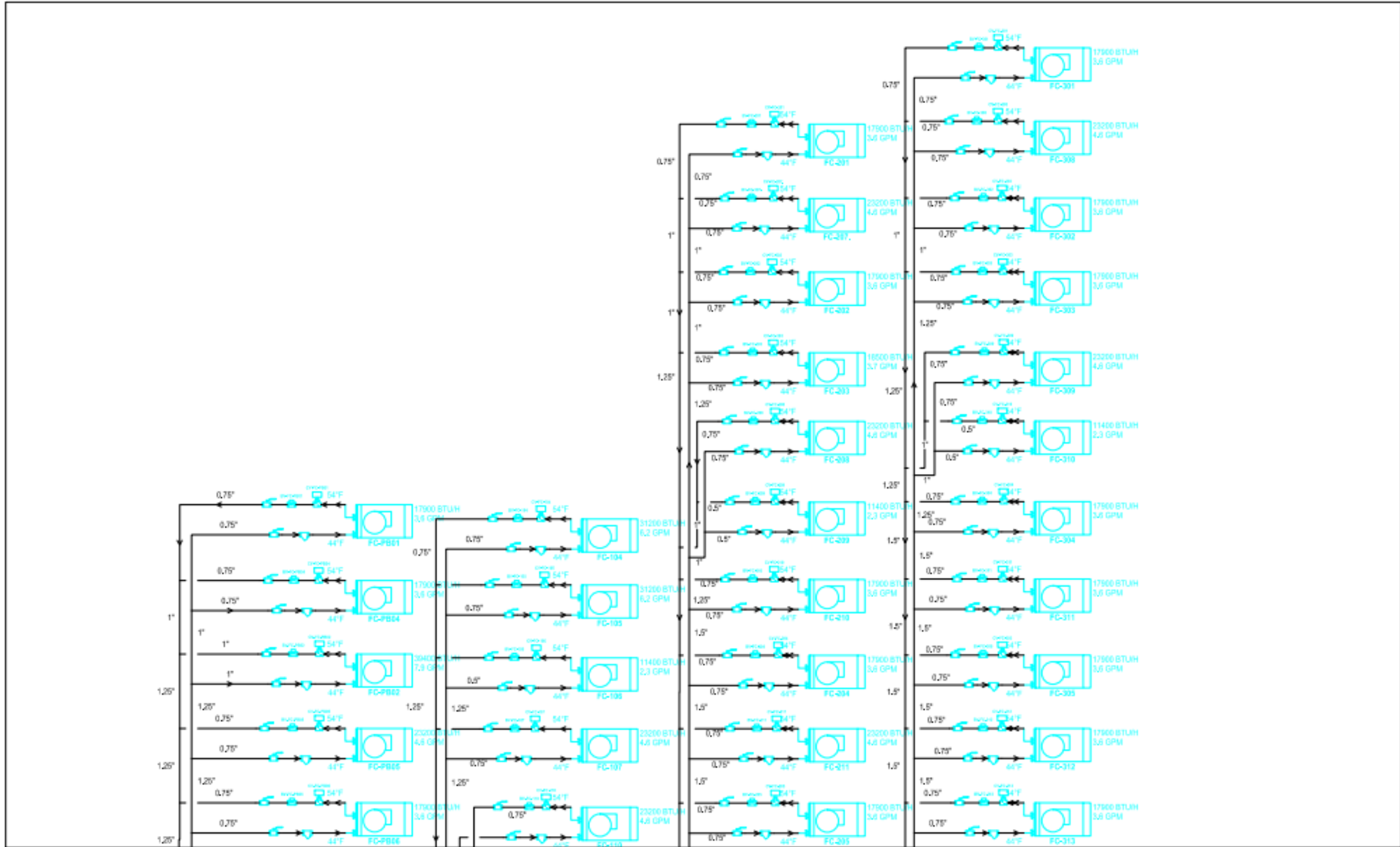


Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Cubierta A1	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 21



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Cubierta A2	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 22

# **RESULTADOS DEL PROGRAMA HVAC SOLUTION - PROFESSIONAL**



Dibujado por: Jimmy Lopez

Contenido: Diagrama P1

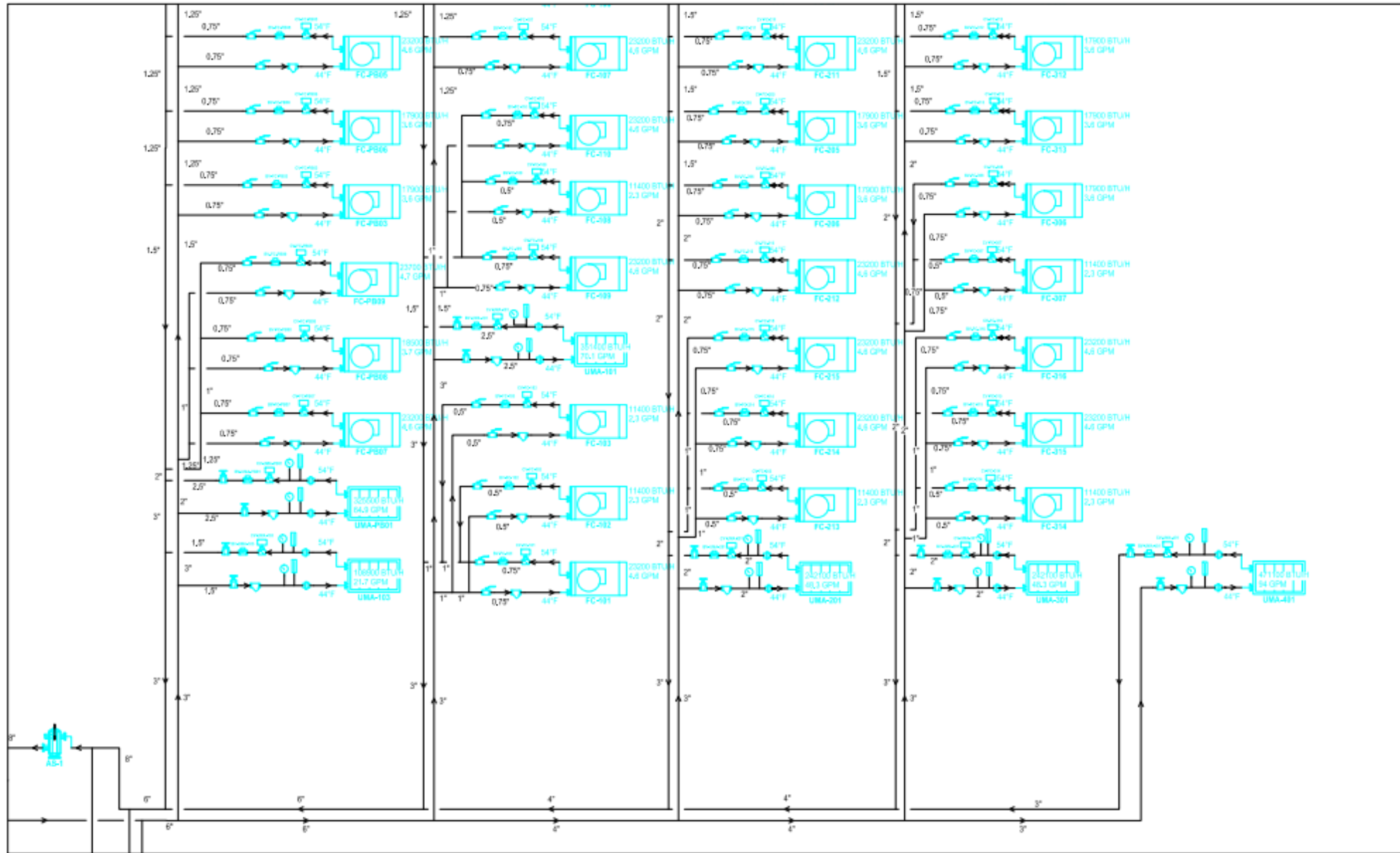
Unidades: Metro

**ESPOL**

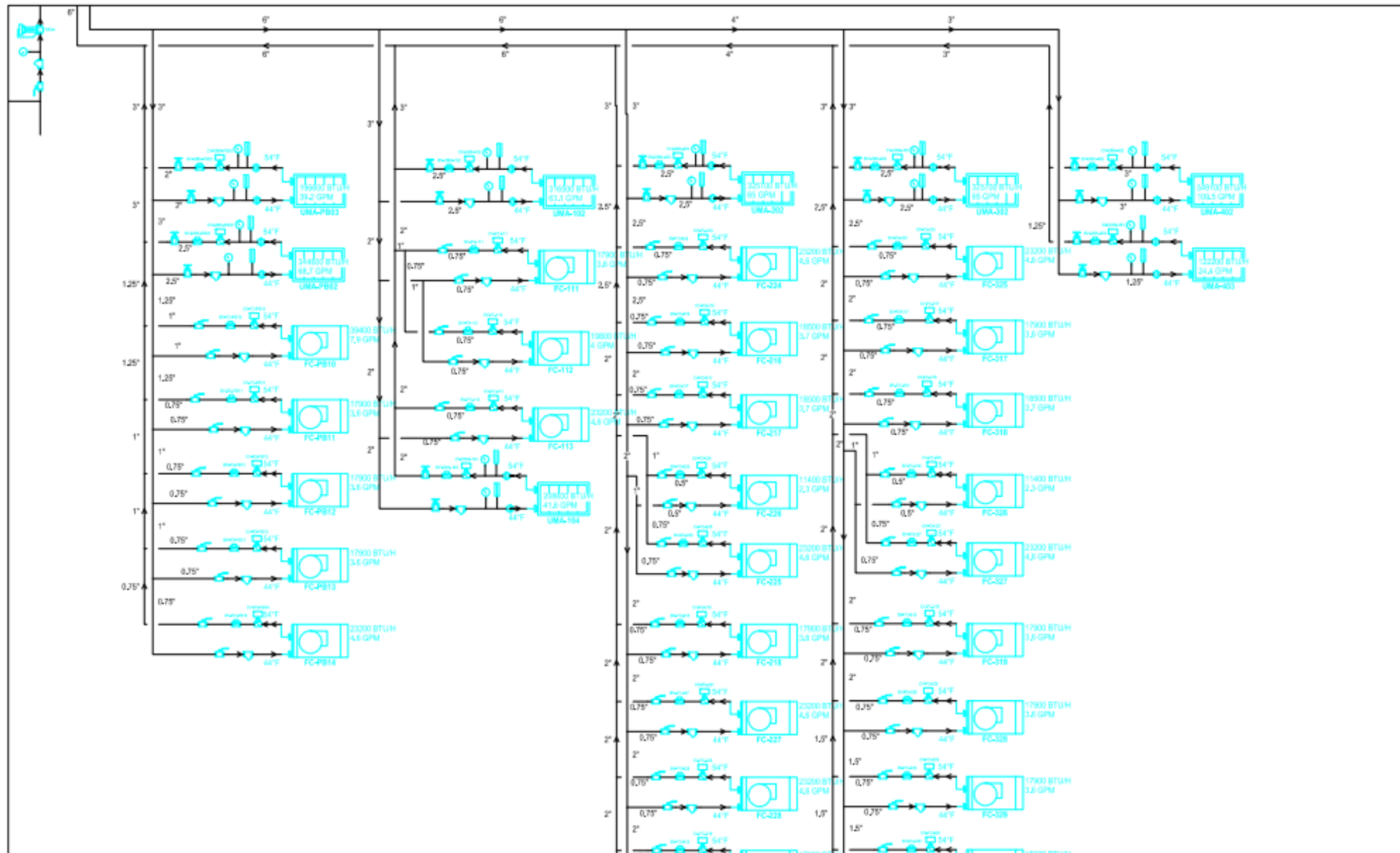
Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha: 6/10/2015

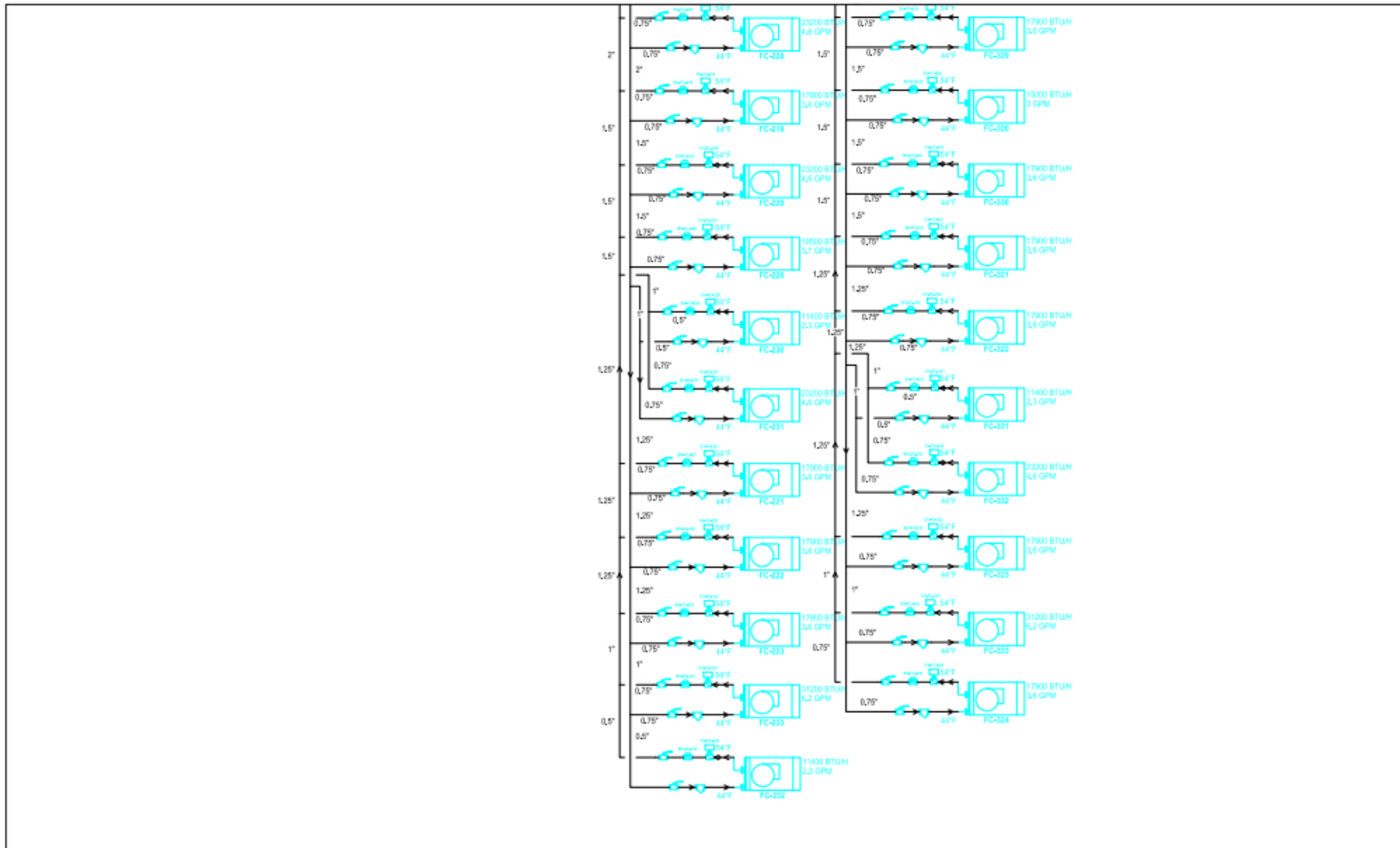
Pagina: 23



Dibujado por: <b>Jimmy Lopez</b>	Contenido: <b>Diagrama P2</b>	Unidades: <b>Metro</b>
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: <b>6/10/2015</b>
		Pagina: <b>24</b>

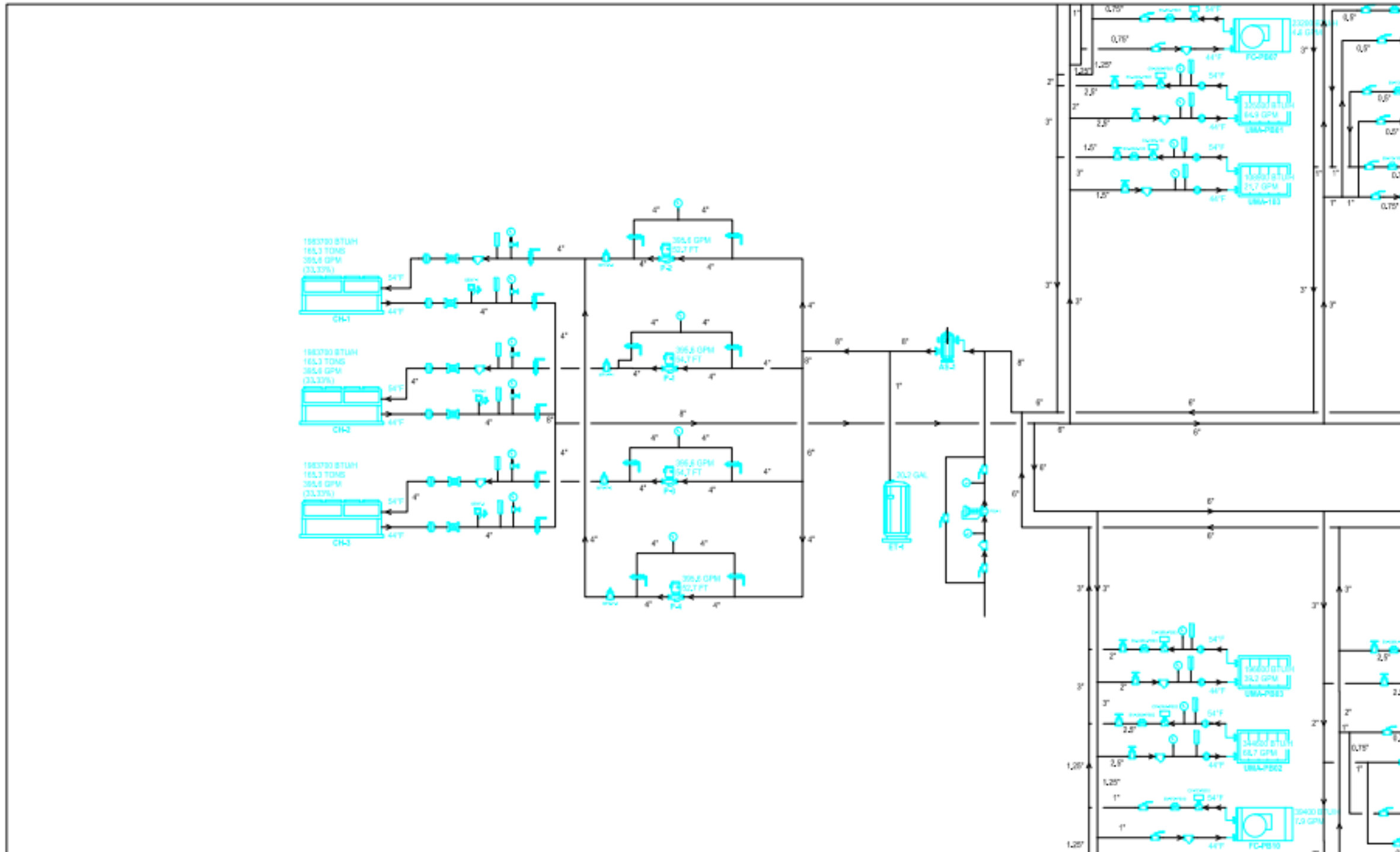


Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Diagrama P3	Unidades: Metro
<h1>ESPOL</h1>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 25



Dibujado por: Jimmy Lopez	Contenido: Diagrama P4	Unidades: Metro
<b>ESPOL</b>	Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón	Fecha: 6/10/2015
		Pagina: 26





Dibujado por:  
Jimmy Lopez

Contenido:  
Diagrama P5

Unidades:  
Metro

**ESPOL**

Proyecto: Diseño del sistemas de climatización y ventilación mecánica del bloque para servicio ambulatorio del Hospital Dr. Abel Gilbert Pontón

Fecha:  
6/10/2015

Pagina:  
27