

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE PARA LA NUEVA SEDE DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO”

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

ELIZABETH MONTANO VEGA

PROMOCION 2009-II

LIMA-PERU

2 013

ÍNDICE

pág.

PRÓLOGO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPÍTULO III FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1.	Carga térmica	7
3.1.1.	Cargas externas	9
3.1.2.	Cargas internas	9
3.1.3.	Infiltración y ventilación	9
3.2.	Carga de refrigeración	10
3.3.	Cálculo de cargas térmicas	11
3.3.1.	Método de cálculo de cargas por temperatura diferencial y factores de carga de refrigeración	11
3.3.1.1.	Ganancia de calor a través de superficies exteriores	11
3.3.1.2.	Ganancia de calor a través de superficies de vidrio	12
3.3.1.3.	Ganancia de calor a través de superficies interiores	16
3.3.1.4.	Fuentes de calor generados en el espacio acondicionado	17
3.3.1.4.1.	Personas	17
3.3.1.4.2.	Alumbrado	18
3.3.1.4.3.	Motores eléctricos	20
3.3.1.4.4.	Artefactos	21
3.3.1.4.5.	Ventilación e infiltración de aire	22
3.4.	Propiedades psicrométricas	24
3.4.1.	Parámetros fundamentales	24
3.5.	Transformaciones psicrométricas	26
3.5.1.	Descripción del proceso	26
3.5.2.	Cálculo de los parámetros fundamentales	28
3.5.3.	Obtención de la temperatura de rocío	29
3.5.4.	Obtención del caudal del aire	30

3.5.5.	Obtención de la temperatura del aire a la entrada de la uta	30
3.5.6.	Obtención de la temperatura del aire a la salida de la uta	31
3.5.7.	Obtención de la potencia frigorífica de la uta	32
3.6.	Conductos de aire.....	32
3.6.1.	Diámetro hidráulico	33
3.6.2.	Diámetro equivalente.....	33
3.6.3.	Pérdidas de carga	34
3.6.4.	Velocidad del aire	35
3.6.5.	Pérdidas por accesorios	36
3.6.6.	Ubicación de los ductos.....	38
3.6.7.	Procedimientos de cálculo.	38
3.7.	Rejillas y difusores	39
3.7.1.	Consideraciones para la elección de una rejilla	39
3.8.	Definición de los sistemas de aire acondicionado vrv	42
3.8.1.	Definición y descripción del sistema.....	42
3.8.2.	Ventajas	43
3.8.3.	Limitaciones.....	43
3.8.4.	Control	44
3.8.5.	Recuperación de calor	46
3.8.6.	Dimensionamiento del equipo.....	46
3.8.7.	Instalación	47
3.8.7.1.	Instalación individual	47
3.8.7.2.	Instalación continua y colectiva.....	50

CAPÍTULO IV CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

4.1.	Ubicación.....	51
4.2.	Características arquitectónicas.....	52
4.3.	Distribución	52
4.4.	Requerimientos.....	53
4.4.1.	Requerimientos para las oficinas.....	54
4.4.2.	Requerimientos para las áreas comunes	55
4.5.	Condiciones interiores de diseño	56
4.5.1.	Temperatura	56

4.5.2.	Humedad.....	58
4.5.3.	Velocidad.....	58
4.5.4.	Pureza.....	59
4.6.	Condiciones exteriores de diseño	60
4.7.	Horarios de funcionamiento	61
4.8.	Consideraciones adicionales	61

CAPÍTULO V CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA

5.1.	Cargas de refrigeración.....	62
5.2.	Selección del sistema.....	74
5.3.	Selección y distribución de equipos.....	75
5.3.1.	Selección de unidades interiores.....	75
5.3.2.	Selección de unidades exteriores	75
5.4.	Selección de las tuberías de refrigeración mediante software.	77
5.5.	Selección de difusores y rejillas de retorno de aire	77
5.6.	Diseño de ductos de aire acondicionado para suministro y retorno	78
5.7.	Selección de ventiladores centrífugos para aire fresco.	79

CAPÍTULO VI EVALUACIÓN ECONÓMICA

COCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

APÉNDICE

PRÓLOGO

El presente informe plantea el diseño de un sistema de climatización para la nueva sede de la Municipalidad de San Isidro, ubicado en la ciudad de Lima. Dicho edificio posee nueve pisos y un sótano, dentro de él se encuentra ochenta y tres oficinas, siete salas de reuniones, un hall y recepción en cada piso y un comedor en el último nivel.

Previamente al desarrollo del proyecto se establecen definiciones relacionadas al cálculo de cargas térmicas, propiedades y transformaciones psicrométricas, cálculo de ductos y difusores y definiciones relacionadas al sistema VRV (volumen de refrigerante variable), que fue el seleccionado para climatizar las instalaciones del Edificio Municipal.

El sistema de climatización planteado como solución brindará confort térmico a los empleados ediles y personas que hagan uso de las instalaciones del Edificio Municipal de acuerdo a las recomendaciones del manual ASHRAE HVAC APPLICATIONS 1997 Capítulo 28. Este proyecto contempla la instalación de cuatro unidades VRV. Las cuatro unidades condensadores servirán para climatizar el edificio repartiéndose entre ellas el número de pisos a atender.

La particularidad del sistema propuesto es el uso de sistema de expansión directa de flujo de refrigerante variable. De tal manera que se llega a cumplir con los

requerimientos de confort para los distintos ambientes del edificio y a la vez se comprueba el ahorro que pueda lograrse en el monto de inversión comparado con los sistemas convencionales que utilizan chillers enfriadores por agua o los refrigerados por aire.

El desarrollo del presente informe abarca los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se indican los propósitos del informe y la descripción resumida de la forma como se organizó el trabajo.

En el Capítulo II.- Se explicará el contexto y las necesidades del trabajo.

En el Capítulo III.- Se presenta toda la teoría necesaria para los cálculos de sistemas de aire acondicionado el cual incluye cálculo de cargas térmicas, psicrometría, diseño de ductos, tuberías y difusores.

En el Capítulo IV.- Se presenta todas las consideraciones asumidas para elaborar el diseño de aire acondicionado para la nueva sede de la Municipalidad de San Isidro.

En el Capítulo V.- En base a los resultados de la aplicación de los conceptos desarrollados en el fundamento teórico se procede a calcular y seleccionar el sistema de aire acondicionado adecuado.

En el Capítulo VI.- Se presenta un metrado y costeo detallado de los equipos, ductos y accesorios necesarios para la implementación del sistema propuesto.

En La Bibliografía.-Se listan los libros, textos, normas y catálogos que se usaron en la elaboración del tema descrito en el presente informe.

Planos.- Aquí se incluyen todos los planos correspondientes al diseño del aire acondicionado de la nueva sede de la Municipalidad de San Isidro.

Apéndice.-Finalmente en éste capítulo se incluyen las tablas de cálculo, gráficos, etc. que contribuyen al mejor entendimiento del presente informe.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La nueva sede institucional de la Municipalidad de San Isidro, ubicada en la Calle Augusto Tamayo 191 en el distrito de San Isidro, Provincia de Lima, Departamento de Lima, necesitaba contar con un sistema de aire acondicionado eficiente que controlara y brindara niveles de temperatura y humedad adecuados en sus ambientes de trabajo.

El objetivo general del trabajo fue realizar el estudio y diseño de un sistema de aire acondicionado que cubra las necesidades mencionadas. El proyecto requirió el cálculo de las cargas térmicas de todos los ambientes destinados a oficinas de trabajo del edificio, así como de los niveles de temperatura y humedad producidos por estas cargas.

Para dotar el edificio de una instalación de climatización se buscará que la solución está conformada por un sistema centralizado, formado por unidades exteriores, que distribuyen el refrigerante a las unidades interiores de forma variable, adaptándose en todo momento a la potencia necesaria para climatizar cada uno de los espacios.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La municipalidad de San Isidro en el año 2009 inició el proyecto de acondicionamiento de su nueva sede Institucional, la que estaría ubicada en el edificio, ya existente, ubicado en la calle Tamayo N° 191.

Su antigua sede poseía inadecuadas condiciones para el desarrollo de la gestión municipal por lo que se optó en adquirir un nuevo edificio en el que se plantearía la unificación de sus oficinas y el diseño de espacios adecuados para el trabajo y con ello asegurar la satisfacción de los residentes y usuarios de los servicios prestados por la municipalidad de San Isidro.

Como parte del proyecto de acondicionamiento de la nueva sede institucional, se requería contar con un sistema de aire acondicionado que asegurara el confort de sus ocupantes. La nueva sede institucional contempla como parte de su acondicionamiento el uso de materiales como alfombras, pegamentos, pinturas, pisos, etc. que provocan la contaminación del aire, adicionales a los contaminantes externos ya existentes propios del nivel de contaminación de la ciudad de Lima. De no contar con un sistema de aire acondicionado para el edificio podríamos estar ante un llamado Edificio Enfermo. El síndrome de los edificios enfermos que fue

reconocido como enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1982.

La solución a la necesidad de brindar un ambiente confortable a los ocupantes y usuarios de las instalaciones de la nueva sede de la municipalidad de San Isidro, es la propuesta de una instalación de aire acondicionado que no sólo esté destinada a producir enfriamiento del aire en la época de verano como muchas veces se considera, sino también para secarlo en verano y producir en todo momento la adecuada ventilación de los locales para asegurar la calidad del aire interior.

Los recientes avances en la tecnología en sistemas de aire acondicionado han convertido en indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado ya no es considerado como un lujo, sino una necesidad, ya que está destinado no sólo para el confort sino básicamente para preservar la salud humana y también constituye un requisito para algunos procesos industriales.

Por otro lado, es preocupación de la municipalidad de San Isidro asegurar el uso eficiente del consumo energético de su nueva sede. Conscientes que son las instalaciones de aire acondicionado una de las que representa mayor consumo energético en un edificio, se ha buscado que la solución planteada presente controles inteligentes capaces de optimizar los consumos.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. CARGA TÉRMICA

La carga térmica es el elemento que contribuye a variar la temperatura del interior de un ambiente determinado. Para el cálculo del calor aportado por cada una de las diferentes cargas térmicas se utilizarán las ecuaciones de transferencia de calor conducción, convección o radiación según sea el caso. Las ecuaciones de conducción y convección provienen de una sola fórmula general, la ecuación global de transferencia de calor:

$Q=U \cdot A \cdot \Delta T$	3.1
------------------------------	-----

Q= es el calor transferido

U= es el coeficiente global de transferencia de calor

A= es el área superficial externa

ΔT = es la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior del ambiente a acondicionar

Los tipos de calor ganado dentro de un ambiente se clasifican en calor sensible y calor latente, por lo tanto, para una correcta selección del equipo se debe determinar las cargas de calor sensible y latente en dicho ambiente.

- Calor Sensible.- Cuando aplicamos calor a una sustancia y esta responde aumentando la temperatura estamos aplicando calor sensible.
- Calor Latente.- Cuando aplicamos calor a una sustancia y ésta no aumenta la temperatura pero sí cambia de estado estamos aplicando calor latente.

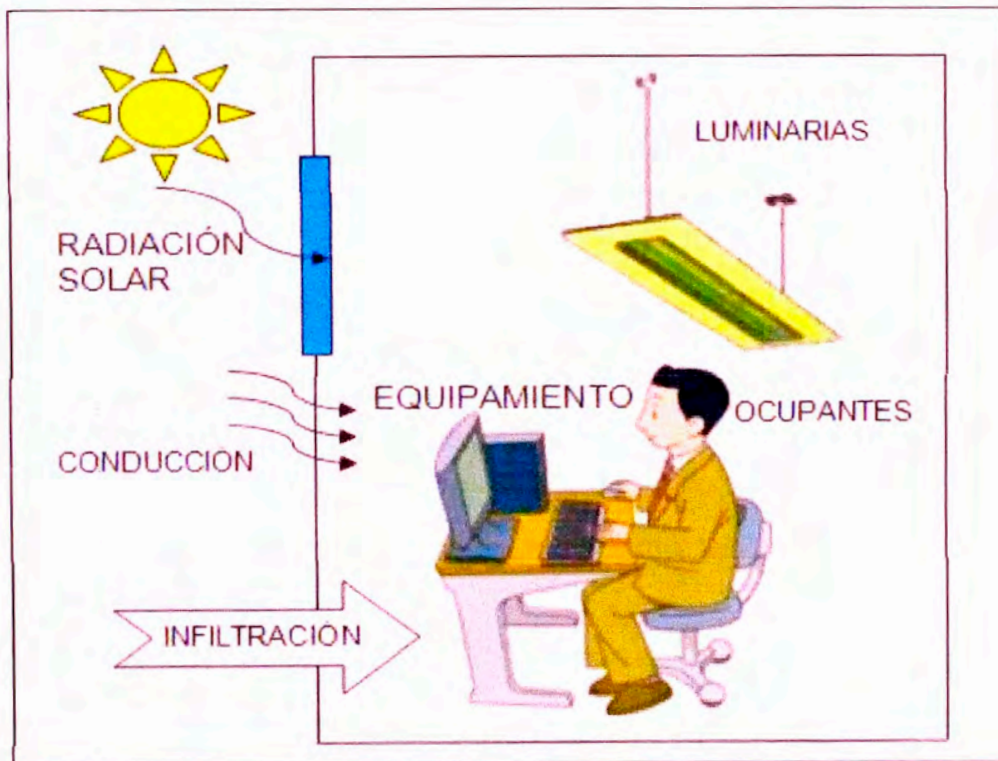


ILUSTRACIÓN 3. 1 FUENTES DE CARGA TÉRMICA

Según el origen de la carga tenemos:

3.1.1. CARGAS EXTERNAS

Las cargas externas consisten en la transferencia de calor por conducción a través de las paredes del edificio, techo, piso, puertas, etc.

También está compuesto por transferencia de calor por radiación a través de ventanas y tragaluces, todas las mencionadas se tratan de transferencias de calor sensible.

3.1.2. CARGAS INTERNAS

Las cargas internas están compuestas por la transferencia de calor sensible y latente producido por los ocupantes, los aparatos de iluminación y el equipamiento presente en el lugar.

La transformación de la ganancia de calor sensible de las personas a cargas de refrigeración del espacio puede verse afectada por las características de almacenamiento térmico del espacio debido a que un porcentaje de la carga sensible es energía radiante.

3.1.3. INFILTRACIÓN Y VENTILACIÓN

El intercambio del aire dentro de un edificio con el aire externo puede ser clasificado como ventilación o infiltración.

El aire de ventilación es la introducción intencional del aire exterior dentro de un espacio cerrado con el objetivo de proveer una calidad aceptable de aire interior. La ventilación puede ser natural o forzada, infiltración, aire recirculado o una mezcla apropiada de los anteriores.

La ventilación natural es el flujo de aire que se da a través de ventanas abiertas, puertas, grillas u otras penetraciones planeadas de aire en el edificio; y es el resultado de diferencias de presión, naturales o artificiales. La ventilación forzada es el movimiento intencional de aire entre el exterior e interior por medio de ventiladores o extractores, también es llamado ventilación mecánica.

ASHRAE Standard 62 recomienda unos ratios mínimos de ventilación para los más comunes tipos de ambientes según su uso. Por ejemplo para el caso de oficinas se recomienda un flujo de 10L/s por persona (20 CFM por persona). Ver TABLAS 1.1, 1.2 y 1.3 del Anexo 1.

La infiltración es el flujo de aire exterior a través de grietas y otras aberturas no intencionales y mediante el uso normal de las puertas exteriores de entrada y salida al ambiente en estudio. Al igual que la ventilación natural la infiltración es impulsada por la diferencia de presiones naturales y/o artificiales.

3.2. CARGA DE REFRIGERACIÓN

La carga de refrigeración es la razón por la cual el calor debe ser retirado del ambiente para mantener una temperatura de confort. La ganancia de calor y la carga de refrigeración no necesariamente son iguales debido a que existe un retardo en la transmisión de calor. La principal razón de este retardo se debe a que muchas veces la energía primero es absorbida por los materiales dentro del ambiente y una vez que la temperatura de las superficies de estos

materiales es mayor a la temperatura del ambiente, se transmite calor por convección al espacio.

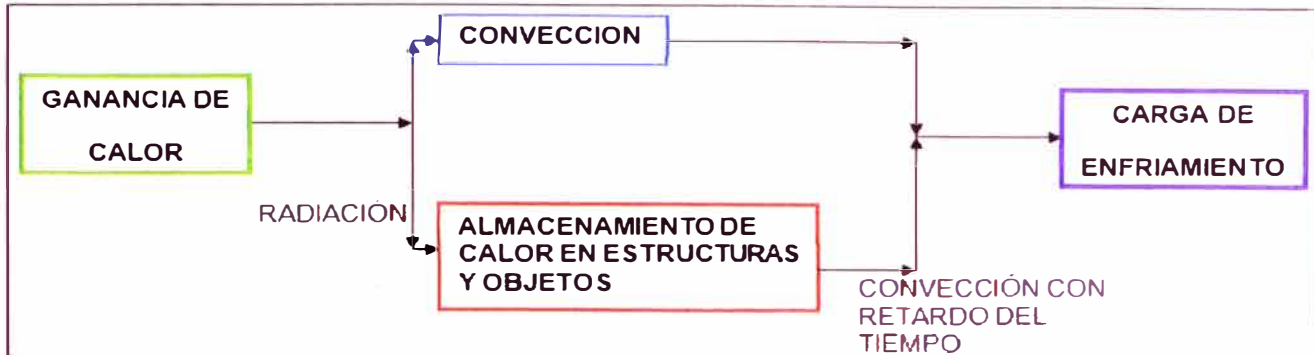


ILUSTRACIÓN 3. 2 DIFERENCIA ENTRE GANANCIA DE CALOR Y CARGA DE REFRIGERACIÓN

3.3. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

3.3.1. MÉTODO DE CÁLCULO DE CARGAS POR TEMPERATURA DIFERENCIAL Y FACTORES DE CARGA DE REFRIGERACIÓN

Es el método que debe ser aplicado como primera alternativa de procedimiento de cálculo manual.

3.3.1.1. Ganancia de calor a través de superficies exteriores

El método de Temperatura Diferencial para Carga de Refrigeración es simple, por utilizar un factor "U" para calcular la carga de refrigeración para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de refrigeración en superficies exteriores es:

$Q=U*A*(CLTD)$

3.2

Q= es el calor transferido, Btu/h o W

U= es el coeficiente global de transferencia de calor, Btu/ (h-ft²-F) o W/ (m²-C). Ver Tablas 1.4 -1.13 del Anexo 1

A= es el área superficial externa, m² o ft²

CLTD= diferencia de temperaturas de carga de enfriamiento

A esta ecuación básica se le agrega otros factores tales como: SCL (carga de refrigeración solar) y CLF (factor de carga de refrigeración).

El método de cálculo de carga por temperatura diferencial se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido por multiplicar la temperatura diferencial (exterior - interior) por los valores tabulados "U" de techos y paredes, respectivamente.

3.3.1.2. Ganancia de calor a través de superficies de vidrio

La ganancia de calor a través de un vidrio ordinario depende de su situación geográfica (latitud), del instante considerado (hora, mes) y, finalmente de su orientación.

El cristal ordinario absorbe una débil proporción de la radiación solar (5-6 %) y refleja o transmite el resto. La magnitud de calor reflejada y transmitida depende del ángulo de incidencia, ángulo formado por la normal del cristal con la dirección de los rayos del sol. Para pequeños ángulos de incidencia se transmite de un 86 a 87% y se refleja de un 8% a 9%. Cuando aumenta el ángulo de incidencia aumenta también el calor reflejado y disminuye el

transmitido. La ganancia total por insolación comprenderá el calor transmitido más un 40% aproximadamente del calor absorbido por el cristal.

Ver ILUSTRACIÓN 3. 3.

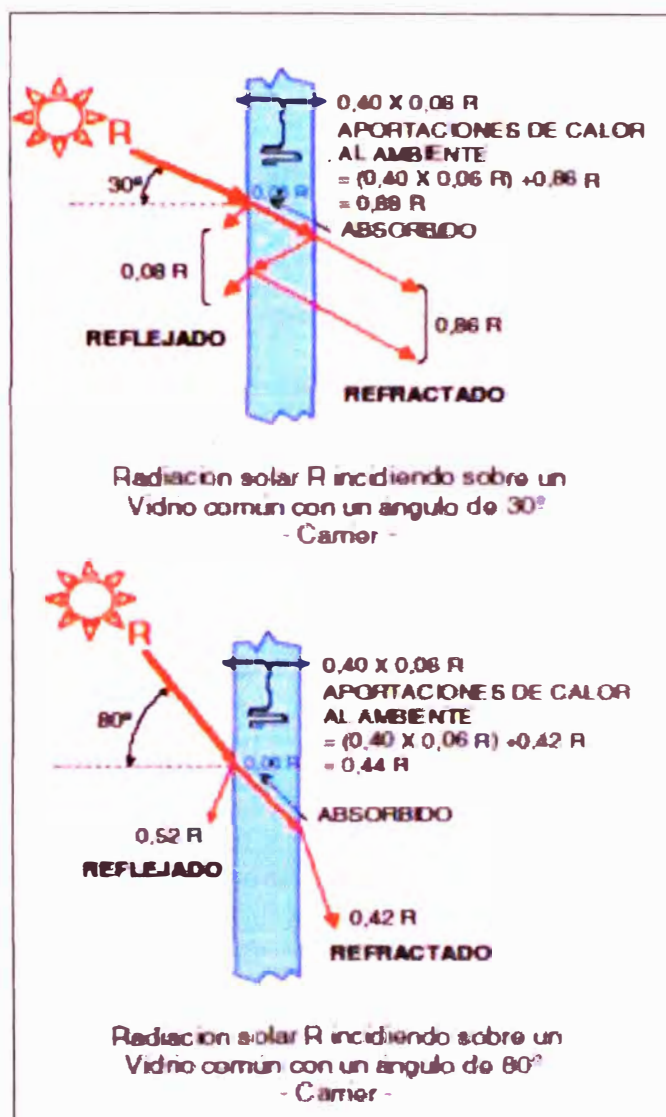


ILUSTRACIÓN 3. 3 REACCIÓN ANTE EL CALOR SOLAR DE UN CRISTAL ORDINARIO, CON UN ÁNGULO DE INCIDENCIA DE 30° Y 80°

La TABLA 1.4 da las insolaciones correspondientes a 10° latitud sur, para cada mes del año y para cada hora del día. Estos valores comprenden tanto la radiación directa y difusa como el porcentaje de calor absorbido por el cristal y transmitido al local. La tabla no incluye la transmisión de calor

debida a la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el interior, dicha cantidad de calor será calculada aparte simplemente multiplicando la superficie del vidrio por el coeficiente de transmisión y por la diferencia de temperaturas entre aire interior y aire exterior.

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

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

Si estas hipótesis no corresponden a las condiciones de proyecto habrá que utilizar los coeficientes de corrección correspondientes que se dan al pie de la TABLA 1.4.

De la TABLA 1.4 se extraen los mayores valores de aportación y luego de aplicarles el factor de corrección para latitud sur, se determina cual es el día y mes para el que se deberá realizar los cálculos de ganancias a través de las superficies de vidrio. El mes y día de mayor aportación solar será aquel cuya sumatoria vertical sea máxima.

	22 DE MARZO
S	47
SE	347
E	551
NE	427
NE	93
NO	427
O	551
SO	347
HORIZONTAL	830
TOTAL	3620

TABLA 3.1 DÍA Y MES DE MAYOR APORTACIÓN SOLAR

Los valores de la TABLA 3.1 son los valores de las radiaciones solares con las cuales se harán los cálculos y a los que se les tendrá que aplicar los factores de corrección por marco metálico, limpidez, altitud y punto de rocío.

El factor de marco metálico o sin marco es +1.17

El factor de atmosfera no muy limpia es -15% máx., esto quiere decir que este factor varía desde [0.85 a 1.0], será 0.85 cuando la atmósfera esté nublada y será 1.0 cuando la atmósfera esté despejada, este valor está a criterio del proyectista en base al conocimiento de la zona, por ejemplo para Lima un buen valor para efectos de cálculo es 0.9

El factor por altitud es: + 0.7% por 300m.

Esto quiere decir que hay que aumentar 0.7% por cada 300m de altitud del local.

$El\ factor\ por\ altitud = \left(1 + \left(\frac{0,7}{100} \right) x \left(\frac{m.\ s.\ n.\ m.}{300} \right) \right)$	3.3
--	-----

Para el caso de Lima el factor por altitud es 1.

El factor por punto de rocío es:

Para temperaturas de Punto de Rocío superiores a 19.5°C (-5% por 4°C).

Para temperaturas de Punto de Rocío inferiores a 19.5°C (+5% por 4°C).

$\text{El factor por punto de rocío} = (1 - (5/100) \times ((DP - 19,5)/4))$	3.4
--	-----

Tomando en cuenta que la temperatura de Punto de Rocío en Lima es de 15°C, tenemos que el factor es: 0,94

3.3.1.3. Ganancia de calor a través de superficies interiores.

Cuando un espacio acondicionado está adyacente a un espacio con una diferencia de temperatura, la transferencia de calor a través de la separación física puede ser tomada en cuenta. La tasa de transferencia de calor Q, está dado por:

$Q = U \cdot A \cdot (t_b - t_i)$	3.5
-----------------------------------	-----

Donde:

U = Coeficiente de transferencia de calor global entre el espacio adyacente y el espacio acondicionado, Btu/ (h-ft²-F) o W/ (m²-C). Ver Tablas 1.4-1.13 del Anexo 1

A = Área de la sección de separación involucrada, ft² o m².

t_b = Temperatura promedio del aire del espacio adyacente, °F o C

t_i = Temperatura del aire en el espacio acondicionado, °F o C.

La temperatura t_b puede tener un valor considerado dependiendo del espacio adyacente. La temperatura en un cuarto de cocina o de caldera

puede llegar a tener de 15 a 50 °F encima de la temperatura del aire exterior. La temperatura en los espacio adjuntos puede ser medido donde quiera que sea factible; cuando nada es conocido excepto que el espacio adyacente es de una construcción convencional y no contiene fuentes de calor, $t_b - t_i$ puede ser considerado como la diferencia de temperatura del aire exterior y la temperatura de bulbo seco del diseño del espacio acondicionado menos 5 °F (2.8 °C).

Para pisos en contacto directo con tierra o sobre el sótano de un subsuelo que no sea ventilado o acondicionado, la transferencia de calor puede ser omitido para la estimación de cargas de enfriamiento.

3.3.1.4. Fuentes de calor generados en el espacio acondicionado.

Las ganancias de calor dentro del espacio acondicionado se dividen en calor latente y calor sensible. Estos calores se producen en el interior de los locales acondicionados y son generados por los ocupantes, el alumbrado, aparatos eléctricos, motores y otras cargas internas.

3.3.1.4.1. Personas.

El cuerpo humano, debido a su metabolismo, genera calor en su interior y lo cede por radiación, convección y evaporación desde su superficie, y por convección y evaporación a través del sistema respiratorio. La cantidad de calor generado y disipado depende de la temperatura ambiente y del grado de actividad de la persona.

Las ecuaciones para el cálculo del calor sensible y calor latente se enuncian a continuación:

$q_{\text{sensible}} = N (\text{Calor sensible ganado}) \text{ CLF}$	3.6
--	-----

$q_{\text{latente}} = N (\text{calor latente ganado})$	3.7
--	-----

Donde:

N = Número de personas en el espacio.

Valores de calor sensible y latente ganado debido a los ocupantes. Ver TABLA 1.14 del Anexo 1

CLF = Factor de carga de enfriamiento, por hora de ocupación.

El CLF para cargas de las personas está en función del tiempo que permanecen las personas en el espacio acondicionado y el tiempo transcurrido desde que ingresa. Un apropiado CLF es seleccionado, por el tipo de zona, período de ocupación, y número de horas luego que ingresa.

Si la temperatura en el espacio no es mantenida constante durante un período de 24 horas, y el sistema de aire acondicionado es apagado durante la noche, el valor para el CLF a usarse debe ser de 1.

3.3.1.4.2. Alumbrado

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor es emitido por radiación, convección y conducción.

Las lámparas incandescentes transforman en luz el 10% de la energía absorbida, mientras que el resto transforma en calor que se disipa por

radiación, convección y conducción. El calor aportado es igual a la potencia eléctrica de la lámpara.

Los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida en luz, mientras que otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes que rodea el local, y el resto por conducción y convección. La potencia térmica adjudicada a cada punto de luz será igual a la potencia eléctrica multiplicada por 1,20.

El calor en las lámparas LED, a diferencia, de las lámparas incandescentes, se genera en dirección contraria a la luz. En base al tipo de diodo, entre el 50% y el 90% de la energía, puede llegar a disiparse en forma de calor por convección.

El valor del calor ganado por el alumbrado eléctrico puede calcularse de la siguiente forma:

$Q_{el} = W F_{ul} F_{sa} (CLF)$	3.8
----------------------------------	-----

Donde:

W , Potencia de las luminarias

F_{sa} , Factor de uso de las luminarias

F_{sa} , Factor de fluorescencia

CLF , Factor de carga de enfriamiento por horas de ocupación

El factor de uso de las luminarias (F_{sa}) para aplicaciones comerciales es generalmente 1¹.

El factor de fluorescencia (F_{sa}) es la relación entre el consumo de energía de los aparatos de iluminación, incluyendo lámparas y balastos con el consumo de potencia nominal de las lámparas.

Para luminarias incandescentes el F_{sa} puede ser 1

Para luminarias fluorescentes de haluros metálico el F_{sa} puede estar entre 1,3 (lámparas de alta potencia) y 1,1 (para lámparas de baja potencia)

Si la temperatura en el espacio no es mantenida constante durante un período de 24 horas, y el sistema de aire acondicionado es apagado durante la noche, el valor para el CLF a usarse debe ser de 1.

Otro método alternativo es el uso de ratios de ganancia de calor por metros cuadrados. Este método puede resultar bastante útil cuando no se cuenta con el proyecto de iluminación final. La TABLA 1.15 del Anexo 1 muestra los valores de ganancia de calor por metro cuadrado permitido por la norma ASHRAE 90.1-2007 para una gama de tipos de espacios.

3.3.1.4.3. Motores eléctricos

La potencia eléctrica consumida por un motor se utiliza, casi toda, para producir energía mecánica, la relación entre ambas viene dada por su rendimiento y la diferencia se convierte en calor sensible.

¹ 2009 Ashare Handbook – Fundamentals (SI) – Cap 18

$Q_p = PE_F CLF$	3.9
------------------	------------

Donde

P, Potencia eléctrica

E_F , Eficiencia

CLF, Factor de carga de enfriamiento por horas de ocupación.

Si la temperatura en el espacio no es mantenida constante durante un período de 24 horas, y el sistema de aire acondicionado es apagado durante la noche, el valor para el CLF a usarse debe ser de 1.

El valor E_F , puede ser tomado de la TABLA 1.16 del Anexo 1 extraída de ASHRAE Estándar 90-1-2007.

3.3.1.4.4. Artefactos

La mayor parte de los artefactos son, a la vez fuente de calor sensible y latente. Los artefactos eléctricos sólo emiten calor en función de su uso mientras que, a causa de la combustión, los artefactos a gas producen calor latente complementario.

Si un artefacto cuenta con una campana de extracción mecánica bien estudiada se podrá reducir a la mitad el calor tanto latente como sensible.

$Q_{sensible} = Q_{consumo} F_U F_R (CLF)_{,0}$	3.10
---	-------------

$Q_{sensible} = Q_{consumo} F_L (CLF)$	3.11
--	-------------

Donde:

$Q_{consumo}$, Potencia de consumo por artefactos (tablas 1.17 del Anexo 1, o datos del fabricante)

F_U, F_R, F_L , factor de uso, factor de radiación y factor de carga (tablas 1,5 del Anexo 1)

CLF , Factor de carga de enfriamiento por horas de ocupación.

Si la temperatura en el espacio no es mantenida constante durante un período de 24 horas, y el sistema de aire acondicionado es apagado durante la noche, el valor para el CLF a usarse debe ser de 1.

En el caso de que no se cuente con el proyecto final de equipamiento, ver la TABLA 1.6 del Anexo 1, extraída del 2009 Ashrae Handbook Fundamentals, en el que se proponen ratios de ganancia de calor por metro cuadrado según el tipo de actividad.

3.3.1.4.5. Ventilación e infiltración de aire.

La infiltración de aire a través de fisuras en las ventanas o puertas ocasiona una ganancia de calor, tanto sensible como latente, en el recinto.

La mayor parte de los sistemas de aire acondicionado admiten algo de aire del exterior por razones sanitarias y de confort. El calor sensible y latente de este aire es mayor que el del aire del recinto, por lo cual se vuelve parte de la carga térmica.

Las siguientes ecuaciones prácticas para calcular el calor sensible y latente dependen del caudal de aire de ventilación y la diferencia de temperaturas entre el aire exterior e interior para el calor sensible y la diferencia de humedades absolutas del aire exterior e interior para el calor latente. El calor total a retirar de la ventilación es la suma del calor sensible y latente.

Para ventilación

$Q_{sensible} = 1,23Q_v(t_o - t_i)$	3.12
-------------------------------------	------

$Q_{latente} = 3010Q_v(W_o - W_i)$	3.13
------------------------------------	------

$Q_{total} = 1,20Q_v(h_o - h_i)$	3.14
----------------------------------	------

Q_v , caudal de ventilación, L/s (Ver TABLA 1.7 Anexo 1)

t_o, t_i , temperatura exterior e interior, °C

W_o, W_i , humedad exterior e interior, kg(agua)/kg(aire seco)

h_o, h_i , entalpia exterior e interior, kJ/kg.

Para infiltración

$Q_{sensible} = 1,23Q_i(t_o - t_i)$	3.15
-------------------------------------	------

$Q_{latente} = 3010Q_i(W_o - W_i)$	3.16
------------------------------------	------

$Q_{total} = 1,20Q_i(h_o - h_i)$	3.17
----------------------------------	------

Q_i , caudal de infiltración, L/s (Ver TABLA 1.8 Anexo 1)

t_o, t_i , temperatura exterior e interior, °C

W_o, W_i , humedad exterior e interior, kg(agua)/kg(aire seco)

h_o, h_i , entalpia exterior e interior, kJ/kg.

3.4. PROPIEDADES PSICROMÉTRICAS

La psicrometría es la ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano.

A continuación definiremos los parámetros psicrométricos relacionado con la instalación de aire acondicionado y el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo.

3.4.1. Parámetros fundamentales

- Aire Húmedo.- La composición del aire es muy compleja, como simplificación se considera que el aire atmosférico es una mezcla de aire seco y aire húmedo.

El aire seco es una composición constante de 79% de N₂ y 21% de O₂. Este aire seco mezclado con el vapor de agua, constituye el aire húmedo; es el que se considera en las instalaciones de aire acondicionado.

- Temperatura de Bulbo Seco (TBS).-Es la temperatura que registra un termómetro ordinario.
- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH).-Es la temperatura que registra un termómetro cuyo bulbo está cubierto por una mecha húmeda y

expuesto a una corriente de aire. Constituye una medida indirecta de la humedad del aire.

Si el aire no está saturado la temperatura de bulbo húmedo es menor que la temperatura de bulbo seco.

- Humedad relativa (ϕ).-Es la relación entre a presión del vapor de agua contenido en el aire y la presión de vapor saturado a la misma temperatura.
- Humedad absoluta o específica (W).- Es la relación entre la masa de vapor contenida en el aire y la masa de aire seco
- Temperatura de rocío (Tr).-Es la temperatura a la cual empieza la condensación del vapor de agua cuando el aire se enfría. Para su obtención gráfica basta con situar el estado correspondiente de aire húmedo en el diagrama psicrométrico y trazar desde allí una horizontal hasta cortar la curva de saturación.

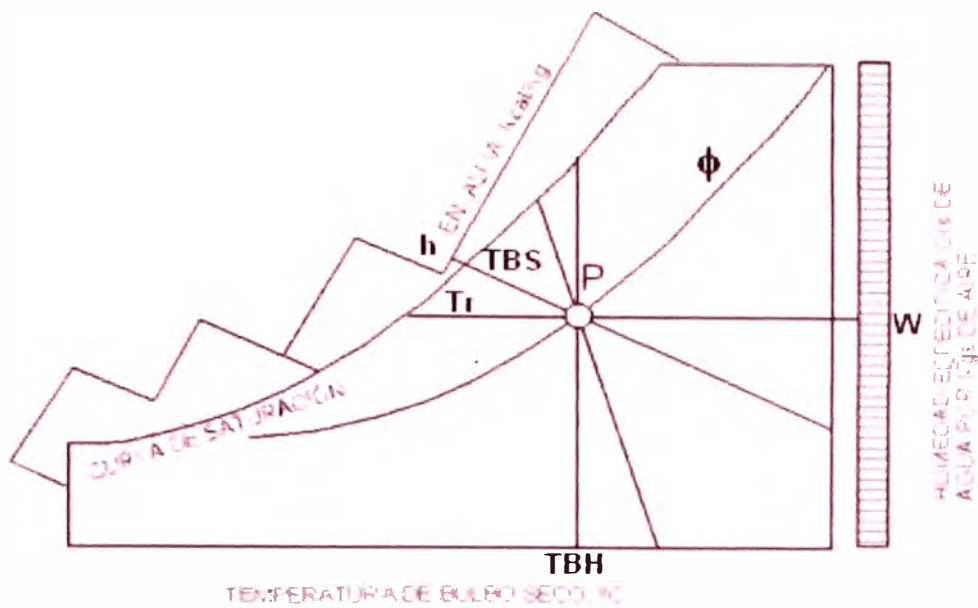


ILUSTRACIÓN 3. 4 ESQUEMA DEL DIAGRAMA PSICROMÉTRICO

- Entalpía (h).-Esla variable que utilizaremos para determinar la energía térmica de un flujo de aire.

3.5. TRANSFORMACIONES PSICROMÉTRICAS

3.5.1. Descripción del proceso

El método más frecuente de acondicionamiento de un ambiente consiste en mezclar aire exterior con aire procedente del local; esta mezcla se enfría en el equipo de aire acondicionado o UTA (Unidad de Tratamiento de Aire) y se envía al interior del local.

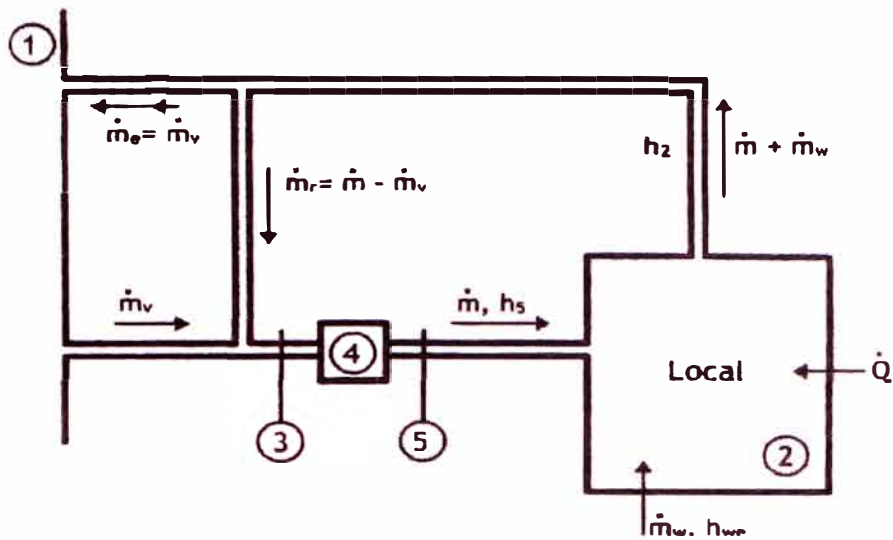


ILUSTRACIÓN 3. 5 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE PROCESO TÍPICO DE VERANO

- 1.- Condiciones del aire en el exterior del local
- 2.- Condiciones de aire en el interior del local
- 3.- Condiciones del aire a la entrada de la UTA. Es el resultado de mezclar el aire exterior con el aire procedente del local.
- 4.- Representa una temperatura llamada punto de rocío de la máquina.
- 5.- Condiciones del aire a la salida de la UTA. Este aire se llama aire de suministro.

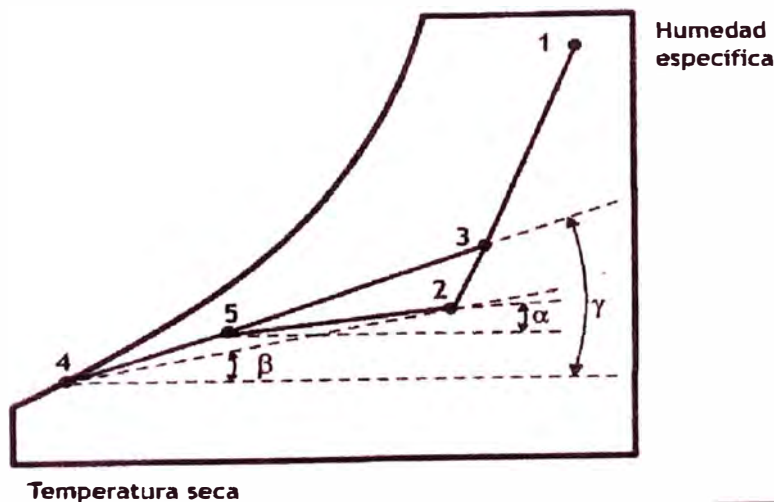


ILUSTRACIÓN 3. 6 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROCESO TÍPICO DE VERANO

El estado de aire (3), como es mezcla de (1) y (2), debe estar en la recta de unión 1-2. El punto (4) se halla siempre en la curva de saturación y le corresponde la temperatura más baja; por esto, es el que está situado más a la izquierda. Dicho punto (4), que hemos indicado dentro de la UTA, es un estado del aire un tanto particular: representa el estado del aire que saldría de la unidad en condiciones ideales. Como el proceso no es ideal, el aire no sale en el estado (4), sino en el estado (5).

El aire entra en la UTA en el estado (3) y en teoría idealmente, sale en el estado (4). Esta evolución se representa con la recta 3-4, llamada recta de maniobra de la UTA.

El punto (5) está en la recta 3-4 y próximo al punto (4). El aire que sale del de la UTA entra en el local y puede decirse que evoluciona de (5) a (2). Este cambio o evolución se representa en la recta 5-2, llamada recta térmica del local.

Hay una tercera recta que aunque no tiene significado físico, es en extremo importante. Se trata de la recta 2-4, llamada recta térmica efectiva del local.

3.5.2. Cálculo de los parámetros fundamentales

El objetivo es elegir juiciosamente el equipo climatizador, para lo cual debemos conocer el caudal de aire, la temperatura de entrada, la temperatura de salida, la potencia frigorífica y la temperatura de rocío de la máquina. Estas variables están indicadas en la siguiente tabla.

TABLA 3. 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES

Parámetros conocidos		Parámetros que hay que conocer	
t_1	Temperatura exterior	\dot{V}	Caudal de aire de suministro
ϕ_1	Humedad relativa exterior	t_4	Temperatura de rocío de la UTA
t_2	Temperatura interior	t_5	Temperatura de aire de suministro
ϕ_2	Humedad relativa interior	t_3	Temperatura del aire a la entrada de la UTA
\dot{V}_v	Caudal de ventilación	N_R	Potencia frigorífica de la UTA.
\dot{Q}_{se}	Carga sensible efectiva total		
\dot{Q}_{le}	Carga latente efectiva total		
f	Factor de by-pass		

3.5.3. Obtención de la temperatura de rocío

Una vez calculadas la carga sensible efectiva, \dot{Q}_{se} y la carga latente efectiva, \dot{Q}_{le} se obtiene el llamado factor de carga sensible efectivo, $FCSE$:

$FCSE = \frac{\dot{Q}_{se}}{\dot{Q}_{se} + \dot{Q}_{le}}$	3.18
---	------

Este valor se señala en la escala de FCSE, situada a la derecha del diagrama psicrométrico y se traza una recta uniendo el valor señalado en la escala con el foco.

A continuación se traza una paralela que pase por el punto (2) (condiciones del local) hasta cortar la curva de saturación, el punto de corte es el punto (4). Esta recta que hemos trazado de (2) a (4), paralela a la otra recta, es la recta de trazos 2-4, llamada recta térmica efectiva del local. La vertical que baja desde el punto (4) nos da la temperatura de rocío t_4 de la UTA.

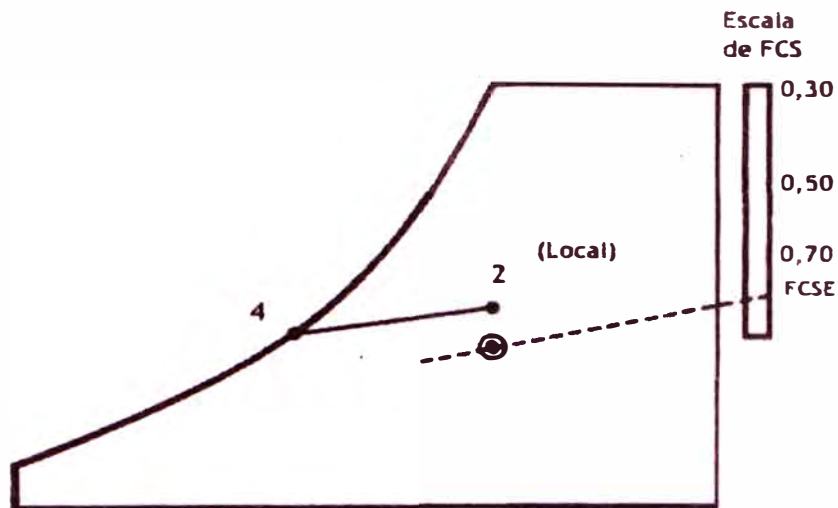


ILUSTRACIÓN 3. 7 OBTENCIÓN DEL PUNTO DE ROCÍO DE LA UTA

3.5.4. Obtención del caudal del aire

Tenemos la siguiente ecuación:

$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{se}}{0,34(1 - f)(t_2 - t_4)}$	3.19
---	------

\dot{V} , Caudal de aire de suministro en m³/h

\dot{Q}_{se} , carga sensible efectiva, en W

f, el factor de by-pass del serpentín de enfriamiento.

t_2 , la temperatura interior del local; y

t_4 , la temperatura de rocío de la UTA.

3.5.5. Obtención de la temperatura del aire a la entrada de la UTA

El aire correspondiente al estado (3) es el resultado de mezclar el aire procedente del local, estado (2), con el aire procedente del exterior, estado (1). Por lo tanto, podemos aplicar la siguiente ecuación:

$t_3 = \left(\frac{\dot{V}_v}{\dot{V}} \right) (t_1 - t_2) + t_2$	3.20
--	------

t_3 , la temperatura de entrada de la UTA;

\dot{V}_v , Caudal de aire exterior de ventilación, en m³/h

\dot{V} , Caudal de aire de suministro en m³/h

t_1 , la temperatura exterior; y

t_2 , la temperatura interior del local.

3.5.6. Obtención de la temperatura del aire a la salida de la UTA

El aire impulsado o aspirado por un ventilador y entra a la UTA, pasa por una serie de tubos por los que circula una salmuera, agua fría o agua caliente, o un fluido frigorífico que se evapora. Según las temperaturas relativas de los fluidos separados por la superficie de intercambio se producirá un enfriamiento o calentamiento del aire.

La extensión de la superficie de intercambio no es la única que afecta las cantidades de calor que pasan de un fluido a otro, sino también el factor de by-pass.

El factor de by-pass del serpentín de refrigeración es una forma de indicar la eficiencia de la misma. Un factor bajo indica una buena efectividad. Se representa con la letra "f" y se utiliza para el cálculo de la temperatura de suministro (t_5), es decir:

$t_5 = f(t_3 - t_4) + t_4$	3.21
----------------------------	------

TABLA 3. 3 VALORES USUALES DE LOS FACTORES DE BYPASS

Factor de bypass	Tipo de aplicación	Ejemplo
0,30 a 0,50	Balance térmico pequeño o medio con pequeño SHF (ganancias latentes grandes)	Apartamentos
0,20 a 0,30	Acondicionamiento de confort clásico, balance térmico relativamente pequeño, o algo mayor pero pequeño SHF	Tiendas pequeñas Fábricas
0,10 a 0,20	Acondicionamiento de confort clásico	Tiendas grandes Banco Fábrica
0,05 a 0,10	Ganancias sensibles grandes o caudal de aire exterior grande	Tienda grande Restaurante Fábrica
0 a 0,10	Funcionamiento con aire fresco total	Hospital Quirófano Fábrica

3.5.7. Obtención de la potencia frigorífica de la UTA

Es el cálculo más importante. Una vez que ya se tienen conocidas las temperaturas de los puntos (3) y (5) y se sitúan en el diagrama. Se determinan las entalpías h_3 y h_5 en kJ/kg y se efectúa un balance alrededor de la UTA, obteniéndose:

$N_R = 0,33\dot{V}(h_3 - h_5)$	3.22
--------------------------------	------

Donde:

N_R , es la potencia frigorífica de la UTA, en W;

\dot{V} , es el caudal de aire de suministro, en m³/h

h_3, h_5 son las entalpías de los estados (3) y (5), en kJ/kg

3.6. CONDUCTOS DE AIRE

Los sistemas de conductos de impulsión y de retorno se clasifican atendiendo a la velocidad y presión del aire dentro del conducto.

Para el cálculo de los ductos, puede sugerirse las siguientes reglas:

1. Acondicionamiento de aire para locales comerciales: baja velocidad entre 8 y 10m/s.
2. Acondicionamiento para locales industriales: baja velocidad entre 10 y 12m/s.
3. Normalmente, los sistemas de retorno de aire, se proyectan siempre en baja velocidad.

Los ductos pueden clasificarse según su área transversal en ductos de sección rectangular, sección circular y sección oval.

Para los cálculos de pérdida de carga y velocidad se utilizan fórmulas que, estrictamente, sólo son aplicables a ductos de sección circular por lo que es necesario definir parámetros que permitan efectuar dichos cálculos para cualquier tipo de sección.

3.6.1. Diámetro hidráulico

Se define como el diámetro que debería tener un conducto circular de igual sección y perímetro y se define como:

$D_h = 4 \frac{S}{P}$	3.23
-----------------------	------

Siendo:

S, el área de paso de sección recta; y

P, el perímetro interior de la sección recta.

3.6.2. Diámetro equivalente

Se define como el diámetro que tendría un conducto circular que, conduciendo el mismo caudal y teniendo el mismo coeficiente de fricción, ocasionará la misma pérdida de presión por unidad de longitud. Viene dado por la siguiente expresión

$D_{eq} = \frac{1,55S^{0,625}}{\rho^{0,25}}$	3.24
--	------

3.6.3. Pérdidas de carga

En todo ducto por el que circula aire existe una continua pérdida de presión. Esta pérdida de presión se denomina pérdida de carga por rozamiento y para ductos circulares viene dada por la ecuación de Darcy-Weisbach:

$\Delta p = f \frac{L}{D} \frac{c^2}{2} \rho$	3.25
---	------

Siendo

Δp , la caída de presión en Pa;

f , el factor de rozamiento adimensional;

L , la longitud del ducto;

D , el diámetro del ducto circular en m;

c , la velocidad en m/s; y

ρ , la densidad en kg/m³.

El factor de rozamiento, f , viene dado por la ecuación de Colebroock:

$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{\epsilon}{3,7 D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right]$	3.26
--	------

Siendo

ϵ , la rugosidad absoluta del material en m,

Re , el numero de Reynolds ($Re = c D \frac{\rho}{\mu}$); y

μ , la viscosidad dinámica en kg/(ms).

Como la ecuación de Colebrook no nos permite despejar el factor de rozamiento y el cálculo puede resultar laborioso. Podemos hacer uso de una fórmula simplificada para el caso de ductos de acondicionamiento de aire:

$\Delta p = 0,15 r \left(\frac{L}{D^{1,22}}\right) c^{1,82}$	3.27
--	------

Siendo:

Δp , la caída de presión en Pa;

r , la rugosidad de la superficie interior en mm (0,09 para ducto galvanizado);

L , la longitud del ducto;

D , el diámetro del ducto circular en m;

c , la velocidad en m/s.

Con esta ecuación se ha construido la Ilustración 1.1 de pérdida de carga para ductos galvanizados de rugosidad absoluta 0,09mm. (Ver Ilustración 1.1 en Anexo 1)

3.6.4. Velocidad del aire

Para establecer la velocidad del sistema de distribución de aire, hay que atender las restricciones de ruido, inversión y costos de operación.

Una velocidad muy alta requiere de ductos pequeños, y por lo tanto menos costosos, pero en cambio hará falta instalar un ventilador mayor con un motor más potente y los gastos de operación serán mayores.

Si se emplea una velocidad menor, los ductos serán mayores, pero los gastos de operación serán menores.

TABLA 3. 4 VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD (M/S)

Aplicación	Factor de control del nivel de ruido (ductos principales)	Factor de control		Rozamiento en ducto	
		Ductos principales		Ductos derivados	
		Suministro	Retomo	Suministro	Retomo
Residencia	3	5	4	3	3
Apartamentos Dormitorios de hotel Dormitorios de hospital	5	7,5	6,5	6	5
Oficinas particulares Despachos particulares Bibliotecas	6	10	7,5	8	6
Salas de cine Teatros Auditorios	4	6,5	5,5	5	4
Oficinas Publicas Restaurantes de primera categoría Comercios de primera categoría Bancos	7,5	10	7,5	8	6
Comercios de categoría media Cafeterías	9	10	7,5	8	6
Locales industriales	12,5	15	9	11	7,5

3.6.5. Pérdidas por accesorios

La pérdida de carga en cualquier accesorio se expresa en términos de longitud equivalente de ducto.

La TABLA 1.24 y 1.25 (ver Anexo 1) dan las pérdidas de carga en codos rectangulares, y la TABLA 1.26 (ver Anexo 1) da las pérdidas en codos circulares. En ambas tablas, las pérdidas de carga se dan en función de longitud equivalente de ducto. De este modo, el valor que se obtiene se

suma a la longitud del ducto para obtener la longitud equivalente total. La longitud del ducto se mide entre las intersecciones de los ejes de sus accesorios.

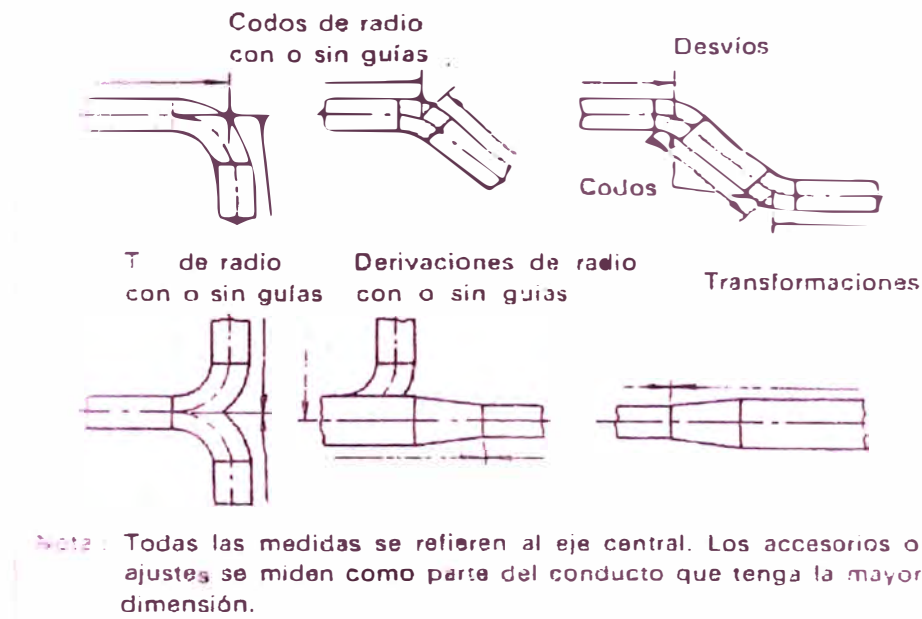


ILUSTRACIÓN 3. 8 GUÍA PARA LA MEDIDA DE LAS LONGITUDES DE LOS CONDUCTOS

Las tablas 1.27, 1.28 1.29 y 1.30 dan las pérdidas para codos de otras dimensiones, o que tengan distinta relación R/D, la TABLA 9 indica las pérdidas de codos, en función de L/D.

Las pérdidas de carga también se puede expresar por medio de “factores de velocidad” representados por la letra “n”. Esta pérdida, o recuperación puede convertirse en longitud equivalente de ducto según las ecuaciones escritas para cada caso de accesorio y sumarse o restarse a la longitud total del ducto.

3.6.6. Ubicación de los ductos

Como regla general, en el proyecto de cualquier sistema de ductos, se debe procurar que el trazado de los ductos sea lo más sencilla y simétrica posible, evitando las obstrucciones propias de la arquitectura del edificio o del equipo. Los puntos de difusión o retorno se ubicarán con el objetivo de proporcionar una correcta distribución de aire.

3.6.7. Procedimientos de cálculo.

1.- Calcular el caudal en cada tramo de ducto comprendido entre difusor y difusor, por cada tramo circula el caudal del anterior menos el que sale por cada difusor.

2.- Escoger para cada tramo de ducto, según el caudal y las velocidades recomendadas en la TABLA 3.4, las dimensiones del ducto cuya relación de longitudes sea menor que 4.

3.- Mediante la Ilustración 1.1 (ver Anexo 1) calculamos la pérdida de carga por unidad de longitud.

4.- Mediante las Tablas 1.24 a 1.30 (ver Anexo 1) calculamos la longitud equivalente de los codos, que sumada a la real, nos da la longitud equivalente del tramo.

5.- Se calcula la pérdida de presión por rozamiento multiplicando la longitud equivalente del tramo.

6.- Se calcula la recuperación de presión estática por cambios de velocidad utilizando la siguiente ecuación:

$\Delta Pe = 0,6(c_2^2 - c_1^2)$	3.28
----------------------------------	------

Siendo:

ΔPe , variación de la presión estática,

Si el cono es una ampliación, habrá una ganancia de presión estática

Si el cono es una reducción, habrá una pérdida de presión estática

c_2 , la velocidad del aire en el ducto después del cono

c_1 , la velocidad del aire en ducto antes del cono.

7.- Se calcula la pérdida parcial en el tramo sumando la variación de presión estática a la pérdida por rozamiento.

8.- Finalmente se calcula la suma acumulada de pérdidas en cada tramo.

3.7. REJILLAS Y DIFUSORES

3.7.1. Consideraciones para la elección de una rejilla

Para seleccionar una rejilla hay que tener presente los parámetros:

- Pérdida de presión o carga
- Nivel de ruido y
- Alcance.

Uno de los tres resulta más restrictivo que los otros tres restantes, y es, por dicha razón, al que atenderemos preferentemente para efectuar su elección.

De esta manera, si queremos lanzar un caudal de aire conocido atendiendo a una pérdida de carga, nivel de ruido y alcance determinado, en un catálogo de rejillas buscaremos una concordancia entre los tres datos considerando que:

- Cuando se toma la pérdida de presión o de carga como factor de selección, generalmente no hay que considerar un valor añadido por el aumento que pueda sufrir este parámetro al cerrar la regulación, ya que si se acciona la regulación es, precisamente, porque es necesario provocar una pérdida de carga suplementaria con el fin de reducir el caudal.
- Cuando se elige el nivel de ruido, hay que tener muy en cuenta que éste se ampliará al cerrar la regulación. Por lo tanto es necesario seleccionar la rejilla siempre con un margen sobre el nivel de ruido deseado.

Con el objetivo de alcanzar los niveles sonoros aceptables en relación con el tipo de ambiente se proporcionan en la TABLA 3.5, los valores de velocidad máximas de salida en difusores y en la TABLA 3. 6 las velocidades para la captura en rejillas de retorno.

TABLA 3. 5 VELOCIDADES RECOMENDADAS EN LAS BOCAS DE SALIDA

Aplicación	Velocidad (m/s)
Estudios de radiodifusión	1,5 - 2,5
Residencias	2,5 - 4
Apartamentos	2,5 - 4
Iglesias	2,5 - 4
Dormitorios de hotel	2,5 - 4
Teatros	2,5 - 4
Oficinas particulares, tratadas acústicamente	2,5 - 4
Oficinas particulares, no tratadas	2,5 - 4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5 - 6,5
Almacenes comerciales, plantas superiores	7,5
Almacenes comerciales, planta principal	10

TABLA 3. 6 VELOCIDADES PARA LAS REJILLAS DE RETORNO

Colocación de la rejilla	Velocidad (m/s)
Locales comerciales Por encima de zonas ocupadas	4 (o más)
Dentro de zona ocupada, no cerca de asientos	3 - 4
Dentro de la zona ocupada, cerca de asientos	2 - 3
Locales industriales	4 (o más)
Locales residenciales	2

- Al significar el alcance como elemento en el que se centrará la atención para la selección, hay que tener en cuenta que éste se puede modificar colocando las aletas móviles.

3.8. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO VRV

3.8.1. Definición y Descripción del sistema

VRV significa Volumen de Refrigerante Variable, aunque el término preciso sería caudal de refrigerante variable. El sistema VRV se trata de un sistema de expansión directa que ajusta continuamente el volumen de refrigerante dentro del sistema gracias a diversas tecnologías en los compresores (Inverter) y a las válvulas de expansión electrónicas (EXV –Electronic Expansion Valve) o válvulas de modulación de impulsos (PMV-Pulse Motor Valve), incorporadas en unidades interiores y exteriores, con el fin de ajustar la capacidad a la demanda de forma exacta a los requisitos de refrigeración y calefacción de cada ambiente para lograr un confort óptimo y la máxima eficiencia energética.

Con el sistema VRV se dispone de un control climático más preciso. Los compresores de los sistemas de acondicionamiento de aire convencionales son regulados por una acción todo-nada, es decir, el compresor se pone en funcionamiento cuando el termostato percibe una temperatura inferior a la de su punto de consigna y se para cuando detecta una temperatura superior. En cambio, en los sistemas VRV la regulación de la temperatura es proporcional.

La cantidad de fluido refrigerante bombeado a las unidades interiores aumenta o disminuye proporcionalmente a la proximidad de la temperatura del ambiente respecto del punto de consigna.

3.8.2. Ventajas

El VRV es un sistema que permite solucionar las necesidades de cualquier edificio. Entre las principales ventajas tenemos:

- Control preciso de la temperatura y la posibilidad de seleccionar condiciones ambientales individualizadas en cada ambiente.
- Sistema automático de chequeo
- Bajo nivel sonoro
- Mantenimiento sencillo
- Gran ahorro de energía
- La posibilidad de variar la potencia del compresor en todo momento, evitando paradas innecesarias que provoquen el desgaste del motor.

3.8.3. Limitaciones

El sistema admite distancias de las tuberías de refrigeración de hasta 165m. a la unidad más alejada. Diferencias de altura entre dos unidades interiores de hasta 30m. (Ver Ilustración 3.9)

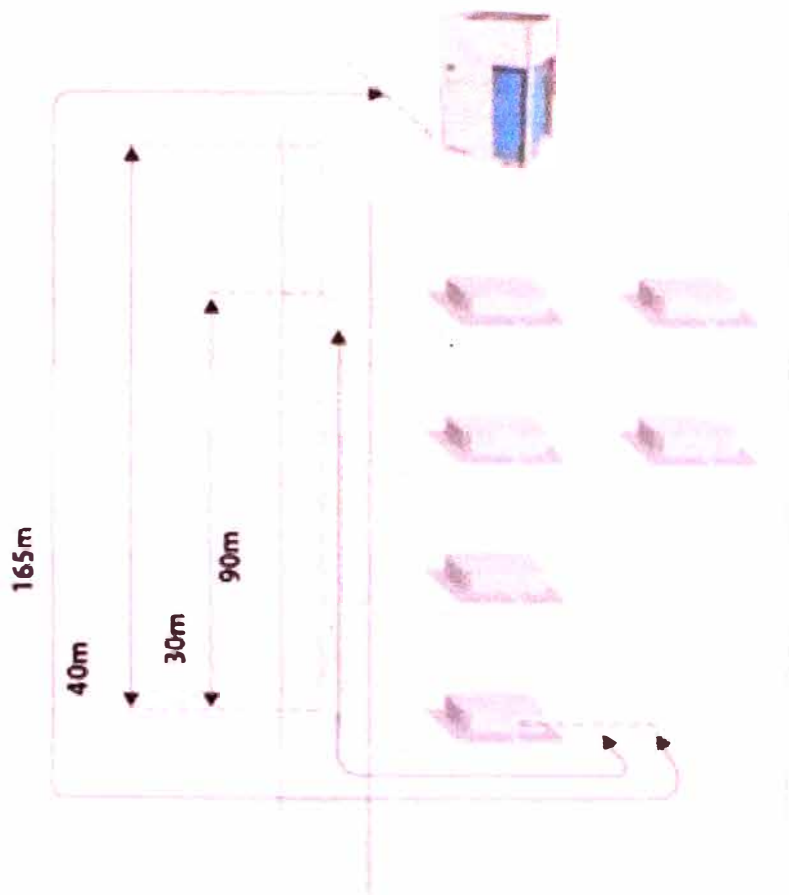


ILUSTRACIÓN 3.9 DISTANCIAS LÍMITES PARA LA INSTALACIÓN DE UNIDADES EXTERIORES E INTERIORES - FUENTE: EQUIPOS DAIKIN VRV III.

3.8.4. Control

El control de la instalación se puede lograr mediante:

1. Control mediante dos controladores remotos. La unidad interior se puede conectar mediante dos controladores remotos: uno en una habitación y el otro en la habitación de control, el cual puede controlar libremente el funcionamiento de la unidad interior. (El último comando tiene prioridad.) Y por supuesto, también es posible realizar el control de grupo mediante dos controladores

3.8.5. Recuperación de calor

Es frecuente que los sistemas VRV utilicen el calor sobrante de las unidades interiores hacia las zonas que requieren calefacción. Un sistema de microprocesadores equilibra la carga de refrigeración y calefacción del sistema

3.8.6. Dimensionamiento del equipo

A la hora de proyectar cualquier instalación de aire acondicionado se debe comenzar por conocer qué cantidad de calor habrá que introducir o extraer del recinto a climatizar. Esto se consigue mediante una estimación de las denominadas cargas térmicas

De entre los distintos sistemas de climatización existentes en el mercado, primará elegir aquél que sea compatible con las características del local a climatizar. Básicamente se elegirá el sistema cuya rentabilidad y funcionamiento sea óptimo.

Habrà que cerciorarse de que la potencia frigorífica calorífica que puedan dar las unidades interiores sea siempre algo superior al valor de las cargas térmicas calculadas para el ambiente en cuestión. De esta manera se asegurará que aún en el caso más desfavorable, la máquina podrá ofrecer las condiciones de confort deseadas. Para dimensionar la potencia de cada unidad exterior se podrá aplicar un coeficiente de simultaneidad según el número de unidades interiores conectadas a ella o una relación no menor a 1,5 entre la potencia frigorífica del total de unidades interiores y la potencia

frigorífica de la unidad exterior. Algunos fabricantes proporcionan tablas con valores ajustados a cada modelo de unidad exterior.

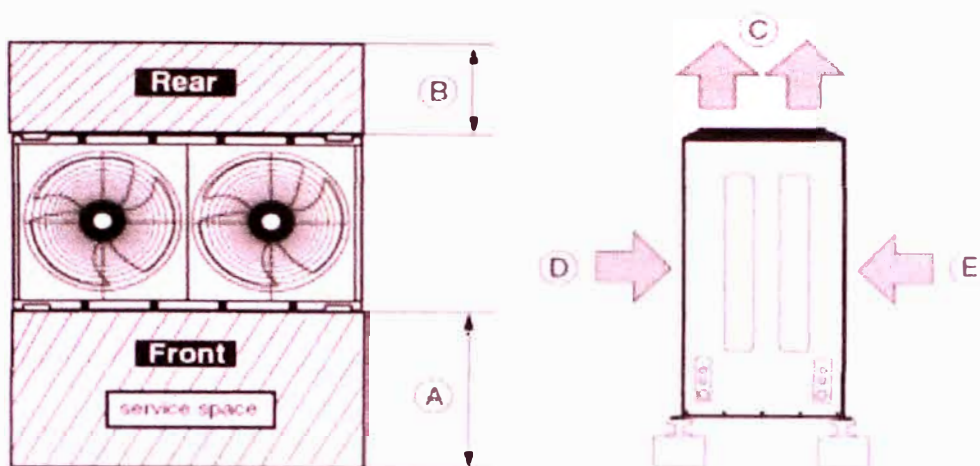
Una vez decididas las unidades interiores y exteriores a colocar se deberá comprobar que es posible instalarlas en el local-edificio en cuestión, teniendo en cuenta que son máquinas que precisan de unas distancias mínimas de mantenimiento y, si se encuentran ocultas, accesos de registro.

También se deberán calcular los diámetros de las tuberías frigoríficas, así como las dimensiones de los ductos de aire en las unidades interiores que sean de este tipo.

3.8.7. Instalación

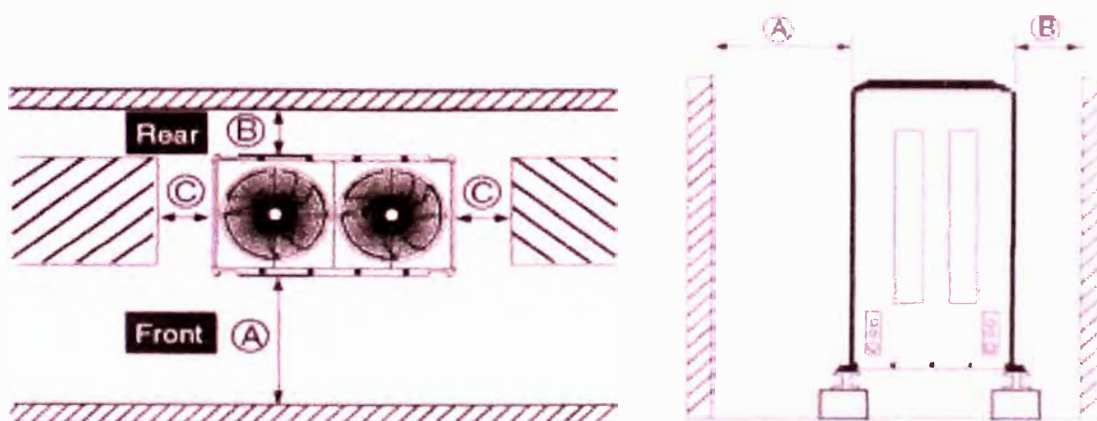
3.8.7.1. Instalación Individual

Es necesario de un espacio de al menos 250 mm. en la parte posterior para la aspiración del aire, y al frente el espacio debe ser de 750 mm. para servicio.



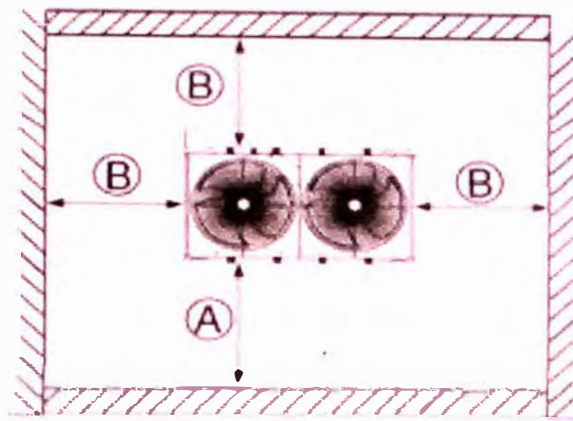
- Ⓐ : 750 mm or more
- Ⓑ : 250 mm or more
- Ⓒ : Top discharge(open in principle)
- Ⓓ : Front inlet(open in principle)
- Ⓔ : Rear inlet(open in principle)

ILUSTRACIÓN 3. 11 ESPACIO REQUERIDO PARA UNA INSTALACIÓN INDIVIDUAL



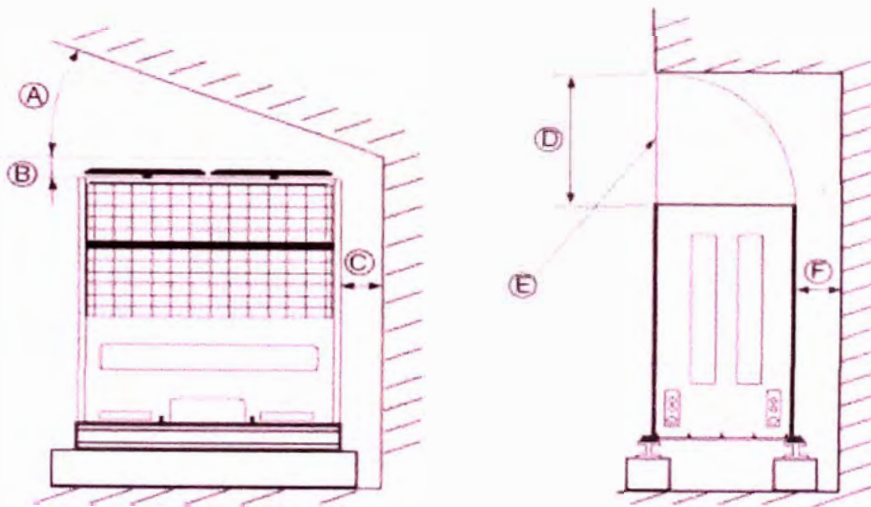
- Ⓐ : 750 mm or more
- Ⓑ : 250 mm or more
- Ⓒ : 150 mm or more

ILUSTRACIÓN 3. 12 DISTANCIAS DE INSTALACIÓN CUANDO EL AIRE ENTRA POR LA PARTE FRONTAL Y POSTERIOR DE LA UNIDAD.



- Ⓐ : 750 mm or more
- Ⓑ : 250 mm or more
- Ⓒ : 150 mm or more

ILUSTRACIÓN 3. 13 DISTANCIAS DE INSTALACIÓN CUANDO LA UNIDAD ESTÁ RODEADA DE MUROS



- Ⓐ : 45° or more
- Ⓑ : 200 mm or more
- Ⓒ : 250 mm or more
- Ⓓ : 1000 mm or more
- Ⓔ : Air outlet guide (procured at the site)
- Ⓕ : 250 mm or more

ILUSTRACIÓN 3. 14 DISTANCIAS DE INSTALACIÓN CUANDO HAY UNA OBSTRUCCIÓN POR ENCIMA DE LA UNIDAD

3.8.7.2. Instalación continua y colectiva

Cuando se instalen en conjunto diversas unidades, debe dejar un espacio entre unidades como se indica para la circulación del aire y las personas.

La altura de los muros debes ser considerablemente menor a la del equipo

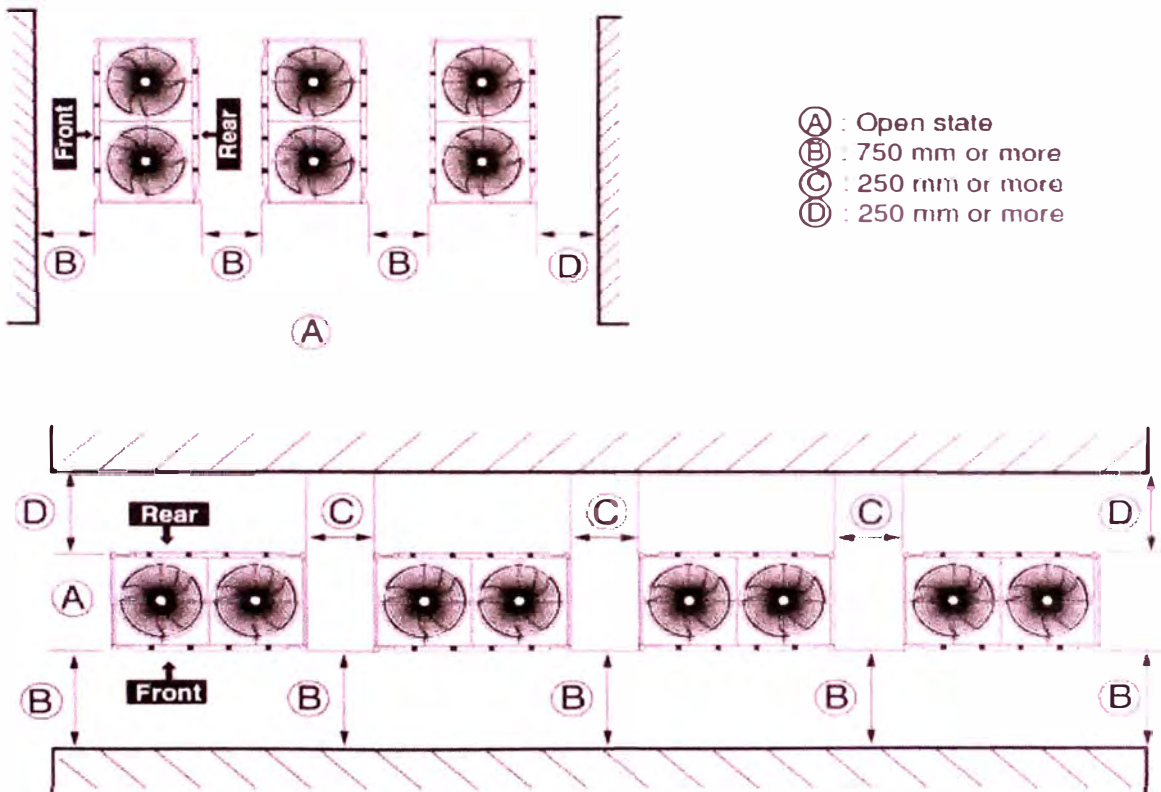


ILUSTRACIÓN 3. 15 DISTANCIAS PARA INSTALACIÓN COLECTIVA

CAPÍTULO IV

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Para el diseño del sistema de aire acondicionado de un espacio será necesario contar inicialmente con la información detallada respecto al diseño arquitectónico del espacio en estudio y de las condiciones climáticas en las que se encuentra. En general se deberán contar con la siguiente información:

4.1. UBICACIÓN

Determine la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.

Para nuestro proyecto:

Ubicación: Calle Augusto Tamayo 191 en el distrito de San Isidro

Las coordenadas del edificio son: $12^{\circ}05'47,97''$ S y $77^{\circ}01'37,77''$ O

Ver plano de ubicación

4.2. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

Es necesario recabar la información de materiales de construcción, dimensiones, colores y formas, normalmente determinados a partir de los planos y especificaciones arquitectónicas y estructurales de la edificación.

Para nuestro caso de estudio el edificio a acondicionar fue un edificio existente.

El Edificio cuenta con los siguientes niveles.

Nivel	Área construida (m ²)
Sótano	689,89
Piso 1	705,12
Piso 2	705,12
Piso 3	705,12
Piso 4	507.44
Piso 5	507.44
Piso 6	507.44
Piso 7	507.44
Piso 8	507.44
Piso 9	360.62
Planta Techos	360.62

Las dimensiones de los distintos ambientes del Edificio así como las alturas del techo, del falso cielo raso y de los elementos estructurales se encuentran en los planos de planta y corte (Ver Anexo 4)

4.3. DISTRIBUCIÓN

Es importante contar con la distribución y tipología de cada ambiente del edificio para hacer estudiar los requerimientos de confort que serán necesarios tomar en cuenta en el desarrollo del diseño.

Nuestro caso de estudio, El Edificio, consta principalmente de áreas de oficinas contiguas unas a otras con áreas de baño centralizadas por piso.

Asimismo El Edificio posee instalaciones secundarias multipropósito entre las cuales se encuentran la sala de reuniones, el comedor, la recepción, hall de atención al público, sala de capacitaciones, call center, hall de ascensores, taller de reparaciones, etc.

El Edificio puede ser dividido en tres áreas principales:

1. Oficinas

2. Áreas comunes

- Hall ascensores
- Sala de reuniones
- Comedor
- Recepción
- Call Center
- Sala de capacitaciones

3. Áreas de Técnicas

- Sala de control
- Data Center
- Taller de reparaciones
- Archivos

4.4. REQUERIMIENTOS

Idealmente, cada ambiente del edificio debe ser provisto de unidades de independientes de climatización.

Típicamente, no todos los ambientes son ocupados todo el tiempo. Para una adecuada flexibilidad, cada unidad de ventilación, enfriamiento y calefacción debe tener la opción de ser regulada o de apagarse.

La concentración de luz eléctrica y ocupantes es variable de acuerdo al tipo de ambiente, las actividades son generalmente sedentarias o ligeras.

4.4.1. REQUERIMIENTOS PARA LAS OFICINAS

El aire acondicionado en las oficinas debe ser silencioso, fácilmente ajustable e independiente. Asimismo se debe contemplar la inyección de aire fresco.

Por otro lado los sistemas de climatización a instalar deben requerir poco espacio y ofrecer bajos costos de inversión y mantenimiento.

Se deben considerar los siguientes factores para los servicios del aire acondicionado.

- Una respuesta rápida para el control de la temperatura
- Aire de distribución independiente
- Suministro de aire de ventilación
- Control de humedad
- Nivel de ruido aceptable
- Controles simples
- Fiabilidad
- Facilidad de mantenimiento
- Eficiencia operativa
- Espacio

La climatización en los ambientes de oficinas es necesaria debido a que éstas se encuentran normalmente orientadas hacia el exterior lo cual se traduce en una fuente de carga térmica debido a la transferencia de calor a través de las paredes y ventanas; asimismo las personas, la iluminación, los electrodomésticos, la ventilación, etc. producen una variación en la carga térmica.

4.4.2. REQUERIMIENTOS PARA LAS ÁREAS COMUNES

En las áreas comunes por lo general cuando sean ocupadas los serán por un gran número de personas propias del Edificio o invitados a los eventos que se organicen en él. Es por ello que se debe prestar especial atención a estas áreas para incorporar sistemas que cumplan satisfactoriamente los requerimientos. Las posiciones de los difusores y rejillas deben ser coordinadas con el arquitecto para que de esta manera los ambientes guarden la estética que dichos ambientes requiera.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Disponibilidad de aire acondicionado durante todo el año.
- Unidades independientes para cada área común.
- Operación económica y satisfactoria a carga parcial.
- Coordinar con las áreas de servicio una correcta presurización del aire, por ejemplo entre la cocina y los comedores.

Las horas de uso de cada área común varían ampliamente, por ejemplo la recepción y los halls de ascensores funciona normalmente 8 horas al día, mientras que áreas como el comedor, salas de reuniones y salas de capacitación funcionan intermitentemente, de modo que la carga térmica varía frecuentemente.

4.5. CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

Los principales parámetros que por lo general se pretende regular en todo proyecto de instalaciones de aire acondicionado, en un relativo orden de importancia, son:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Pureza

La importancia de dichos parámetros variará para cada ambiente en función de los objetivos que se persiga en el proyecto y del tipo de solución que se plantee.

4.5.1. Temperatura

El principal parámetro que se busca controlar en las instalaciones de aire acondicionado es la temperatura.

La temperatura del aire en la zona de permanencia de las personas para que éstas se sientan confortablemente.

El confort térmico significa que el intercambio de calor de la persona con el medio es tal que la sensación es de bienestar.

El hombre es en realidad una fuente de calor para el espacio que lo rodea. El cuerpo humano genera calor debido a su metabolismo y su actividad física, y ese calor debe ser eliminado hacia el medio ambiente para mantener su temperatura constante. Por eso el medio debe estar más frío.

Cuando el cuerpo se halla en reposo, la velocidad con que se desarrolla el metabolismo es mínima, pero cuando se efectúa un trabajo externo, aumenta notablemente.

Si las condiciones del medio no permiten disipar la cantidad de calor generada, el cuerpo busca formas de aumentar la disipación. Por medio de la transpiración se moja la piel y mejora el enfriamiento corporal por el efecto evaporativo aumentando la disipación de calor en forma de calor latente.

Por el contrario si la temperatura es muy baja se ponen en marcha mecanismos del cuerpo humano tales como el tiritar para que con el movimiento (energía mecánica) se genere calor.

Por supuesto, la vestimenta tiene influencia importante sobre el intercambio de calor con el medio.

De acuerdo a los estándares de ASHRAE se recomienda las siguientes temperaturas de diseño:

	Temperatura interior (°C)	Temperatura interior (°F)
Invierno	21-23	69-74
Verano	23-26	73-79

Para nuestro diseño se adoptó el valor de 22°C

4.5.2. Humedad

Puede establecerse como límites de la humedad relativa, entre 30% y 70%, considerándose como valor óptimo tanto en verano como en invierno de 50%.

Si la humedad relativa disminuye de 30%, se producen resecamiento de las mucosas respiratorias y en invierno la baja humedad hace que nos carguemos de electricidad estática, particularmente en ambientes alfombrados, lo que produce una sensación muy desagradable al producirse la descarga de electricidad hacia elementos metálicos.

Si la humedad relativa aumenta de 70%, se produce sensación de pesadez y se afecta la función de enfriamiento evaporativo por la piel.

4.5.3. Velocidad

El aire estanco es desagradable por lo tanto es siempre conveniente un pequeño movimiento de aire.

El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la disipación de calor por eso es tolerable cuando la temperatura del local es muy alta pero no a bajas temperaturas.

Siguiendo los requerimientos listados en ASHRAE, tenemos para el proyecto:

TABLA 4. 1 REQUERIMIENTOS DE AIRE FRESCO EN CADA AMBIENTE

Aplicación	L/persona	CFM/persona
Oficinas, salones de conferencia	10	20
Auditorios	8	15
Áreas de recepción	8	15
Centros de telecomunicación y Data	10	20
Comedores	10	20
Archivos	8	15

4.5.4. Pureza.

Se ve afectada en particular por:

- Partículas en suspensión
- Contaminantes gaseosos
- Olores

La pureza es otro factor importante que influye en el confort, debemos evitar los olores, el viciamiento del aire y las partículas sólidas en suspensión como el polvo.

La disminución de oxígeno y el aumento de anhídrido carbónico, son causas importantes del viciamiento del aire. Esto es generado por la respiración de las personas y se evita renovando el aire con la incorporando aire exterior limpio y puro.

Las partículas de polvo afectan a la salud de las personas y también al mismo equipo de aire acondicionado, de ahí la necesidad de colocar filtro de aire y mantenerlo limpio.

En el caso de los olores que por lo general son difíciles de quitar, se recomienda el uso de filtros especiales.

4.6. CONDICIONES EXTERIORES DE DISEÑO

Son aquellas condiciones climatológicas existentes en el medio ambiente en el que se desarrolla el proyecto:

- Condiciones normales de verano
- Condiciones normales de invierno

El “Ashrae Handbook 2001 Fundamentals” en su capítulo 27, presenta en tablas las condiciones climáticas para Estados Unidos, Canadá y otros países, entre ellos Perú.

La información para las principales ciudades de Perú se encuentra en la TABLA 3A - Heating and Wind Design Conditions—World Locations y TABLA 3B – Cooling and Dehumidification Design Conditions—World Locations.

De las tablas se tiene que para Lima se asumen las siguientes temperaturas de diseño:

	Temperatura de bulbo seco (°C)
Invierno	14,5
Verano	29,9

4.7. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO

Para el desarrollo del diseño es importante conocer cuál es la rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna.

Con dicha información se podrá determinar la posibilidad de que el equipo de refrigeración sea operado continuamente o apagado durante períodos de no ocupación (ej. Noches y/o fines de semana).

El edificio municipal funcionará desde las 8 am hasta las 6pm

4.8. CONSIDERACIONES ADICIONALES

El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser condicionado.

El tipo de sistema de acondicionamiento de aire, la ubicación de los equipos, pérdida y ganancia de calor de los ductos de distribución de aire, el sistema de iluminación y el tipo de sistema de retorno de aire, todos afectan la carga del sistema y el tamaño de los componentes.

CAPÍTULO V

CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA

5.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN

De los capítulos anteriores los resultados del proceso de cálculo de cargas de refrigeración es el siguiente:

TABLA 5. 1 RESULTADOS DE LA CARGAS DE REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN DEL EDIFICIO

Ambiente	Área (ft²)	Área (m²)	Carga Total (kBTU/h)	Carga Total (kW)	Carga Sensible (kBTU/h)	Carga Sensible (kW)	Flujo de aire (CFM)	Flujo de aire (L/s)	Flujo de aire fresco (CFM)	Flujo de aire fresco (L/s)
Zone 1 Oficina 1-Sótano	172	16	8,0	2,34	5,2	1,52	268	126,47	100	47,19
Zone 2 Gestión Documentaria Sótano	366	34	15,6	4,57	10,2	2,99	509	240,20	180	84,94
Zone 3 Oficina 2-Sótano	194	18	5,0	1,47	3,4	1,00	196	92,49	40	18,88
Zone 4 Oficina 3-Sótano	172	16	9,1	2,67	5,9	1,73	289	136,38	120	56,63
Zone 5 Sectorista- 1° piso	431	40	24,8	7,27	18,2	5,33	997	470,48	240	113,26
Zone 6 Hall de Atención 1° piso	3498	325	152,2	44,61	98,3	28,81	4972	2346,29	1875	884,81
Zone 7 Recepción 1° piso	538	50	17,2	5,04	13,7	4,02	820	386,96	45	21,24
Zone 8 SUM 1° piso	560	52	52,9	15,50	36,1	10,58	1924	907,94	600	283,14

Zone 9 Atención VPSI- 1° piso	592	55	40,7	11,93	26,9	7,88	1367	645,09	520	245,39
Zone 10 SUM/Sala interna 1° piso	226	21	17,4	5,10	13,4	3,93	773	364,78	120	56,63
Zone 11 Inspección Técnica, Subgerente de defensa civil, Subgerente de acceso al mercado, Gerencia de autorizaciones y control urbano, Practicante- 2°piso	2228	207	119,8	35,11	93,4	27,38	5169	2439,25	760	358,64
Zone 12 Gerente de autorizaciones y Control Urbano- 2°piso	312	29	16,1	4,72	14,3	4,19	820	386,96	20	9,44
Zone 13 Sala de Reuniones- 2°piso	194	18	8,8	2,57928	4,7	1,38	188	88,72	160	75,50

Zone 14 Inspección ocular, control y supervisión de obra-2º piso	431	40	22,6	6,62	17,7	5,19	1016	479,45	120	56,63
Zone 15 Parámetro, precalificación y finalización de obra, Secretarias - 2º piso	732	68	43,2	12,66	33,2	9,73	1789	844,23	270	127,41
Zone 16 Subgerente de obras privadas- 2º piso	215	20	15,7	4,60	11,5	3,37	650	306,74	135	63,71
Zone 17 Comisiones técnicas-2º piso	323	30	21,9	6,42	17	4,98	962	453,97	135	63,71
Zone 18 Recepción- 2º piso	291	27	8,1	2,37	4,7	1,38	225	106,18	120	56,63
Zone 19 Ejecutor y auxiliares coactivos 3º piso	441	41	41,4	12,13	33,4	9,79	1791	845,17	240	113,26
Zone 20 Sala de control y notificaciones 3º piso	172	16	23,2	6,80	20,2	5,92	1113	525,22	100	47,19
Zone 21	312	29	74,1	21,72	62,2	18,23	3400	1604,46	440	207,64

Subgerente de ejecutoria coactiva, Subgerente de control y recaudación Especialista en cobranzas-3° piso										
Zone 22 Coordinador, Fiscalización tributaria, Personal registro tributario, Subgerente de registro, Personal Administrativo - 3° piso	2099	195	102,5	30,04	78,3	22,95	4126	1947,06	600	283,14
Zone 23 Gerente de Administración Tributaria-3° piso	258	24	14,1	4,13	12,5	3,66	705	332,69	15	7,08
Zone 24 Sala de Reuniones-3° piso	215	20	27,5	8,06	22,5	6,59	1243	586,57	150	70,79
Zone 25 Recepción-3° piso	334	31	20,1	5,89	14,2	4,16	699	329,86	180	84,94
Zone 26	129	12	11,8	3,46	9,7	2,84	559	263,79	60	28,31

Call center- 3°piso										
Zone 27 Archivo Registro Fiscalización Tributario-3°piso	129	12	11,8	3,46	9,7	2,84	559	263,79	60	28,31
Zone 27 Secretaria 4°piso	312	29	6,5	1,91	4,2	1,23	220	103,82	40	18,88
Zone 28 Gerente de recursos humanos, Equipo de trabajo, Planilla - 4°p	753	70	46,8	13,72	35,8	10,49	1904	898,50	340	160,45
Zone 29 Subgerente de RRHH-4°piso	183	17	24	7,03	18,1	5,31	963	454,44	240	113,26
Zone 30 Sala Capacitación 4°piso	301	28	20,4	5,98	14,8	4,34	812	383,18	180	84,94
Zone 31 Área administrativa EFACO, y EFSG-4°piso	1012	94	49,8	14,60	39,9	11,69	2246	1059,89	210	99,10
Zone 32 Subgerente Logística-4°piso	194	18	13,3	3,90	12,0	3,52	690	325,61	15	7,08

Zone 33	323	30	14,7	4,31	9,2	2,70	424	200,09	180	84,94
Área Administrativa, Secretaria, Subgerencia de Logística - 4º piso										
Zone 34 Sala de Reuniones- 4º piso	248	23	18,9	5,54	13,9	4,07	776	366,19	150	70,79
Zone 35 Recepción 4º piso	334	31	19,5	5,72	13,8	4,04	689	325,14	180	84,94
Zone 36 Cuarto de enlace 4º piso	194	18	13,5	3,96	12,2	3,58	709	334,58	15	7,08
Zone 37 Subgerencia de contabilidad, Equipo de trabajo, Subgerencia de Tesorería, Apoyo administrativo, Equipo de trabajo, Secretaria - 5º piso	1679	156	86,2	25,27	77,4	22,69	4313	2035,30	45	21,24
Zone 38	108	10	8,6	2,52	7,7	2,26	433	204,33	15	7,08

Jefatura de almacén y control patrimonial-5º piso										
Zone 39 Subgerente Tesorería-5º piso	161	15	11,1	3,25	9,8	2,87	565	266,62	20	9,44
Zone 40 Subgerente de contabilidad-5º piso	161	15	11,1	3,25	9,8	2,87	565	266,62	20	9,44
Zone 41 Gerente de administración y finanzas-5º piso	161	15	11,1	3,25	9,8	2,87	565	266,62	20	9,44
Zone 42	312	29	21,5	6,30	15,1	4,43	838	395,45	200	94,38
Sala Reuniones-5º piso										
Zone 43 Recepcion-5º piso	334	31	10,9	3,19	6,2	1,82	270	127,41	180	84,94
Zone 44 Jefe Control Interno 6º p	172	16	15,4	4,51	14,3	4,19	825	389,32	15	7,08
Zone 45 Equipo de Trabajo-6º piso	581	54	34	9,97	26,3	7,71	1494	705,02	200	94,38
Zone 46 Sala Reuniones-6º piso	172	16	6,7	1,96	3,7	1,08	145	68,43	120	56,63

Zone 47 Data Center-6° piso	301	28	16,2	4,75	14,8	4,34	861	406,31	0	
Zone 48 Taller de Reparaciones- 6°piso	710	66	46,5	13,63	37	10,84	2054	969,28	240	113,26
Zone 49 Personal Técnico de Campo-6°piso	753	70	51,9	15,21	40,7	11,93	2258	1065,55	300	141,57
Zone 50 Gerente de Tecnología de la Información- 6°piso	409	38	9,9	2,90	6,2	1,82	301	142,04	100	47,19
Zone 51 Sala de Capacitación-6° piso	312	29	9,4	2,76	5,1	1,49	207	97,68	160	75,50
Zone 52 Hall de ascensores- 6°piso	161	15	3,3	0,97	2	0,59	109	51,44	40	18,88
Zone 53 Subgerente de Catastro- 7°piso	129	12	8,6	2,52	7,7	2,26	446	210,47	15	7,08
Zone 54	1668	155	88	25,79	70,9	20,78	3862	1822,48	450	212,36

Mantenimiento, Informática, Equipo de verificaciones catastrales 7º piso										
Zone 55 Equipos de trabajo, 7º piso	1119	104	78,9	23,13	61,2	17,94	3347	1579,45	500	235,95
Zone 56 Gerente de Desarrollo- 7º piso	194	18	13,4	3,93	12	3,52	690	325,61	20	9,44
Zone 57 Oficina 7º piso	312	29	8,3	2,43	5,6	1,64	280	132,13	60	28,31
Zone 58 Sala Reuniones- 7º piso	248	23	20,2	5,92	14	4,10	776	366,19	200	94,38
Zone 59 Hall de ascensores-Piso 7	334	31	10,9	3,19	6,2	1,82	270	127,41	180	84,94
Zone 60 Gerente Planeamiento y Presupuesto 8º piso	323	30	17,3	5,07	14,8	4,34	845	398,76	45	21,24
Zone 61	1453	135	49,7	14,57	37,5	10,99125	2127	1003,7313	315	148,65

Evaluación de proyectos, Secretaria, Área de planeamiento y presupuestos, Área de estadística, Área de procesos, Subgerente de planeamiento y presupuesto, Subgerente de desarrollo corporativo- 8° piso										
Zone 62 Oficina de Alcalde-8° piso	269	25	11,1	3,25	9,4	2,76	551	260,02	20	9,44
Zone 63 Directorio-8°piso	280	26	20,4	5,98	14,1	4,13	784	369,97	200	94,38
Zone 64 Asesor de alcaldía-8°piso	215	20	8,8	2,58	7,4	2,17	428	201,97	20	9,44
Zone 65 Sala de reuniones-8 piso	129	12	6,4	1,88	3,3	0,97	121	57,10	120	56,63
Zone 66 Secretarias, Asistentes- 8°piso	495	46	26	7,62	20,2	5,92	1120	528,53	140	66,07

Zone 67 Gerente Municipal-8° piso	377	35	16,6	4,87	13,4	3,93	772	364,31	60	28,31
Zone 68 Oficina -8° piso	388	36	7,4	2,17	4,6	1,35	252	118,92	60	28,31
Zone xx Hall de ascensores- 68° piso	161	15	3,3	0,97	2	0,59	109	51,44	40	18,88
Zone 69 Comedor izquierdo Azotea	797	74	101,4	29,72	70,5	20,66	3556	1678,08	1200	566,28
Zone 70 Comedor derecho Azotea	1292	120	94,5	27,70	60,6	17,76	2851	1345,39	1200	566,28

5.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de aire acondicionado proyectado consistió en la utilización de equipos de refrigerante de flujo variable de expansión directa.

Se ha preferido el uso de sistemas VRV, Volumen de Refrigerante Variable teniendo en cuenta que el horario de funcionamiento del edificio va a ser distinto para las diferentes estancias que lo conforman, asimismo sólo requiere una unidad externa para varias unidades internas que pueden ser controladas individualmente, aportando un mayor ahorro energético y de confort.

Las unidades evaporadoras fueron del tipo split ducto y suministrarían el aire a los ambientes por medio de ductos aislados térmicamente, que irían instalados entre el falso cielo raso y el techo de cada ambiente que se acondicionara del edificio.

Para la difusión y distribución del aire en estos ambientes se tuvo previsto difusores en el techo. Igualmente se contempló el control de las condiciones interiores ambientales con la ayuda de termostatos digitales.

La renovación de aire constante de las áreas ocupadas se aseguró con la instalación de ventiladores estratégicamente ubicados.

5.3. SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

5.3.1. Selección de unidades interiores

Dadas las características de las salas en las que se van a usar estos equipos, se ha optado por el uso de unidades Split ducto. Estas unidades presentan la ventaja de no necesitar un amplio techo para su instalación, como el suministro de aire se hace a través de los ductos se garantiza la distribución uniforme del aire y de la temperatura ambiente.

Como se ha comentado se le va a dar importancia al hecho de regulación independiente buscando el confort de los ocupantes de dichas salas por lo que el hecho de que su funcionamiento sea muy silencioso respecto a equipos similares y tengan la posibilidad de elegir la posición de orientación, supondrá mayor comodidad para los usuarios.

Los equipos seleccionados para cada estancia, unidades internas, son los presentados en la TABLA 2.1 en el Anexo 2

5.3.2. Selección de unidades exteriores

Como se comentó anteriormente se ha optado por los sistemas VRV. La regulación de dichos sistemas se hará individualmente en cada local.

Se van a usar 4 unidades externas pues, aunque se podría usar únicamente una externa, dada la localización de las oficinas y la altura total del edificio se hace más útil usar 4 unidades externas, evitándose largos conductos que aumentan las pérdidas del sistema.

Conocidas la carga sensible, la carga latente en las salas en las que se usarán unidades VRV se procede a la selección de los equipos directamente de catálogo.

Los equipos exteriores se calculan teniendo en cuenta las unidades internas que dependan de ellos, deben satisfacer las condiciones más desfavorables en su totalidad.

La unidad externa 1 corresponde a la unidad VRV instalada en la planta de techos y comprende las unidades internas instaladas en las salas y oficinas de los niveles sótano, piso 1 y piso 2.

La unidad externa 2 comprende las unidades internas instaladas en los niveles piso 3 y piso 4, la cual está instalada en el techo.

La unidad externa 3 comprende las unidades internas instaladas en los niveles piso 5, piso 6, piso 7 y piso 8.

Finalmente la unidad externa 4 abastece a las unidades internas instaladas en el nivel piso 9.

TABLA 5. 2 UNIDADES VRV DEL PROYECTO

EQUIPO	MODELO ²	BTU/H	ELECTRICIDAD
UC-01	YDV-18O0WA36B	614 192,00	220V/3F/60Hz - 60 Kw.
UC-02	YDV-18O0WA36B	614 192,00	220V/3F/60Hz - 60 Kw.
UC-03	YDV-18O0WA36B	614 192,00	220V/3F/60Hz - 60 Kw.
UC-04	YDV-18O0WA36B	614 192,00	220V/3F/60Hz - 60 Kw.

² Equipo de aire acondicionado de tipo VRF, marca YORK, frío solo, con control alámbrico

5.4. SELECCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE SOFTWARE DEL FABRICANTE.

Para la selección de tuberías de refrigerante del sistema VRV se debe tomar en cuenta la capacidad de las unidades evaporadoras ya que esto permite determinar el diámetro de la tubería necesario para cada equipo.

Para el sistema es la longitud de la tubería la que influye sobre la cantidad de refrigerante para cada unidad, por lo tanto a mayor longitud se necesitará adicionar mayor refrigerante.

La longitud y los accesorios están restringidos por los manuales de ingeniería dados por los fabricantes de los equipos, quienes con la ayuda de sus softwares nos permiten conocer los diámetros y las distancias máximas permitidas en el diseño. Ver diámetros y recorridos de las tuberías en planos.

5.5. SELECCIÓN DE DIFUSORES Y REJILLAS DE RETORNO DE AIRE

Tomando en cuenta las recomendaciones para las velocidades citadas en el punto 3.7.1 del Capítulo III y los catálogos de los fabricantes (Ver anexo 3) se tienen la siguiente selección de difusores:

TABLA 5. 3 SELECCIÓN DE DIFUSORES

Caudal (CFM)	Dimensión (Pulgadas)	Caída de presión (Pa)	Potencia Sonora (dB)	Velocidad efectiva (m/s)	Alcance para velocidad (0,25m/s)
300 (510 m ³ /h)	9"x9"	19	35	5	2 m
400 (680 m ³ /h)	12"x12"	16	35	4,6	2, 4m
600 (1020 m ³ /h)	12"x12"	25	42	5,8	3 m

5.6. DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SUMINISTRO Y RETORNO

Usando un ductulator³, haciendo que coincidan los caudales de cada ducto para el suministro de aire en cada ambiente con las velocidades recomendadas en la TABLA 3. 4, tendremos el tamaño del conducto necesario para cada habitación.

TABLA 5. 4 DIMENSIÓN DE LOS DUCTOS SEGÚN CAUDALES Y VELOCIDAD RECOMENDADOS

Caudal CFM	Velocidad (m/s)	Ducto
400	8	8"x8"
800	8	10"x8"
1200	8	12"x10"
1600	8	16"x10"

³ Greenheck Ductulador, www.greenheck.com

5.7. SELECCIÓN DE VENTILADORES CENTRÍFUGOS PARA AIRE FRESCO.

Los inyectores de aire fresco no se trabaja con el criterio de número de cambios por hora sino que se aplica el criterio de "cfm por persona", es decir si un ambiente tuviera 10 personas y se define un valor para renovación de aire de 7,08 L/s (15 cfm) por persona, se deberá inyectar un caudal de 70,79 L/s (150 cfm) de aire exterior.

Para escoger un ventilador centrífugo requerimos determinar las perdidas en los ductos de aire acondicionado, las cuales se determinan según el procedimiento desarrollado en la sección 3.6.7 del Capítulo 3. Además debemos encontrar el caudal de aire requerido por cada ventilador y este último lo encontramos debido a que conocemos cuanto aire fresco requiere cada ambiente. A continuación se en la TABLA 5.5 los requerimientos de caudal para cada ventilador en los distintos pisos.

TABLA 5. 5 REQUERIMIENTO SE AIRE FRESCO POR PISO

Piso	Caudal m ³ /h (CFM)
Sótano	747,56 (440)
Primer Piso	5776,64 (3400)
Segundo Piso	3381,03 (1990)
Tercer Piso	3134,68 (1845)
Cuarto Piso	2633,47 (1550)
Quinto Piso	849,51 (500)
Sexto Piso	1996,34 (1175)
Séptimo Piso	2421,09 (1425)
Octavo Piso	1732,99 (1020)
Noveno Piso	4077,63 (2400)

Por otro lado se muestran las pérdidas para los recorridos de mayor presión estática por cada piso. Ver TABLA 5.6.

TABLA 5. 6 CAÍDAS DE PRESIÓN

Piso	Caída de presión (Pa)	Caída de presión (inH2O)
Sótano	316,23	1,27
Primer Piso	261,45	1,05
Segundo Piso	258,96	1,04
Tercer Piso	261,45	1,05
Cuarto Piso	261,45	1,05
Quinto Piso	261,45	1,05
Sexto Piso	261,45	1,05
Séptimo Piso	261,45	1,05
Octavo Piso	261,45	1,05
Noveno Piso	261,45	1,05

Con los valores tanto del caudal como de la presión estática se puede seleccionar un ventilador adecuado para cada caso.

Para el primer piso se conoce que se requiere un caudal máximo de 207,63 (440 CFM) y un requerimiento mínimo de 316,23 Pa (1,27 in H₂O), posteriormente se busca en las curvas de los fabricantes o en los programas de selección⁴ y se seleccionan los modelos.

TABLA 5. 7 SELECCIÓN DE VENTILADORES

Piso	Modelo	Motor	rpm
Sótano	TD 2000	335 W	2500
Primer Piso	CLT 22	1,5 HP	1725
Segundo Piso	CLT 15	1 HP	1725
Tercer Piso	CLT 15	1 HP	1725
Cuarto Piso	CLT 15	0,75 HP	1725
Quinto Piso	CLD 18	1 HP	1200
Sexto Piso	CLT 15	0,75 HP	1725
Séptimo Piso	CLT 12	1 HP	1725
Octavo Piso	CLT 15	0,75 HP	1725
Noveno Piso	CLT 18	1 HP	1725

⁴ Ventiladores Soler&Palau - Easyvent on line - <http://easyvent.soler-palau.com.mx/SelForm.aspx>

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este tercer capítulo tiene por finalidad dar una visión, desde el punto de vista económico, de la viabilidad de un proyecto y a su vez puede ser un factor que restrinja las opciones de diseños más costosos.

A continuación se mencionan diversos costos que conforman la compra, puesta en marcha y operación del sistema de climatización elegido:

- Costo Inicial.
- Costo de instalación.
- Costo de operación (Energético)
- Costo promedio de mantenimiento preventivo o correctivo.
- Costo administrativos y de Ingeniería

Luego de consultar las especificaciones técnicas en los catálogos de los fabricantes, se realizó una consulta de precios a empresas proyectistas como ELECTRO CLIMA, REFRICORP, TERMOREP Y COINREFRI AIR , las cuales recomendaron los siguientes ratios para las alternativas de solución del proyecto: chiller enfriador por aire, chiller enfriado por agua y VRV

TABLA 6. 1 COSTOS POR TONELADA DE REFRIGERACIÓN

S./ Tonelada de refrigeración	Chiller enfriado por aire	Chiller enfriado por agua	VRV
Costo Inicial	5760	8050	5500

Comparando las tres alternativas encontramos que la alternativa VRV es en principio la más económica por tonelada de refrigeración.

Para el presente proyecto se ha realizado un presupuesto detallado de un proyecto utilizando un sistema VRV, el cual es la opción escogida en este proyecto. El costo obtenido de este presupuesto es de S/.1116542,36 el cual es aproximadamente un estimado de 5474 S/. por tonelada de refrigeración, valor muy similar al que recomendaron los proyectistas, anteriormente mencionados, y que verifican la validez de estos mostrándose el presupuesto desagregado del proyecto en la TABLA 6.2 y TABLA 6.3.

TABLA 6. 2 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1,1	EquipodeaireacondicionadocodigoUC-1deltipoVRF,marca YORK, frio solo, con control alámbrico.Modelo unidad condensadora: YDV-18OOWA36B.Modelounidadevaporadora:YDS-80YC16EA(05unidades),YDS-28UC16IA(06unidades),YDS-56YC16EA(07unidades),YDS-71YC16EA (13 unidades).Capacidad nominal: 614,192 BTU/h. Características eléctricas: 220V/3F/60Hz - 60 Kw.	Glb.	1	164497,29	164497,29
1,2	EquipodeaireacondicionadocodigoUC-2deltipoVRF,marca YORK, frio solo, con control alámbrico.Modelo unidad condensadora: YDV-18OOWA36B.Modelounidadevaporadora:YDS-80YC16EA(05unidades),YDS-28UC16IA(06unidades),YDS-45YC16EB(05unidades),YDS-56YC16EA(02unidades),YDS-71YC16EA(07unidades),YDS-22UC16IA(02unidades),YDS-36UC16IA(03 unidades), yds-140YC16EA (02unidades). .Capacidad nominal: 614,192 BTU/h. Características eléctricas: 220V/3F/60Hz - 60 Kw.	Glb.	1	158709,94	158709,94
1,3	EquipodeaireacondicionadocodigoUC-3deltipoVRF,marca YORK, frio solo, con control alámbrico.Modelo unidad condensadora: YDV-1750WA36B.Modelounidadevaporadora:YDS-36YC16EA(08unidades),YDS-71UC16IA(05unidades),YDS-45YC16EA(02unidades),YDS-28YC16EA(06unidades)YDS-112YC16EA(04unidades),YDS-56YC16EA(03unidades),YDS-22UC16IA(01unidad).Capacidad nominal: 614,192 BTU/h. Características eléctricas: 220V/3F/60Hz - 60 Kw.	Glb.	1	159912,69	159912,69
1,4	EquipodeaireacondicionadocodigoUC-4deltipoVRF,marca YORK, frio solo, con control alámbrico.Modelo unidad condensadora: YDV-18OOWA36B.Modelounidadevaporadora:YDS-80YC16EA(05unidades),YDS-28UC16IA(06unidades),YDS-56YC16EA(07unidades),YDS-71YC16EA (13 unidades).Capacidad nominal: 614,192 BTU/h. Características eléctricas: 220V/3F/60Hz - 60 Kw.	Glb.	1	102354,03	102354,03
1,5	Cortina de aire marca, marca COMFORT STAR.Modelo: EAC-900R.Longitud: 0.91m.Características eléctricas: 1/2HP - 110V/1F/60Hz.Incluye transformador 220V/110V.	U.	8	1167,50	9340,00
1,6	Extractor de aire tipo helicocentrífugo, codigo EHC-1 marca SOLER Y PALAU.Modelo: TD-2000.Caudal: 1000 CFM.Caida de presión: 0.40" wg.Características eléctricas: 200W/220V/1F/60Hz.	U.	32	500,00	16000,00
1,7	Termostatos ambientalesalámbricosmarcaYORKmodeloAMROY1Y.	U.	106	115,50	12243,00

TABLA 6. 3 PRESUPUESTO DEL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
2,1	Montaje de cuatro (04) equipos de aire acondicionado del tipo VRV (04 condensadores y 106 evaporadoras). Incluye tubería de cobre, aislamiento con mangueras, interconexión eléctrica, cableado y entubado; sistema de drenaje a un metro de cada unidad evaporadora.	Glb.	1	210776,47	210776,47
2,2	Montaje de un (01) equipo de aire acondicionado del tipo precisión. Incluye tubería de cobre, aislamiento con mangueras, interconexión eléctrica, cableado y entubado; sistema de drenaje a un metro de cada unidad evaporadora.	Glb.	1	21176,47	21176,47
2,3	Montaje de cuarenta y dos (42) ventiladores de aire. Incluye bases metálicas, interconexión eléctrica a un punto de cada uno por el diente no mayor de 1m, cableado y entubado.	Glb.	1	8989,41	8989,41
2,4	Suministro e instalación de ductos; fabricados con plancha de fierro galvanizado de acuerdo a normas SMACNA. Incluye soportes, colgadores y acabado con pintura de color blanco.	Glb.	1	48111,43	48111,43
2,5	Suministro e instalación de aislamiento térmico para ductos de aire acondicionado, con chometa de la nada de vidrio con foil de aluminio de 1.5" de espesor.	Glb.	1	11125,00	11125,00
2,6	Suministro e instalación de rejillas y difusores, fabricados con fierro galvanizado y acabado con pintura de color blanco.	Glb.	1	9900,00	9900,00
OTROS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
3,1	Lizaje de unidades de condensador a la zote de edificio y maniobras de montaje hacia sus bases.	Glb.	1	4176,47	4176,47
3,2	Transporte de equipos, materiales y herramientas.	Glb.	1	1058,82	1058,82
3,3	Supervisión, pruebas y puesta en marcha.	Glb.	1	3858,82	3858,82

SUB TOTAL S/.	942279,84
IGV 18% S/.	174312,5204
TOTAL S/.	1116542,36

Además del costo inicial se tiene entre 2.8 a 3% del costo inicial denominado costo de instalación. Para los costos iniciales de equipos mencionados se estimaron los costos de instalación y al ser sumados con el costo inicial de los equipos resultan en el precio de proyecto. Los valores de los mismos se muestran en la TABLA 6.4. En el costo de instalación se incluyen los gastos de ingeniería.

TABLA 6. 4 COMPARATIVO DE COSTOS DE INSTALACIÓN

	Costos iniciales	Costos de instalación (3%)
Chiller enfriado por aire	1175040	35251,20
Chiller enfriado por agua	1642200	49266,00
VRV	623056,95	319172,89

Posteriormente se obtendrá el costo de operación para el chiller refrigerado por aire y además para el chiller refrigerado por agua, para esto se utilizarán los indicadores

de eficiencia, los cuales se obtienen del fabricante, el cual realiza estos estimados mediante el estándar ARI 550/590 tal como se puede apreciar en la TABLA 6.5.

TABLA 6. 5 INDICADORES DE EFICIENCIA

	Eficiencia
Chiller enfriado por aire	1,03 kW/tonelada de refrigeración
Chiller enfriado por agua	0,71 kW/tonelada de refrigeración
VRV	1,00 kW/tonelada de refrigeración

Conociendo el dato del costo del kW-h para la edificación de nuestro proyecto, se puede hacer la evaluación de los costos de operación que tendrán las distintas alternativas para el proyecto.

- Costo Hora punta: 16,59 céntimos S/. / kW-h. (Comprendido entre las 14:00 y 23:00 horas)
- Costo de hora fuera de punta: 14,20 céntimos S/. / kW-h.

En la TABLA 6.6, se indican las horas en las que el sistema trabajará por cada día, dependiendo de la estación del año en la que se esté.

TABLA 6. 6 HORARIO DE OPERACIÓN

Verano	Hora Punta	4
	Hora fuera de Punta	6
Otoño	Hora Punta	4
	Hora fuera de Punta	0
Invierno	Hora Punta	0
	Hora fuera de Punta	0
Primavera	Hora Punta	4
	Hora fuera de Punta	0

Considerando que un mes tiene 30 días se obtiene el costo anual de operación para cada opción, lo cual en resumen representa cuánto dinero se requiere

anualmente para que se pueda disfrutar del confort planificado y deseado. En la TABLA 6.7, se mostrara el costo anual para cada opción.

TABLA 6. 7 COSTO ANUAL DE OPERACIÓN POR TONELADA DE REFRIGERACIÓN

Tipo de refrigeración	Costo anual de operación por tonelada de refrigeración
Chiller enfriado por aire	92,27
Chiller enfriado por agua	63,61
VRV	89,59

Los valores obtenidos se multiplican por el número total de toneladas del proyecto y se calcula el valor de costo de operación anual total.

TABLA 6. 8 COSTO ANUAL DE OPERACIÓN

Tipo de refrigeración	Costo anual de operación
Chiller enfriado por aire	18823,08
Chiller enfriado por agua	12976,44
VRV	18276,36

También se debe considerar la presencia del costo de mantenimiento que se realiza cada 6 meses y debe realizarse según recomendaciones del fabricante. Este costo junto al costo de montaje e instalación de los equipos nos dará las suficientes herramientas para calcular el tiempo de retorno de inversión para este proyecto apoyando en conclusión el proceso de selección de una opción. Este costo de mantenimiento suele estar entre el 2.5 y 4% de la inversión inicial. Estos valores se presentan en la TABLA 6.9.

TABLA 6. 9 COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

Tipo de refrigeración	Costo anual de mantenimiento (4%)
Chiller enfriado por aire	47001,60
Chiller enfriado por agua	65688,00
VRV	24922,28

Se sabe un costo correctivo es más elevado que un costo preventivo periódico, dependiendo de cuál sea la falla, sin embargo estos valores son solo considerando un mantenimiento preventivo programado, el cual oscila entre 6 a 8 meses, por lo que se considera el doble para 1 año.

Para las opciones presentadas tenemos el resumen de costos, presentados en la TABLA 6.10.

TABLA 6. 10 RESUMEN DE COSTOS

	Agua	Aire	VRV
Costo Inicial	1175040,00	1642200,00	623056,95
Costo de instalación	35251,20	49266,00	319172,89
Costo de operación anual	18823,08	12976,44	18276,36
Costo de mantenimiento	47001,60	65688,00	24922,28

Finalmente se agregan los costos administrativos y de ingeniería los cuales serían para un proyecto como este de 2% del costo del proyecto, lo que representan un valor de S/.25000,00. Este valor fue obtenido de consultar con empresas como DIAZ Y DIAZ LUY INGENIERÍA SAC y REFRICORP de los cuales este valor representa un promedio.

Por tanto el costo total del proyecto asciende a S/. 1116542,36 correspondiente al VRV.

CONCLUSIONES

1. Se ha cumplido con diseñar un sistema de aire acondicionado que cubre las necesidades de confort mencionada para todos los ambientes destinados a oficinas de trabajo del edificio, así como un ahorro en los costos de inversión y operación para la ejecución del proyecto.
2. Todo proyecto de climatización posee alguna particularidad que lo hace completamente distinto a cualquier anterior antes desarrollado. Para el caso de este proyecto se debía poner especial atención en la arquitectura del edificio, el espacio disponible para instalar los equipos y la configuración de los ambientes para climatizar.
3. Para este proyecto el espacio disponible en el nivel de techos fue importante en el momento de seleccionar el sistema de aire acondicionado que daría solución al proyecto, pues sólo había espacio para unidades compactas y de todas las opciones posibles las unidades VRV resultó ser la que se adaptó mejor respecto a la opción de un Chiller refrigerado por agua o por aire.
4. El uso de software puede resultar ser una herramienta muy útil pues agiliza los cálculos de una manera significativa. Es importante recalcar que no

importando cual sea el software que el especialista use o prefiera, no se obtendrán resultados coherentes si es que no se tiene cuidado con los datos y variables que se ingresan en él. Se sugiere confrontar los resultados con los ratios comerciales, que aunque no son precisos pero pueden ayudar a verificar que los resultados obtenidos están dentro de lo habitual.

5. Se concluye que los costos para este proyecto oscilan por los S/. 5400 por tonelada de refrigeración. Luego de consultar con empresas dedicadas en el equipamiento e instalación de proyectos de climatización, sabemos que el costo es similar al que se obtienen en similares proyectos. Por lo tanto el proyecto es económicamente viable.

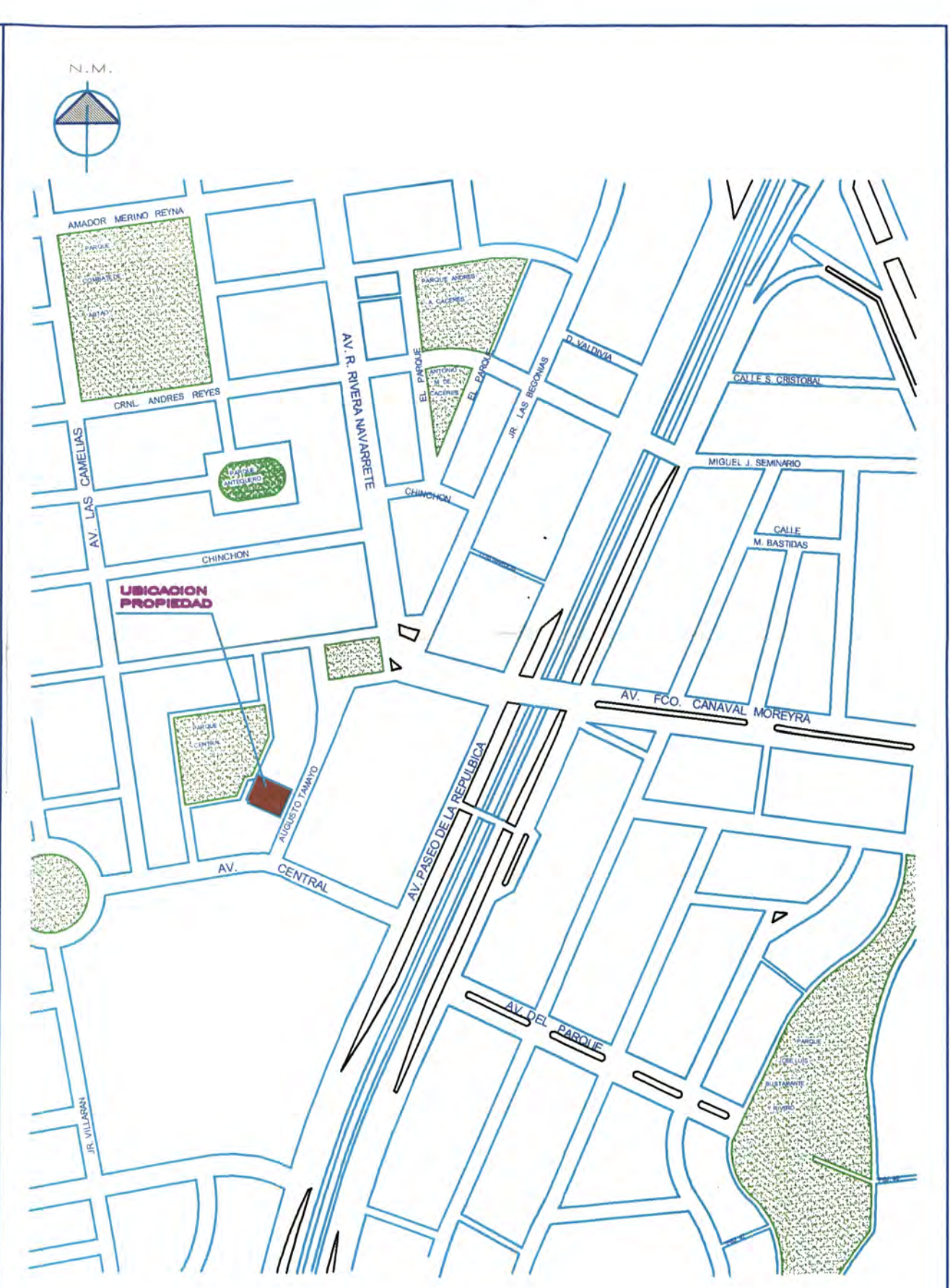
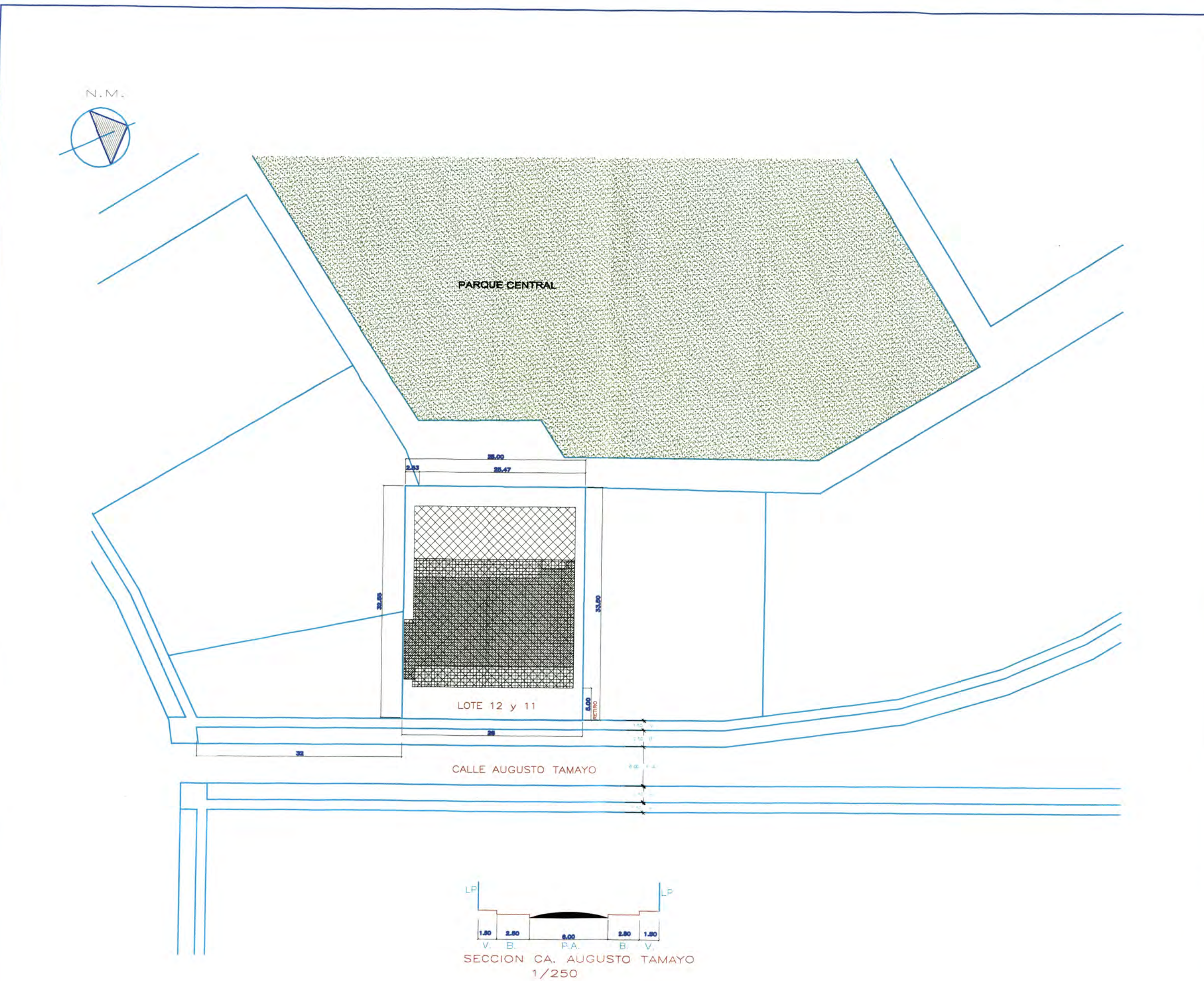
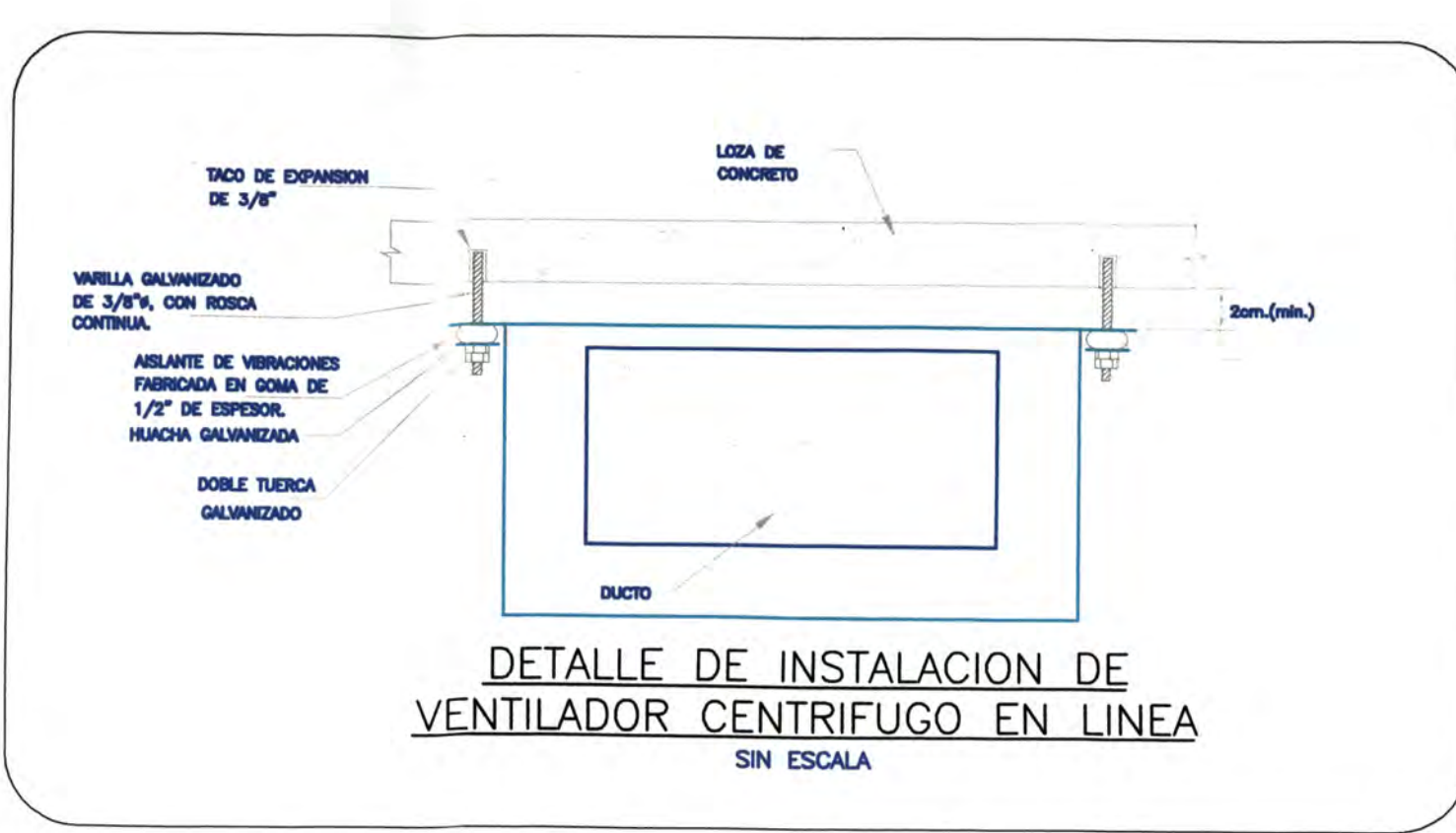
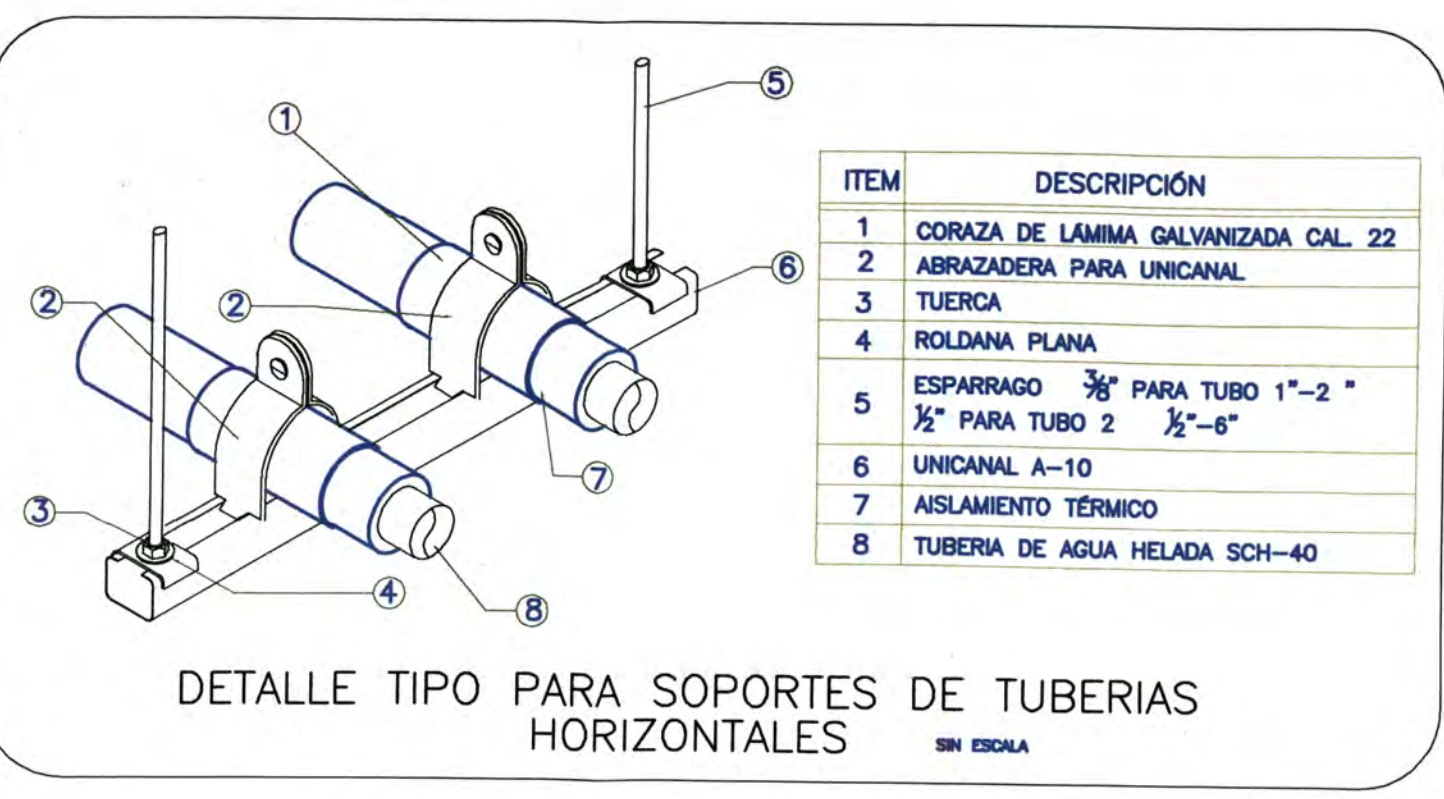
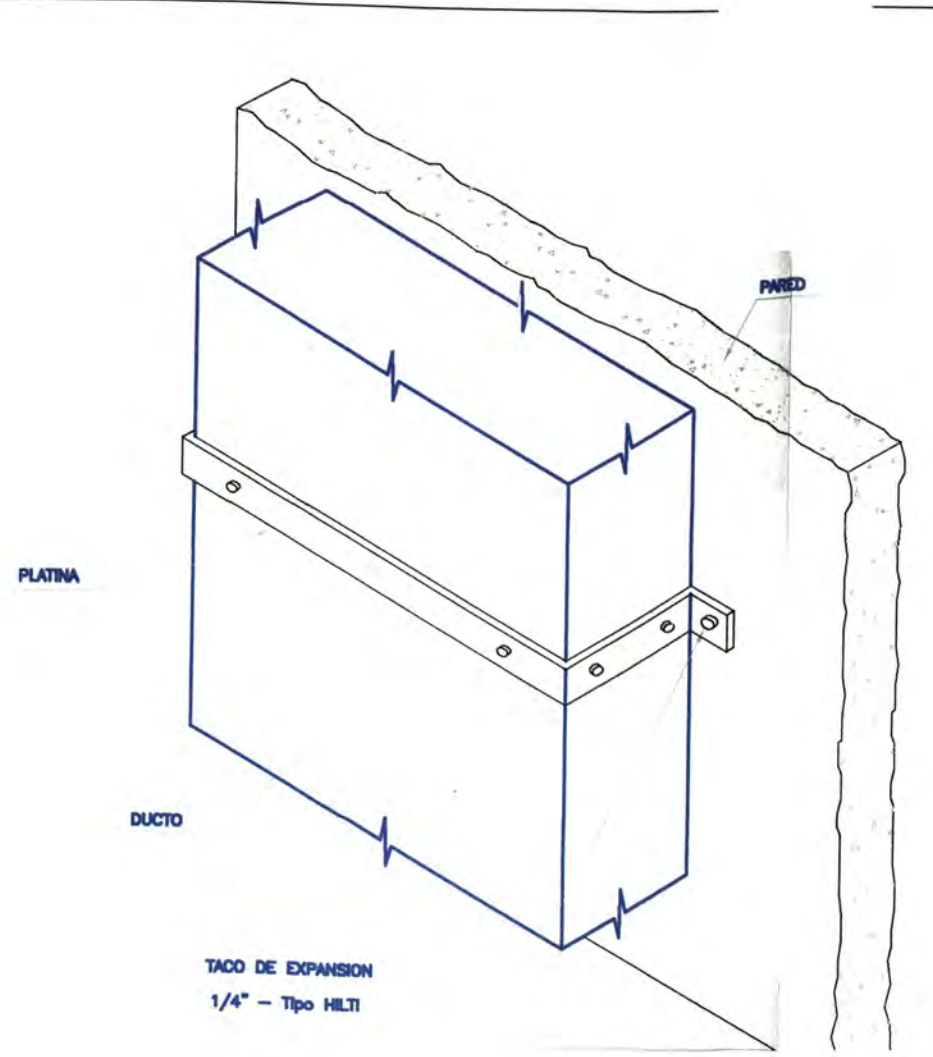
BIBLIOGRAFÍA

1. ASHRAE HANDBOOK
Fundamentals. Atlanta, GA: ASHRAE Inc., 1997
2. ASHRAE HANDBOOK
Fundamentals. Atlanta, GA: ASHRAE Inc., 2001
3. ASHRAE HANDBOOK
Applications. Atlanta, GA: ASHRAE Inc., 2009
4. CARRIER AIR CONDITION COMPANY
Manual de Aire Acondicionado. Barcelona: Marcombo S.A., 2009
5. Organismo Supervisor de de Inversión en Energía y Minería
“Pliegos Tarifarios del Servicio Público de Electricidad”. Tarifas
eléctricas. Portal de OSINERGMIN.
Consultada: 28 de abril de 2013.
6. SENAMHI
2008 “Datos históricos”. *Datos históricos para la ciudad de Lima*.
Portal del SENAMHI. <<http://www.senamhi.gob.pe>>

PLANOS

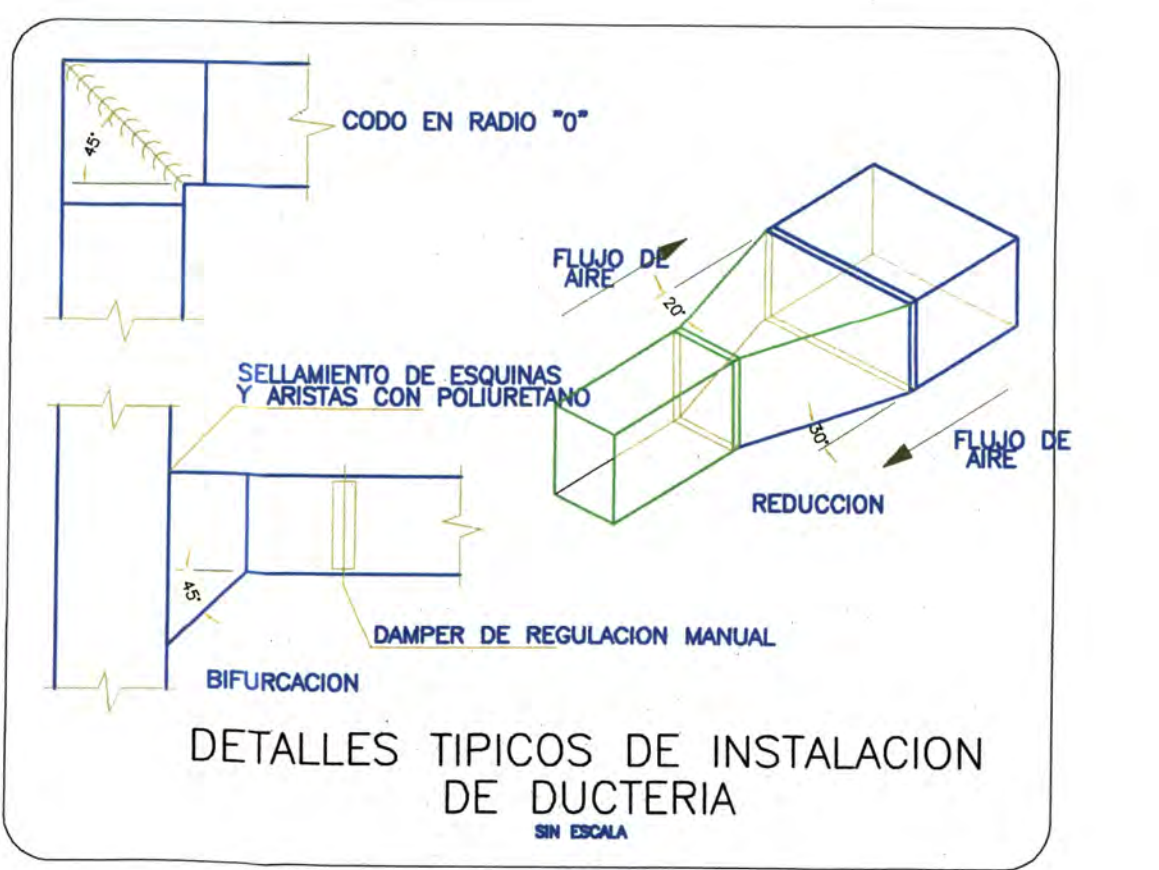
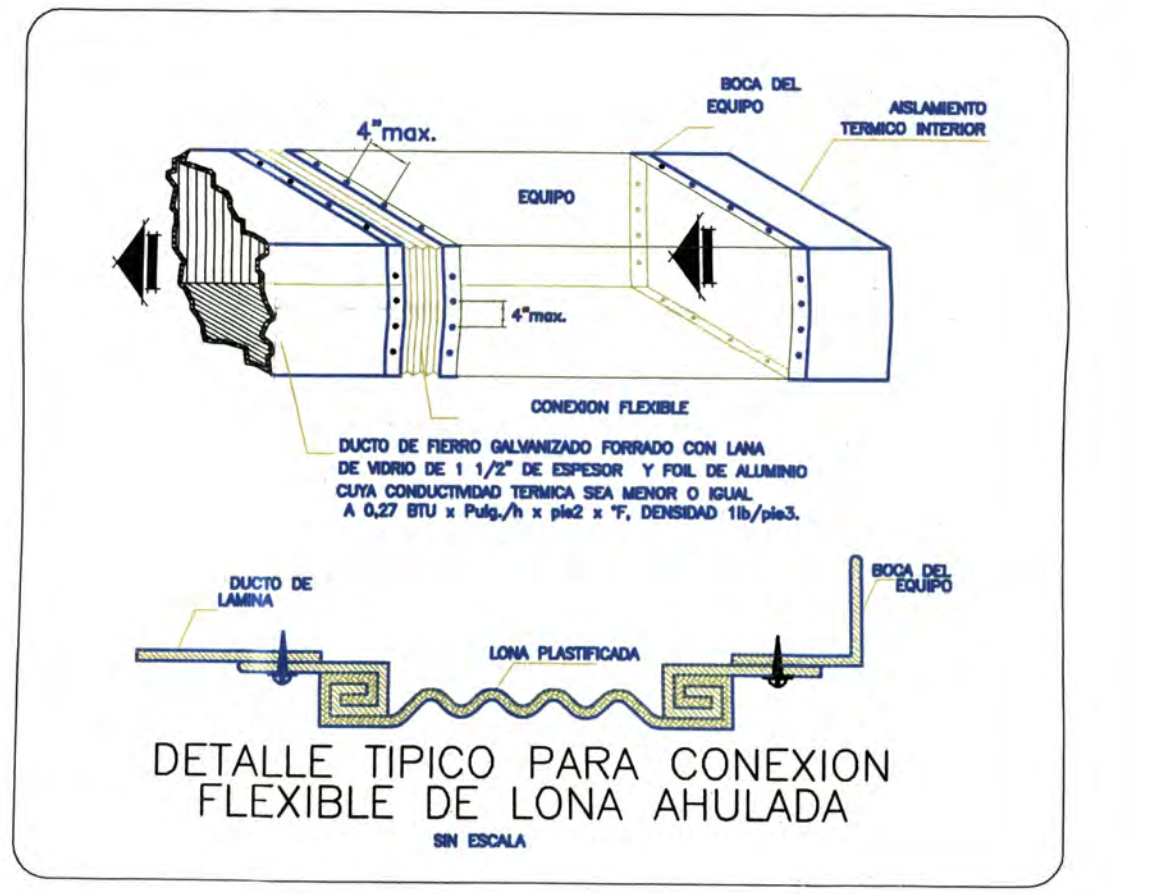
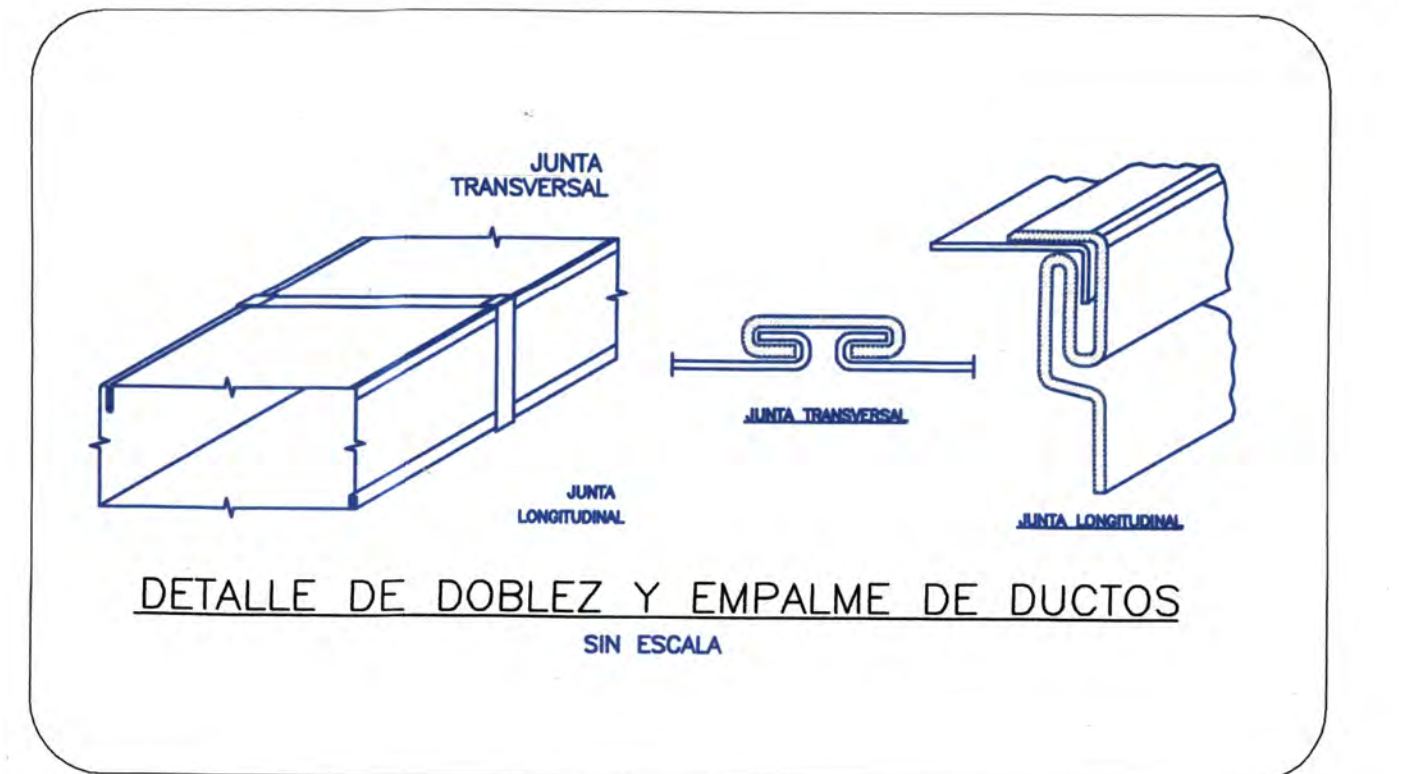
LEYENDA

	DUCTO METALICO
	PUNTO DE DRENAJE
	PUNTO DE FUERZA
UE	UNIDAD EVAPORADORA
UC	UNIDAD CONDENSADORA



ZONIFICACION SUB-SECTOR CM 4-B

PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : SAN ISIDRO
 URBANIZACION: CHACARILLA -STA CRUZ
 MANZANA : 130
 LOTE : 11 Y 12
 CALLE : CALLE TAMAYO, AUGUSTO N° 180



CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS	R.N.E.	PROYECTO
USOS	CM	COMERCIAL- OFICINAS
AREA LIBRE	COMERCIO - NO EXIGIBLE	24% (233.10 m ²)
ALTURA MAXIMA	26 METROS	N° PISOS 09
RETIRO FRONTAL	3.00 mt CA. TAMAYO	5.00 mt CA. TAMAYO
RETIRO POSTERIOR	A partir de 9.00 mt. de altura 1/4 de la altura de la edificación	8.10 mt PARQUE CENTRAL

CUADRO DE AREAS (M2)

AREAS	TOTAL AREA TECHADA	AREA AMPLIACION	AREA TOTAL
SOTANO 1	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 1	117.00 m ²	197.00 m ²	314.00 m ²
PISO 2	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 3	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 4	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 5	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 6	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 7	117.00 m ²		117.00 m ²
PISO 8	117.00 m ²		117.00 m ²
TOTAL	5505.39 m ²	309.87 m ² (LIGERO)	5815.26 m ² (LIGERO)
AREA TERRENO	838.77 m ²		
AREA LIBRE	233.10 m ² (24%)		
AREA OCUPADA	705.67 m ²		

FIRMA: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO
 PROPIETARIO:
 SELLO Y FIRMA:
 ARCHITECTO: RICARDO MARTIN DE ROSSI OF. REG. CAP N° 1997
 PROYECTO: REMODELACION ARQUITECTONICA NUEVA CEDE INSTITUCIONAL MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO
 PLANO DE: LOCALIZACION Y UBICACION
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ENERO 2010
U-01

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO
 PLANO: LEYENDA, TABLAS
 CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO
 FECHA: ABRIL 2

LEYENDA

AxB DUCTO METALICO

⊗ PUNTO DE DRENAJE

⊙ PUNTO DE FUERZA

UE UNIDAD EVAPORADORA

UC UNIDAD CONDENSADORA

IH INYECTOR DE AIRE

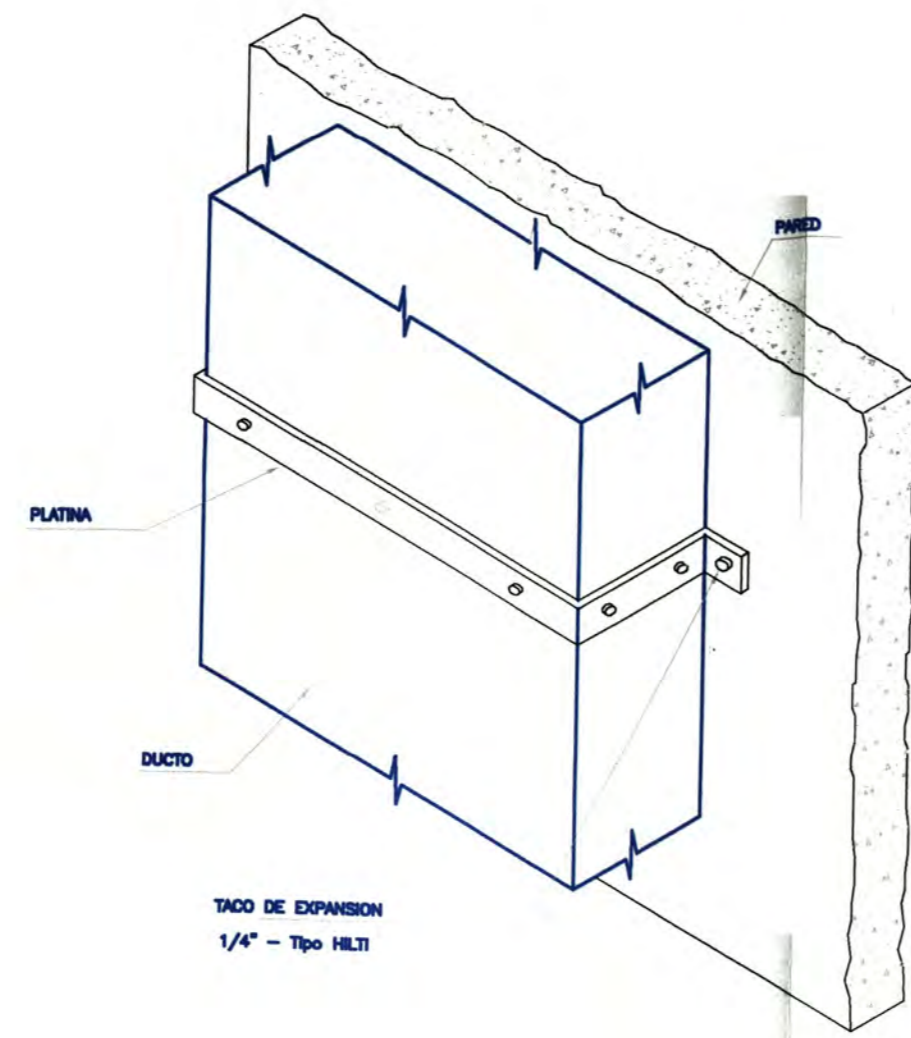
L/G TUBERIA DE COBRE LIQUIDO Y SUCCION

(RR) REJILLA DE RETORNO
(RE) REJILLA DE EXTRACCION
(R.D) REJILLA DE DESCARGA

⊕ DIFUSOR DE CUATRO VIAS

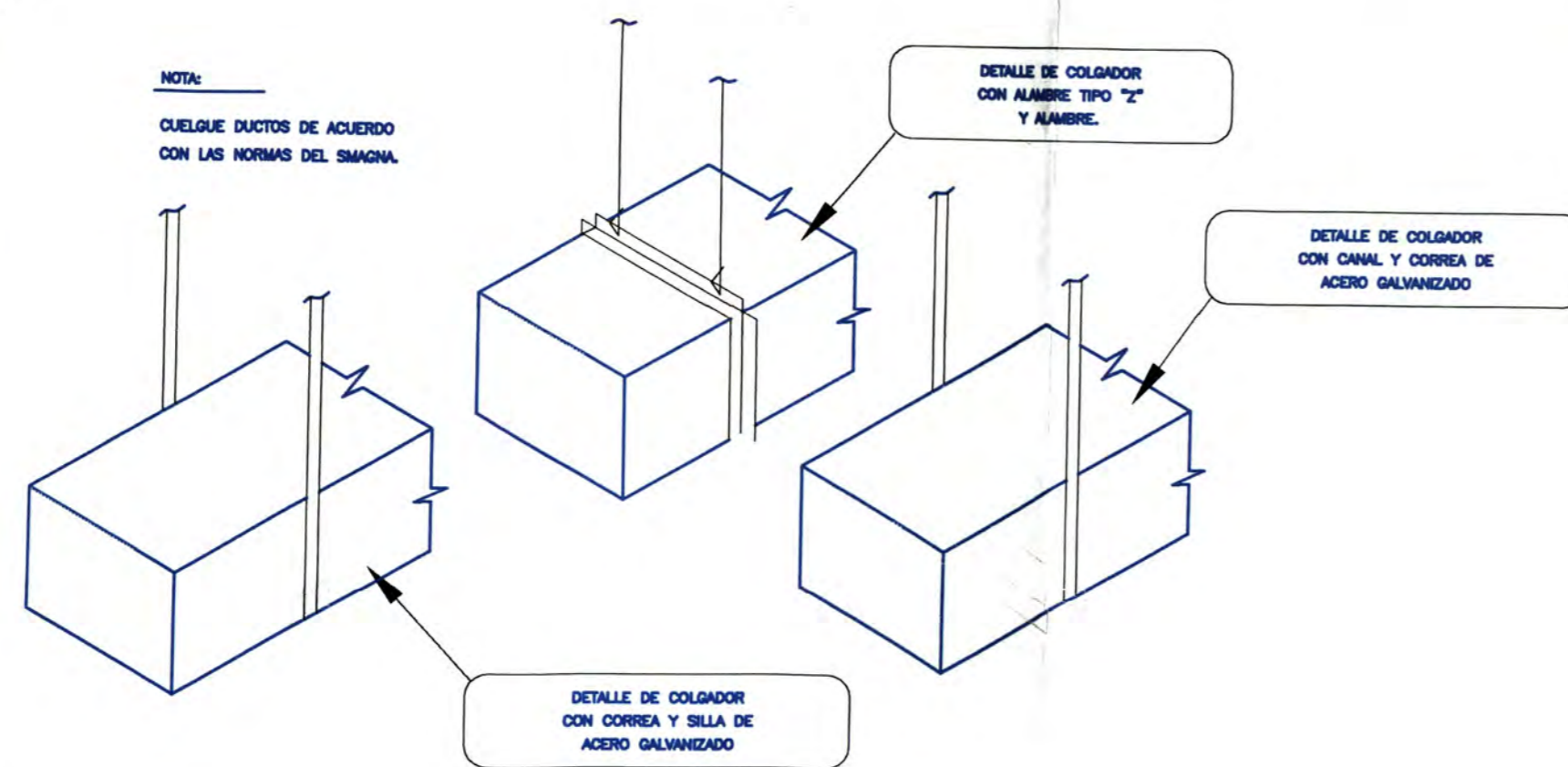
⊠ SUBE DUCTO METALICO

⊡ BAJA DUCTO METALICO

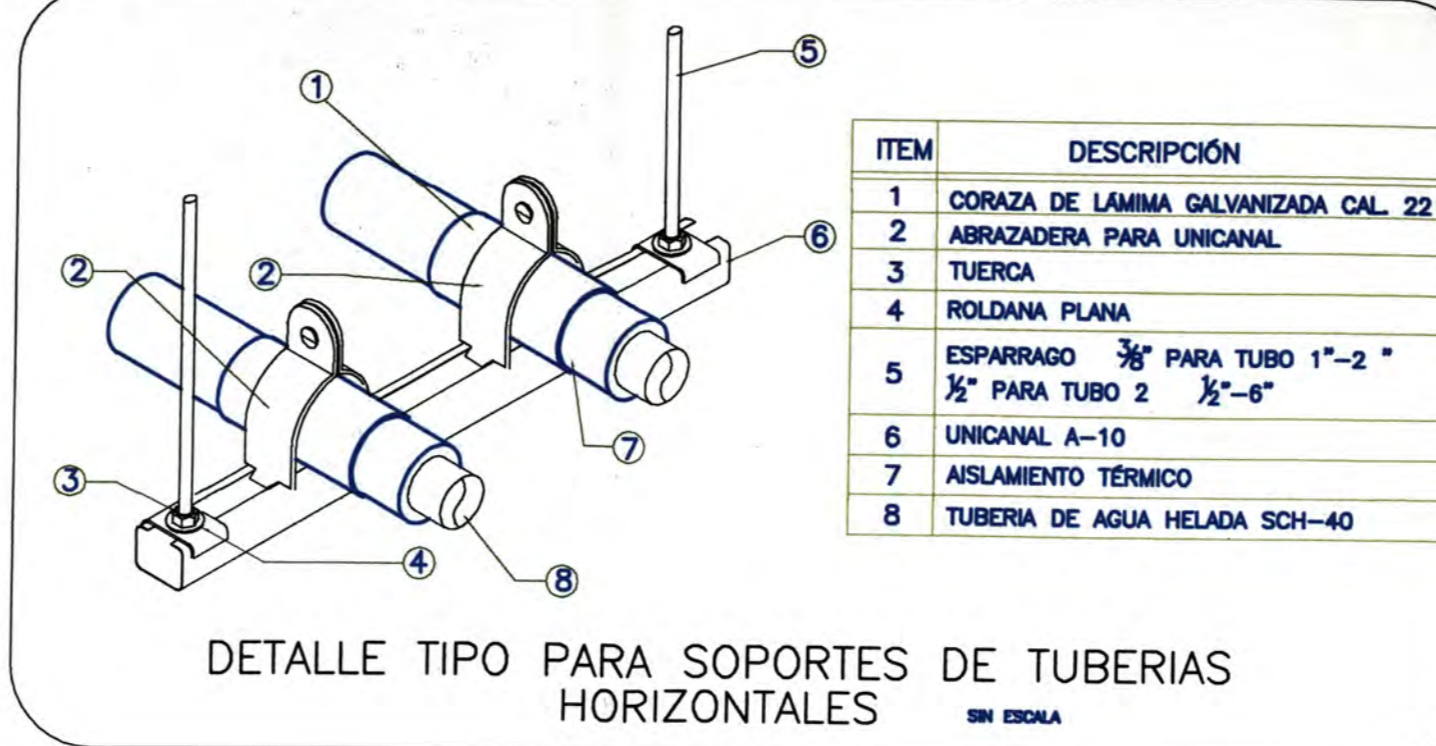


DIMENSIONES DEL LADO MAYOR DEL DUCTO	PLATINAS	CANTIDAD DE AUTORROSCANTES		DISTANCIA ENTRE SOPORTES
		LADO MAYOR	LADO MENOR	
12"	1"x1/8"	02	03	8 pies
18"	1.1/4"x1/8"	03	04	8 pies
30" O MAS	1.1/2"x1/4"	04	05	8 pies

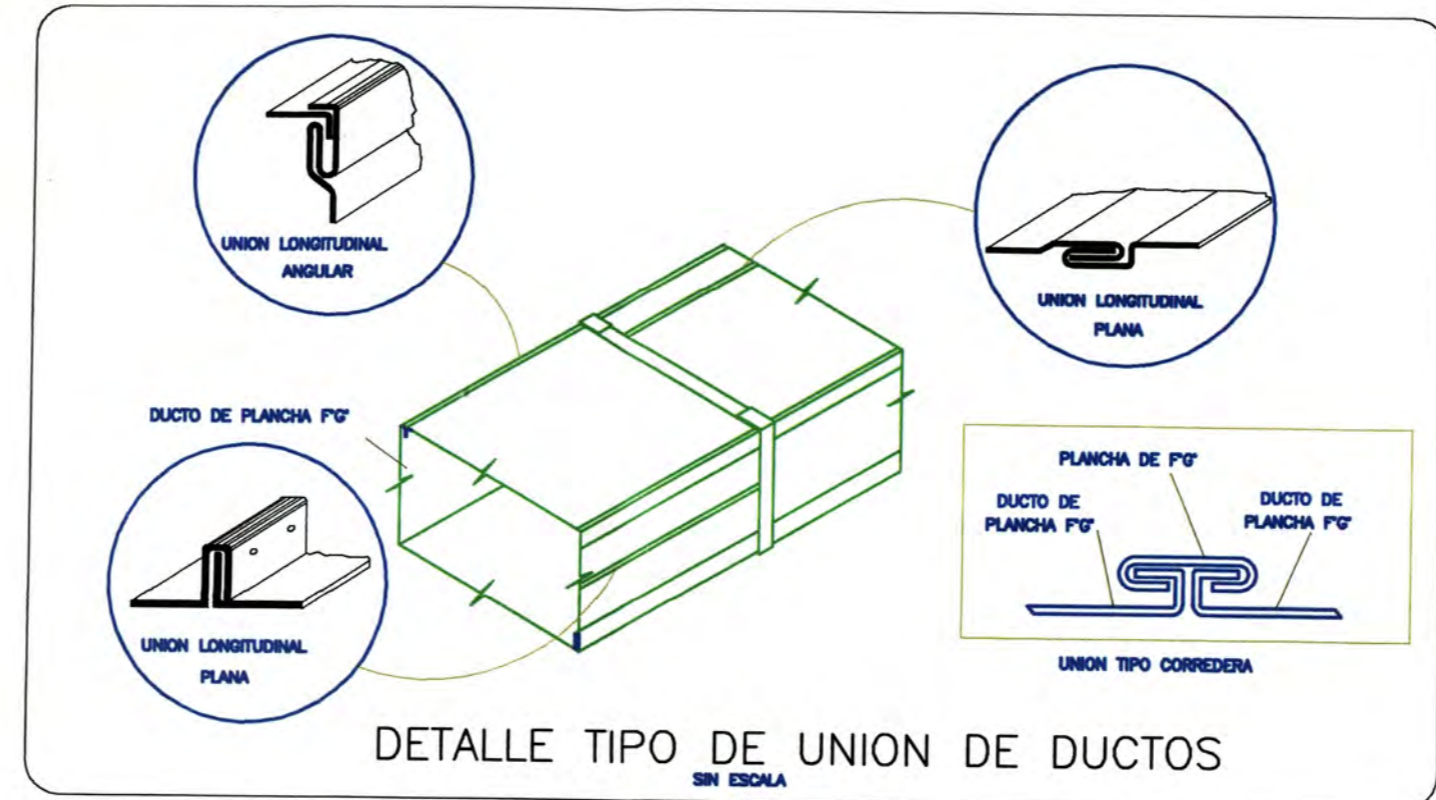
DETALLE DE SOPORTE PARA DUCTOS VERTICALES
SIN ESCALA



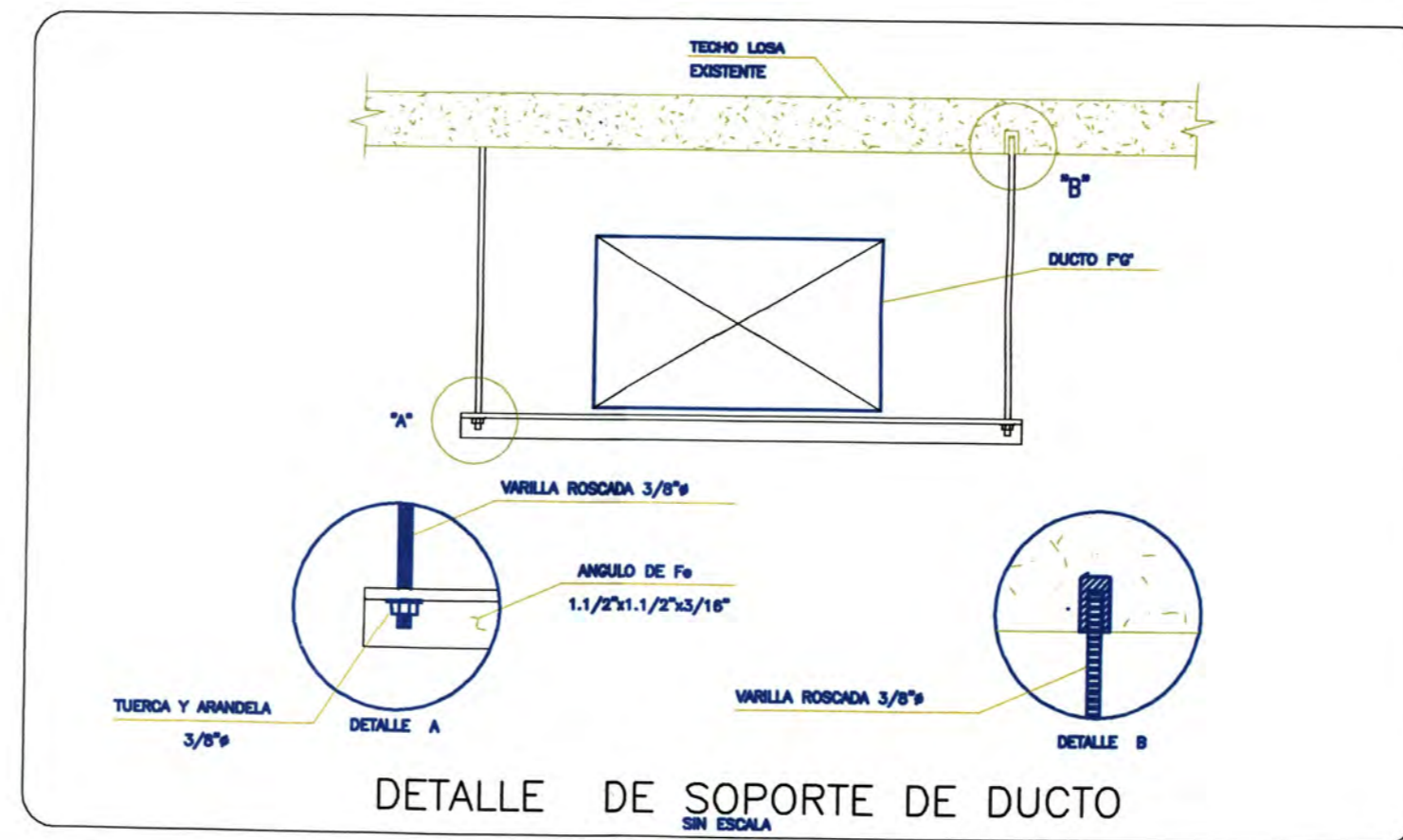
DETALLE DE METODOS PARA COLGAR DUCTOS
SIN ESCALA



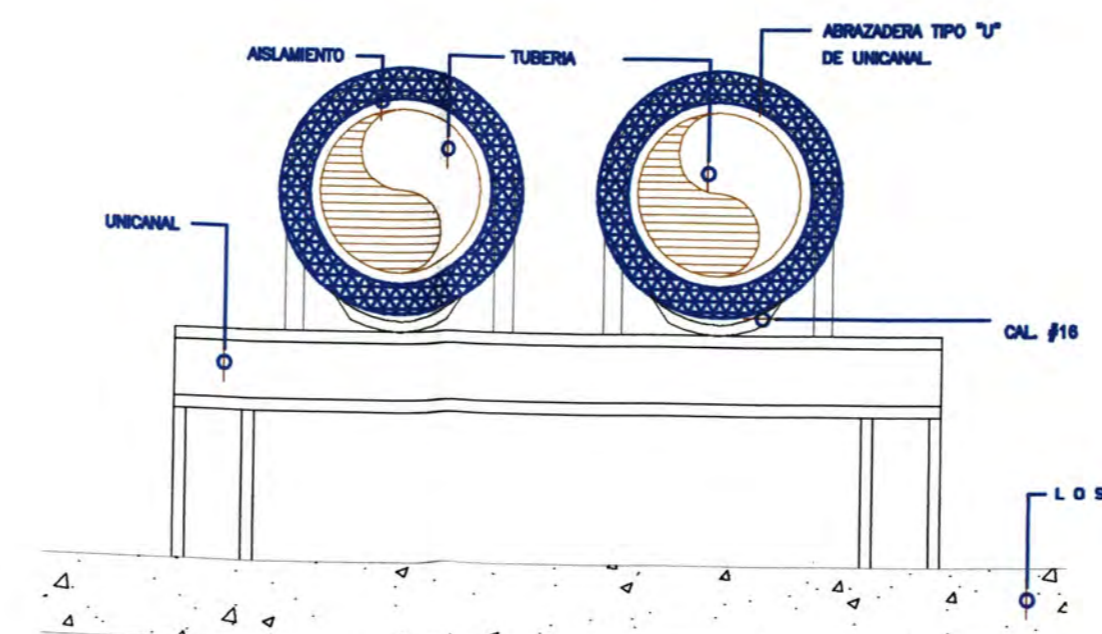
DETALLE TIPO PARA SOPORTES DE TUBERIAS HORIZONTALES
SIN ESCALA



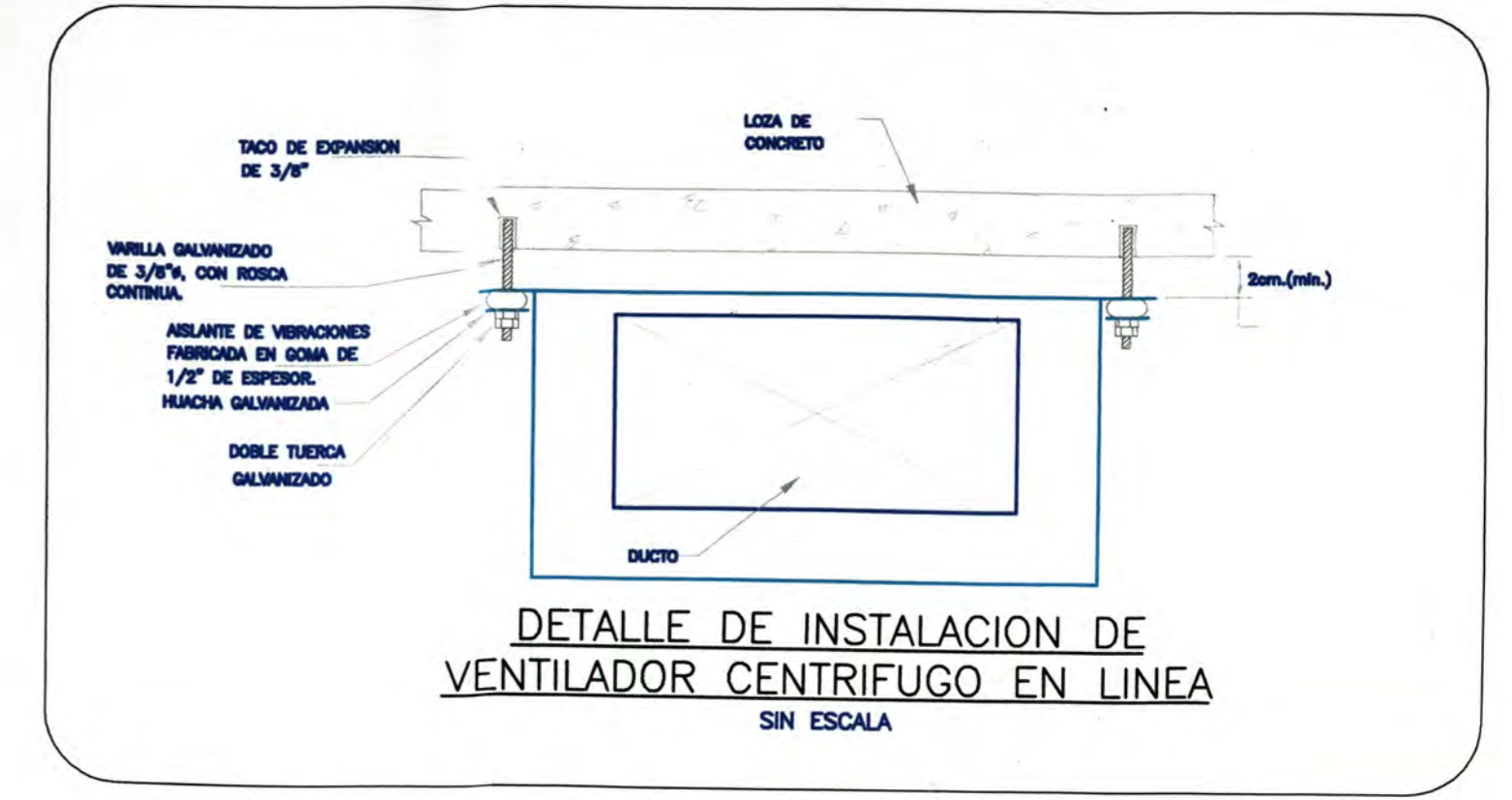
DETALLE TIPO DE UNION DE DUCTOS
SIN ESCALA



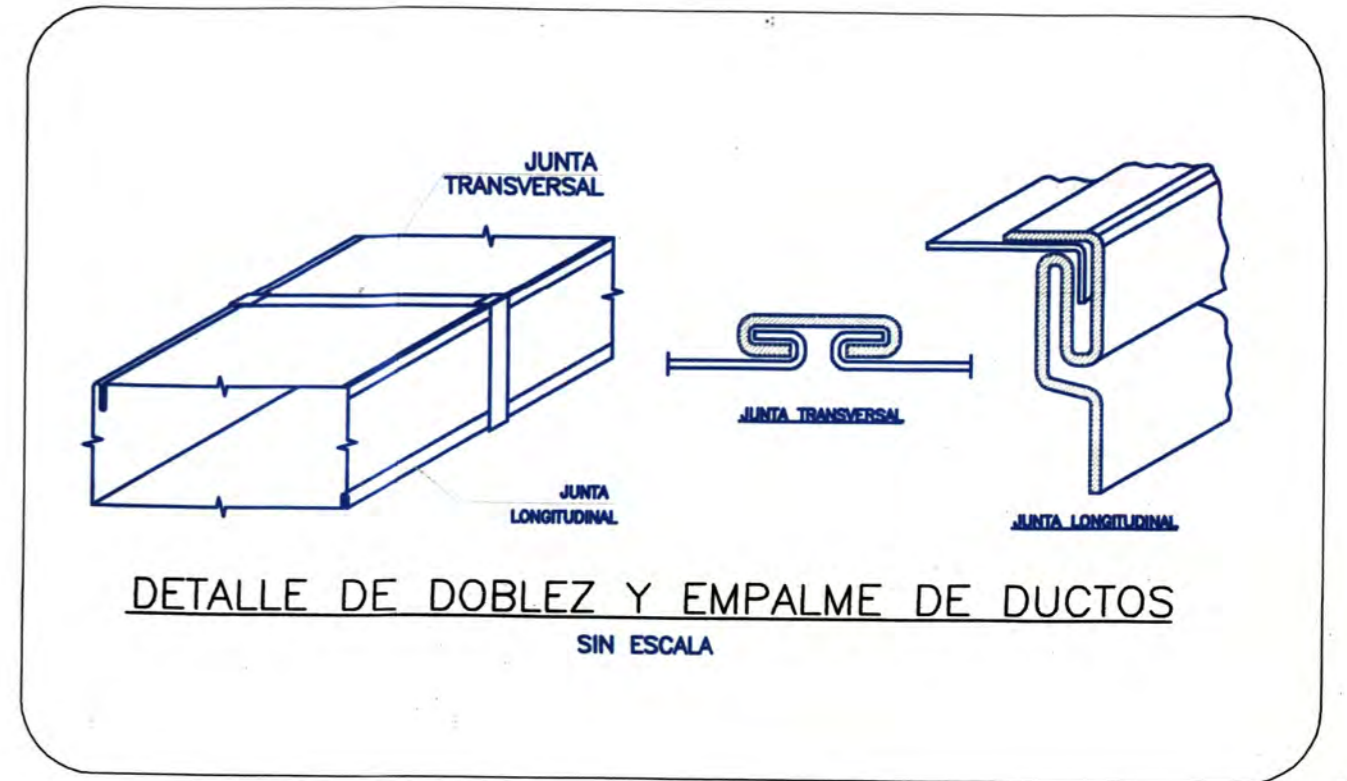
DETALLE DE SOPORTE DE DUCTO
SIN ESCALA



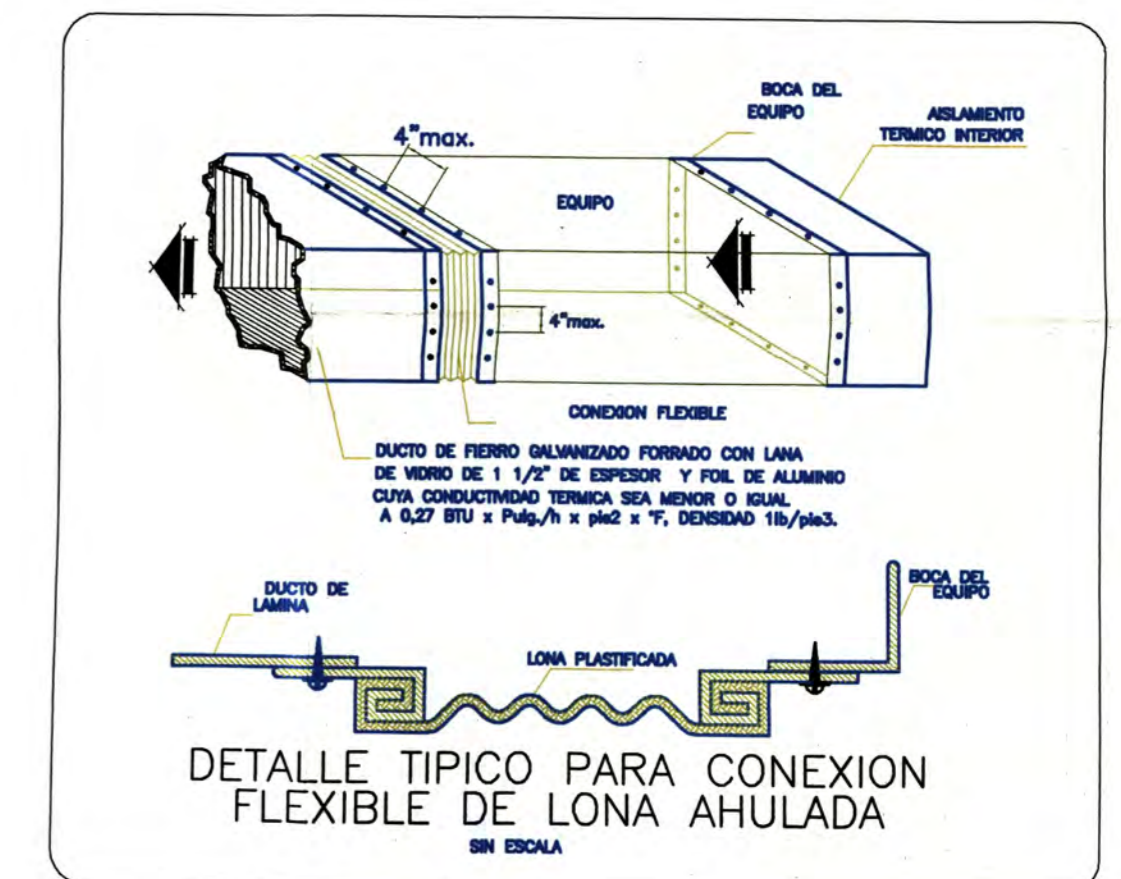
DETALLE DE SOPORTERIA PARA TUBERIAS A LA INTEMPERIE
SIN ESCALA



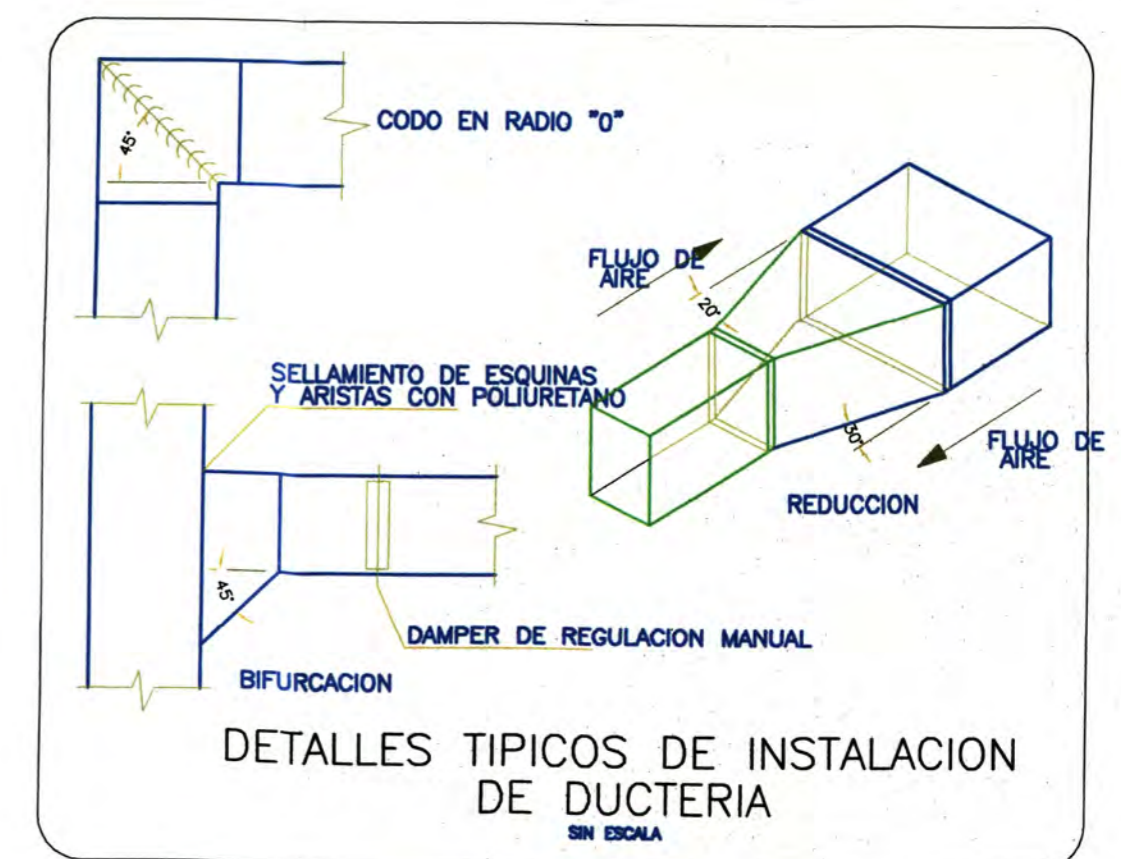
DETALLE DE INSTALACION DE VENTILADOR CENTRIFUGO EN LINEA
SIN ESCALA



DETALLE DE DOBLEZ Y EMPALME DE DUCTOS
SIN ESCALA

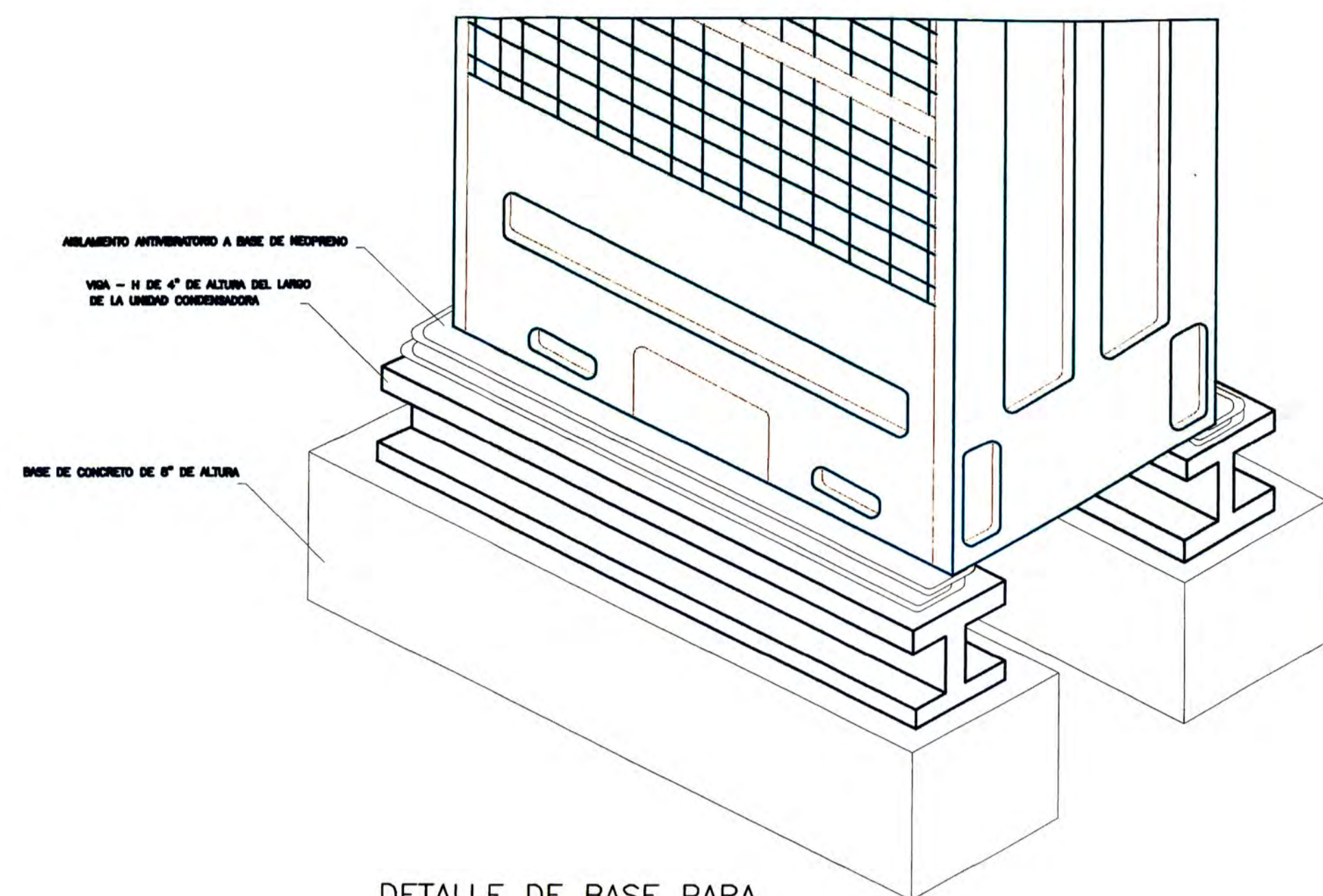


DETALLE TIPICO PARA CONEXION FLEXIBLE DE LONA AHULADA
SIN ESCALA



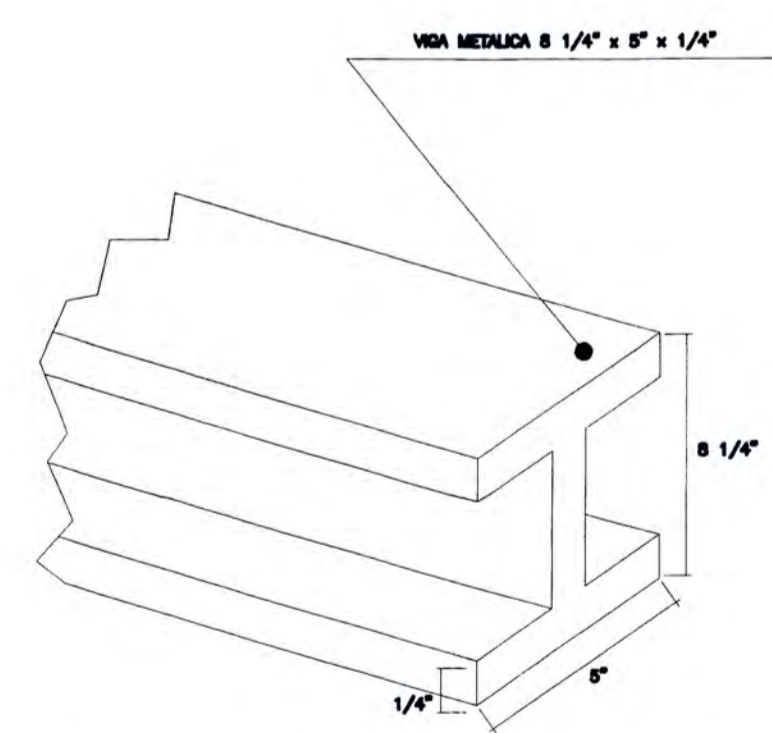
DETALLES TIPICOS DE INSTALACION DE DUCTERIA
SIN ESCALA

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 4 DE 15
PLANO: LEYENDA, TABLAS	AA-01
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



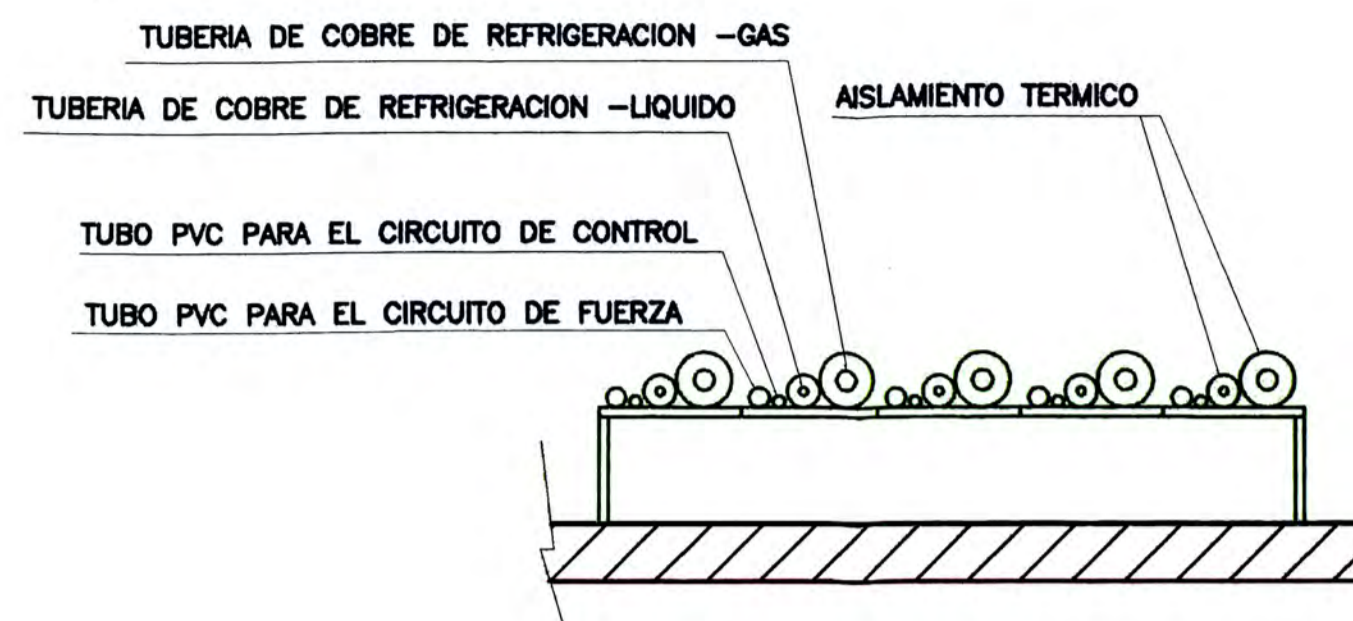
DETALLE DE BASE PARA
UNIDAD CONDENSADORA

EN ESCALA

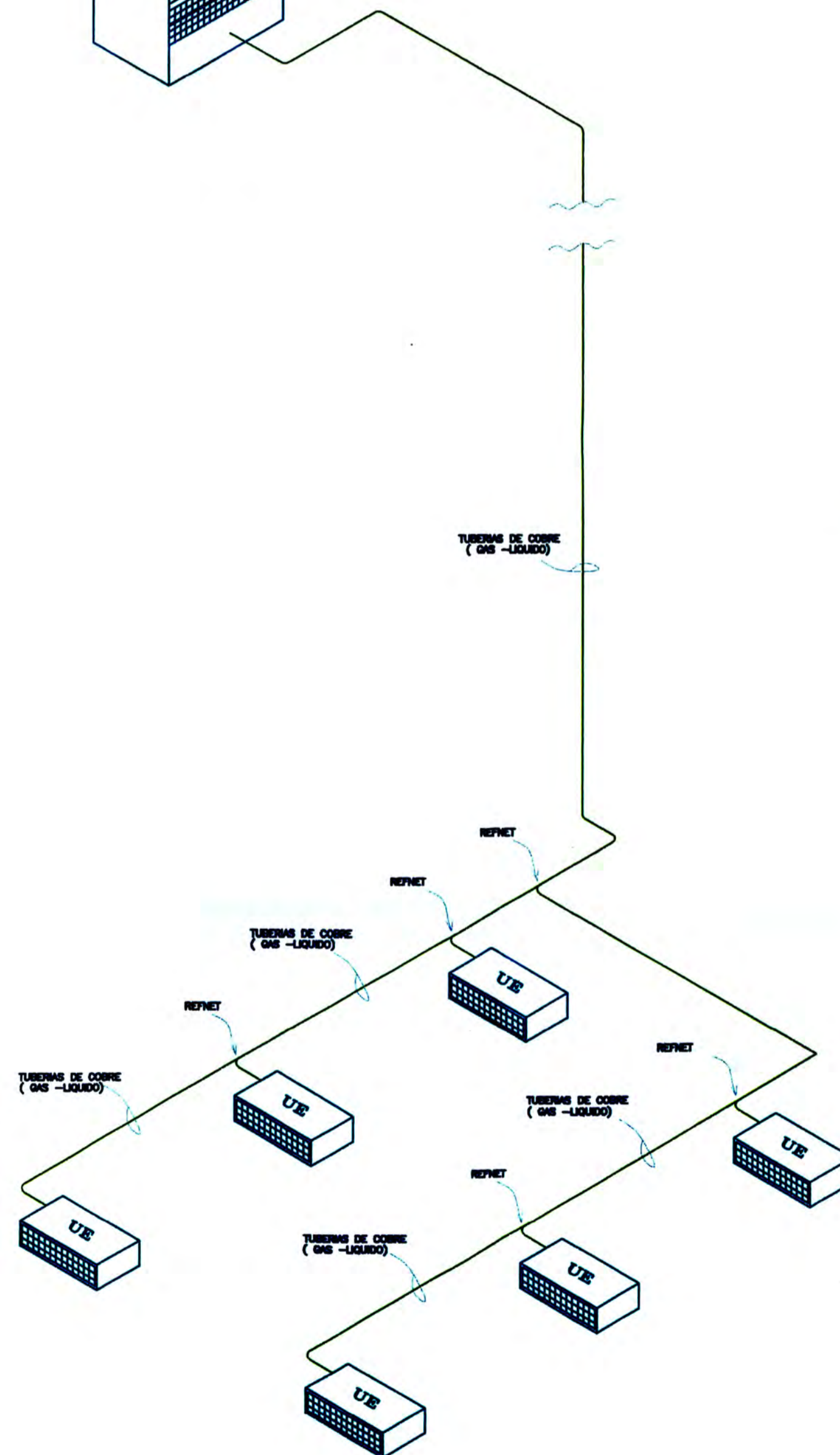
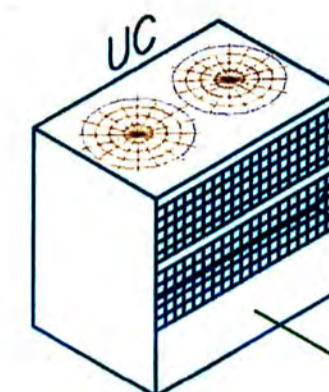


DETALLE DE VIGA METALICA COMO SOPORTE
PARA CONDENSADORES

EN ESCALA



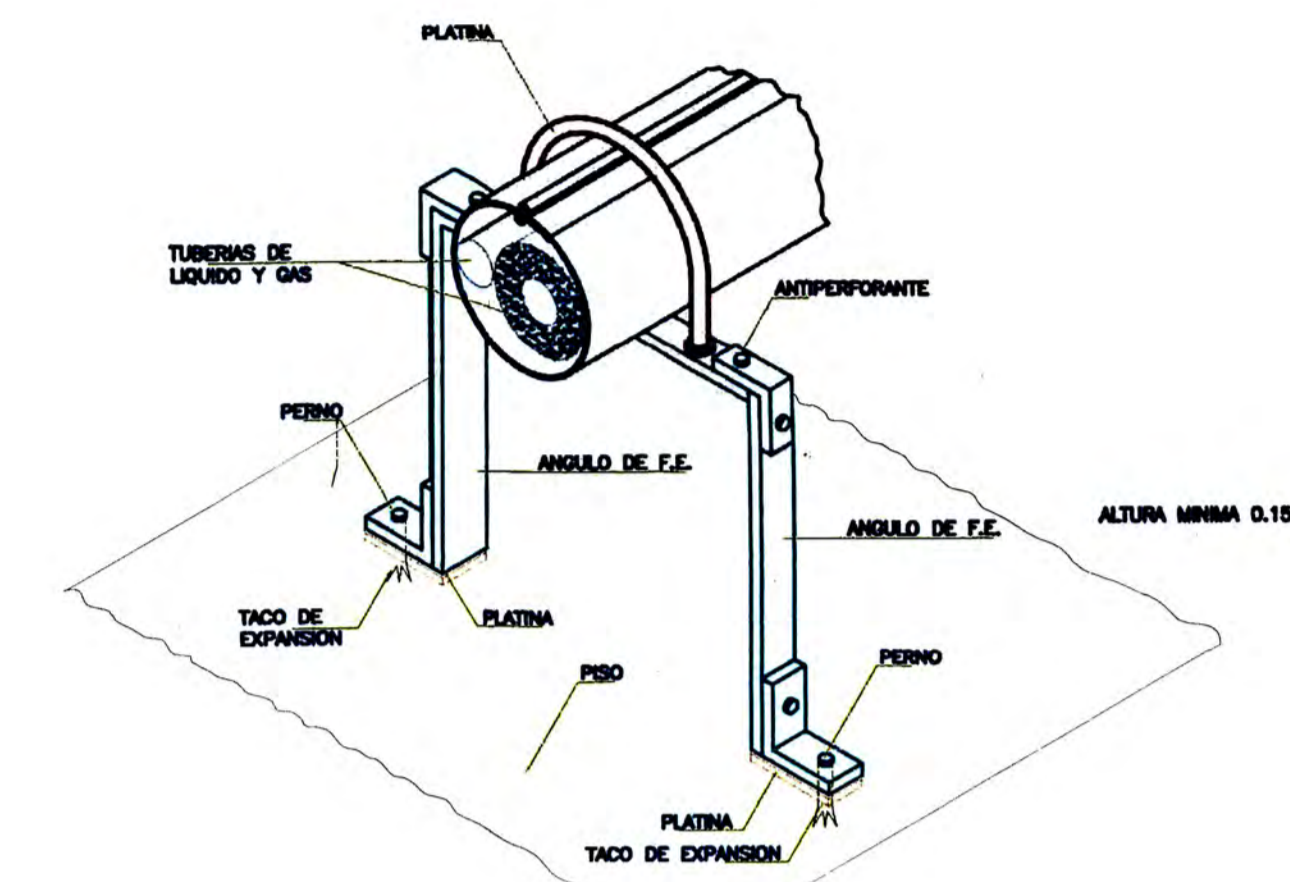
DETALLE DE SOPORTERÍA PARA
TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN



DETALLE DE INSTALACION DE EQUIPOS VRV

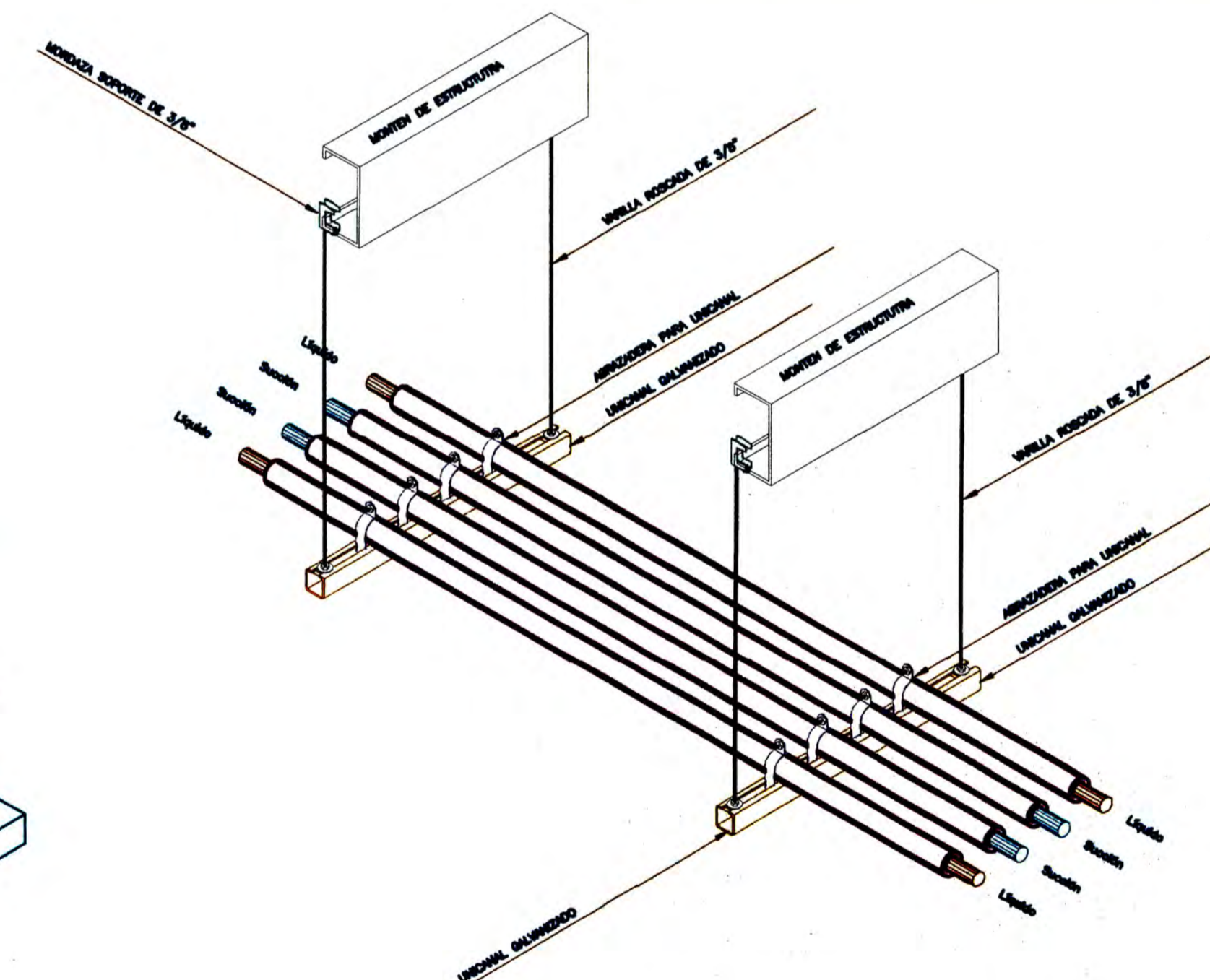
(REFERENCIAL)

DIAMETRO TUB. GAS	# VARILA ROSCADA	DISTANCIA DE SOPORTES
25mm <	3/8	2.0m
> 25mm	3/8	3.0m



B) EN PISO

DETALLE DE SOPORTE DE TUBERIAS DE REFRIGERACION



DETALLE DE SOPORTERÍA PARA
TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 3 DE 15
PLANO: DETALLES	AA-02
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75

CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO						
UNIDADES EVAPORADORAS						
NIVEL	AMBIENTE	EQUIPO	BTU/H	TON	CAUDAL (CFM)	ELECTRICIDAD
9	COMEDOR	UE-9-01	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
9	COMEDOR	UE-9-02	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
9	COMEDOR	UE-9-03	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
9	COMEDOR	UE-9-04	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
8	RECEPCION	UE-8-01	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
8	GERENTE MUNICIPAL	UE-8-02	24000	2	400	400w/220V/1F/60Hz
8	OFICINA	UE-8-03	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
8	ASISTENTE	UE-8-04	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE PLANEAM.	UE-8-05	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
8	SECRETARIA	UE-8-06	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
8	REUNIONES	UE-8-07	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
8	ASESOR ALCALDIA	UE-8-08	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
8	EVALUACION PROYECTOS	UE-8-09	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
8	DIRECTORIO	UE-8-10	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
8	SUB GERENTE DESARROLLO	UE-8-11	12000	1	600	400w/220V/1F/60Hz
8	OFICINA ALCALDIA	UE-8-12	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
7	RECEPCION	UE-7-01	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-7-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	OFICINA	UE-7-03	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE DESARROLLO	UE-7-04	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE CATASTRO	UE-7-05	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	OFICINA	UE-7-06	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPO TRABAJO	UE-7-07	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	MANTENIMIENTO	UE-7-08	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPO DE TRABAJO 1Y2	UE-7-09	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPO DE TRABAJO	UE-7-10	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPO DE TRABAJO	UE-7-11	12000	1	600	400w/220V/1F/60Hz
6	RECEPCION	UE-6-01	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	PERSONAL TECNICO	UE-6-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE TECNOLOGIA	UE-6-03	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	PERSONAL TECNICO	UE-6-04	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	JEFE ORGANICO	UE-6-05	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	SALA CAPACITACION	UE-6-06	18000	1.5	400	400w/220V/1F/60Hz
	TALLER REPARACIONES	UE-6-07	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPO DE TRABAJO	UE-6-08	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-6-09	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	AREA DE TRABAJO	UE-6-10	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	OFICINA	UE-6-11	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz

CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO						
UNIDADES EVAPORADORAS						
NIVEL	AMBIENTE	EQUIPO	BTU/H	TON	CAUDAL (CFM)	ELECTRICIDAD
5	RECEPCION	UE-5-01	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-5-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	ASISTENTE	UE-5-03	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	GERENCIA ADMINISTRATIVA	UE-5-04	18000	1.5	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE CONTAB.	UE-5-05	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE CONTAB.	UE-5-06	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE TESORERIA	UE-5-07	36000	2.2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE TESORERIA	UE-5-08	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	EQUIPOO TRABAJO	UE-5-09	12000	0.75	300	400w/220V/1F/60Hz
	SECRETARIA	UE-5-10	12000	0.75	300	400w/220V/1F/60Hz
	JEFATURA ALMACEN	UE-5-11	12000	10.75	300	400w/220V/1F/60Hz
4	RECEPCION	UE-4-01	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-4-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	ARCHIVOS	UE-4-03	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	AREA ADMINISTRATIVA	UE-4-04	18000	1.2	600	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE LOGISTICA	UE-4-05	18000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE RRHH	UE-4-06	18000	1	600	400w/220V/1F/60Hz
	SECRETARIAS	UE-4-07	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	EFACO	UE-4-08	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE RRHH	UE-4-09	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	AFSC FUNCIONARIO	UE-4-10	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE RRHH	UE-4-11	18000	1.5	800	400w/220V/1F/60Hz
	PLANILLAS	UE-4-12	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA CAPACITACION	UE-4-13	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
3	EJECUTOR Y AUXILIAR	UE-3-01	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
	RECEPCION	UE-3-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-3-03	24000	2	1200	400w/220V/1F/60Hz
	SALA DE CONTROL	UE-3-04	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	PERSONAL ADM.	UE-3-05	12000	1	300	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE ADMINIST.	UE-3-06	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE COACTIVO	UE-3-07	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	PERSONAL ADMINISTRATIVO	UE-3-08	21000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE DE CONTROL	UE-3-09	48000	4	1600	400w/220V/1F/60Hz
	COORD. FISCALIZACION	UE-3-10	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	COORD. DE RESOLUCION	UE-3-11	36000	3	1200	400w/220V/1F/60Hz
	ARCHIVO Y REGISTRO	UE-3-12	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	CALL CENTER	UE-3-13	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz

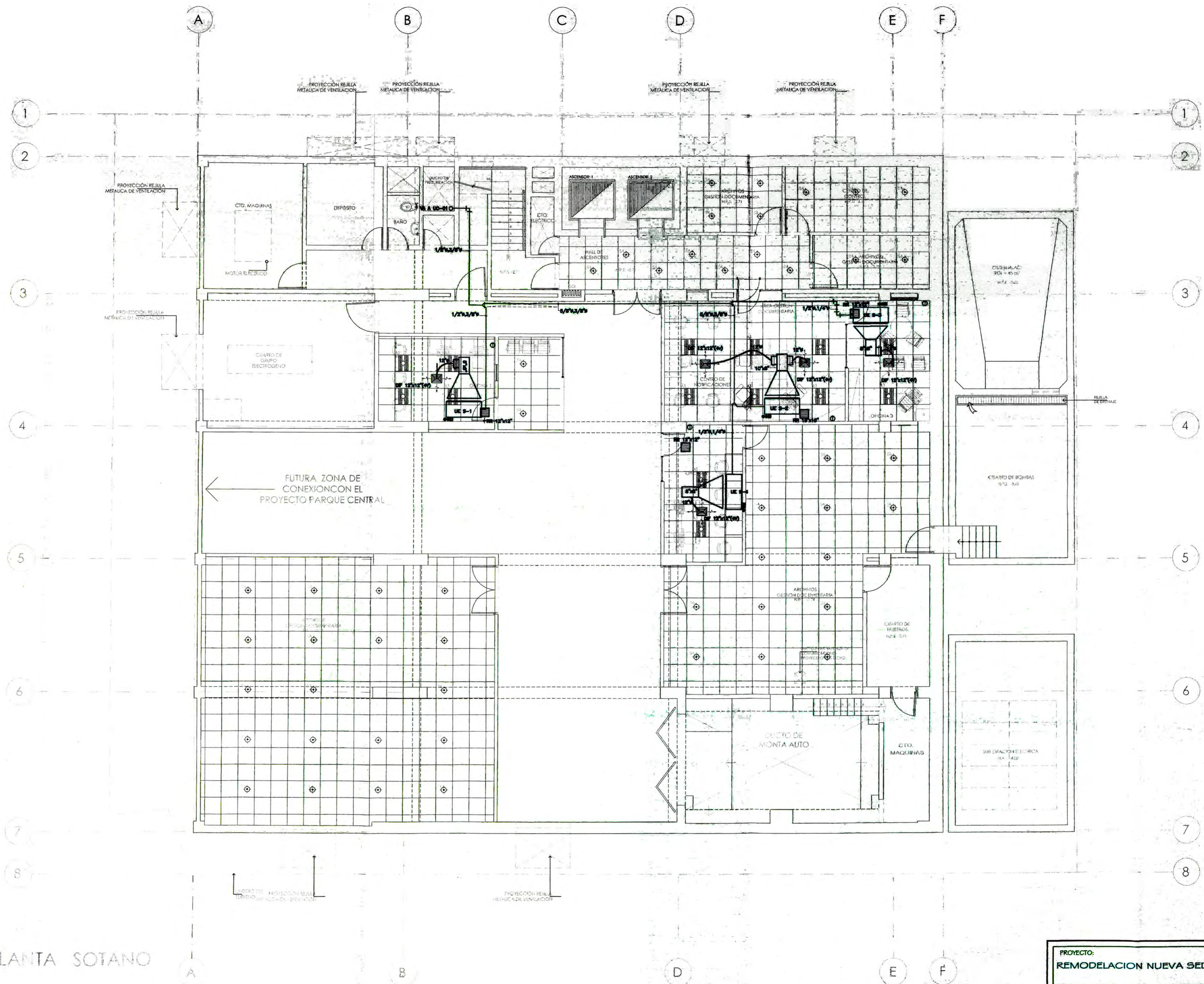
CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO						
UNIDADES EVAPORADORAS						
NIVEL	AMBIENTE	EQUIPO	BTU/H	TON	CAUDAL (CFM)	ELECTRICIDAD
2	SUB GERENTE	UE-2-01	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	RECEPCION	UE-2-02	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA DE COMISIONES	UE-2-03	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	INSPECCIONES TECNICAS	UE-2-04	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	ASISTENTE LEGAL	UE-2-05	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE OBRAS P.	UE-2-06	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENTE ACCESO M.	UE-2-07	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	PRACTICANTE	UE-2-08	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	PARAMETROS DE P.	UE-2-09	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	APOYO ADMINISTRATIVO	UE-2-10	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SUB GERENCIA ACCESO M.	UE-3-11	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	SALA REUNIONES	UE-2-12	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
	INSPECCION OCULAR	UE-2-13	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
	GERENTE DE AUTORIZACIONES	UE-2-14	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
1	SECTORISTA	UE-1-01	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	RECEPCION	UE-1-02	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-03	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-04	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	SALA INTERNA	UE-1-05	24000	2	300	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-06	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-07	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	SUM	UE-1-08	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-09	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	HALL	UE-1-10	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	SUM	UE-1-11	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	ATENCION UPS	UE-1-12	24000	2	800	400w/220V/1F/60Hz
1	ANALISTA	UE-1-13	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
SOTANO	OFICINA	UE-S-01	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
SOTANO	GESTION DOCUMENTARIA	UE-S-02	18000	1.5	600	400w/220V/1F/60Hz
SOTANO	OFICINA	UE-S-03	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz
SOTANO	OFICINA	UE-S-04	12000	1	400	400w/220V/1F/60Hz

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 1 DE 15
PLANO: TABLAS DE CAPACIDADES EQUIPOS	AA-03
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75

CUADRO DE CORTINAS DE AIRE				
EQUIPO	CAUDAL (m ³ /hr)	VELOCIDAD (m/s)	POTENCIA (W)	PESO (KG)
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26
CA-01	1,700	20	500	26

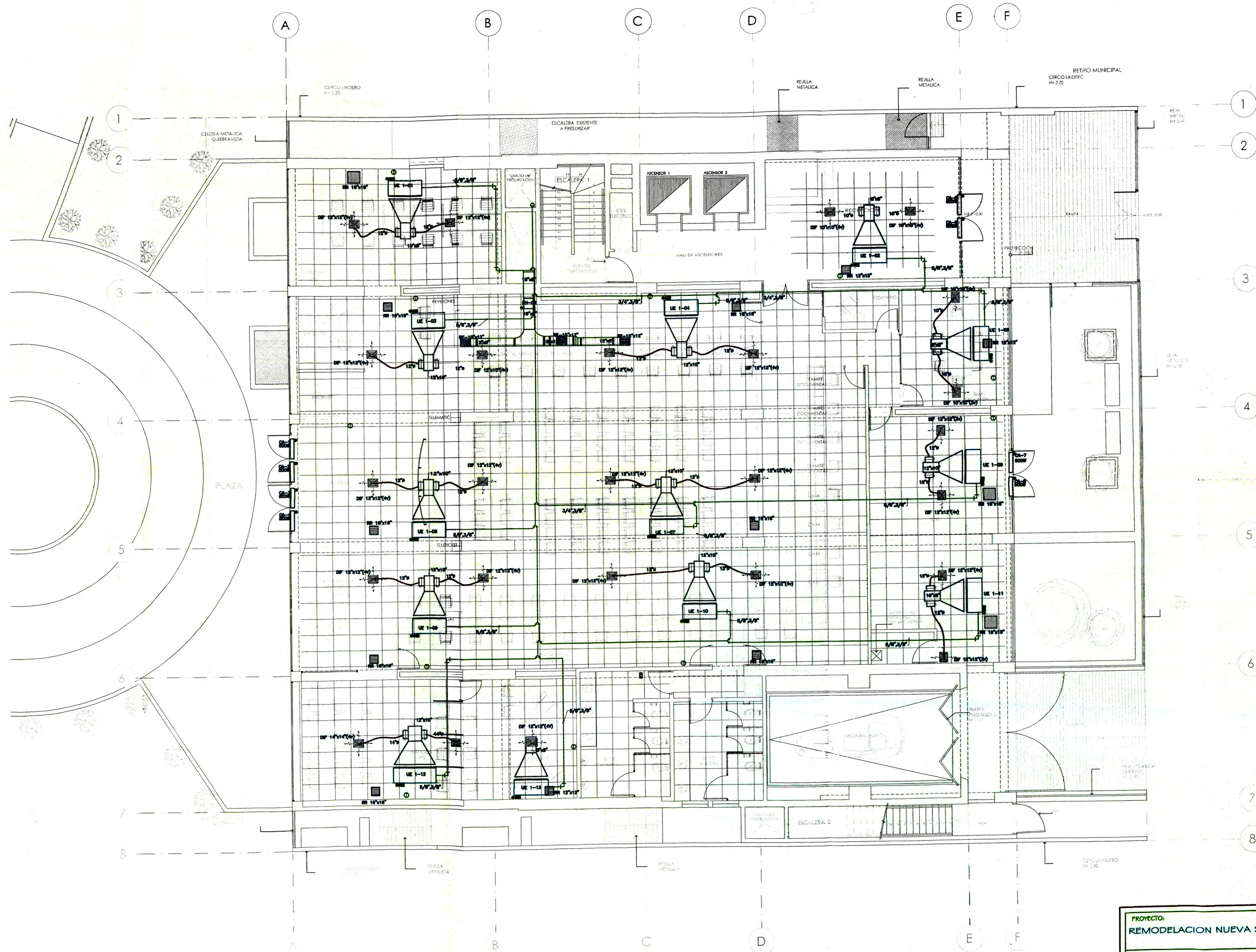
CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO					
UNIDADES CONDENSADORAS					
UBICACIÓN	EQUIPO	BTU/H	TON	REFRIGERANTE	ELECTRICIDAD
PLANTA TECHOS	UC-01	614,142	50	R-410A	60KW/220V/3F/60Hz
PLANTA TECHOS	UC-02	614,142	50	R-410A	60KW/220V/3F/60Hz
PLANTA TECHOS	UC-03	614,142	50	R-410A	60KW/220V/3F/60Hz
PLANTA TECHOS	UC-04	614,142	50	R-410A	35KW/220V/3F/60Hz

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 2 DE 15
PLANO: TABLA DE CAPACIDADES EQUIPOS	AA-04
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



PLANTA SOTANO

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 5 DE 15
PLANO: PLANTA SOTANO	AA-05
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



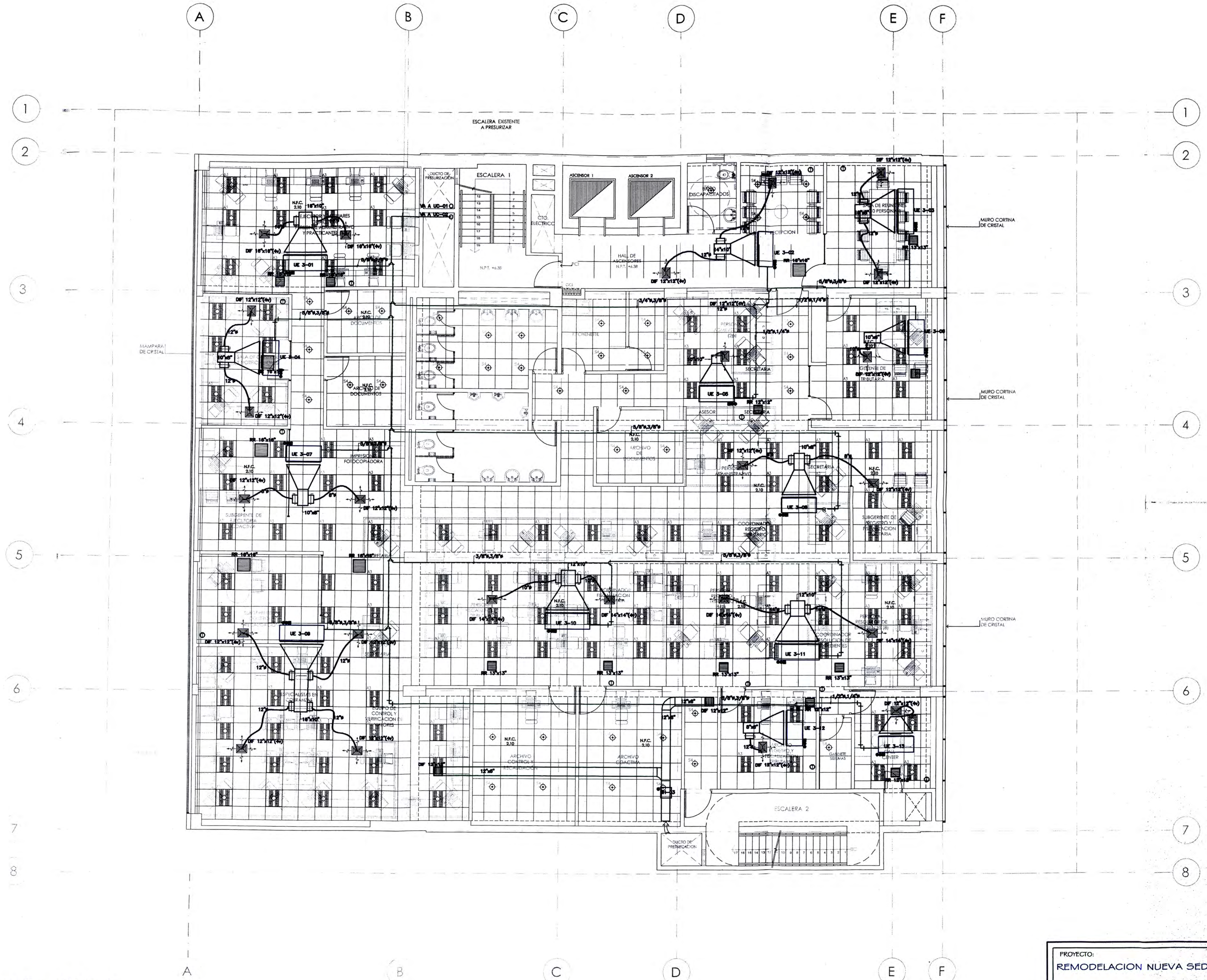
PLANTA PISO 1

PROYECTO:	REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 6 DE 15
PLANO:	PLANTA PISO 1	AA-06
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA:	ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



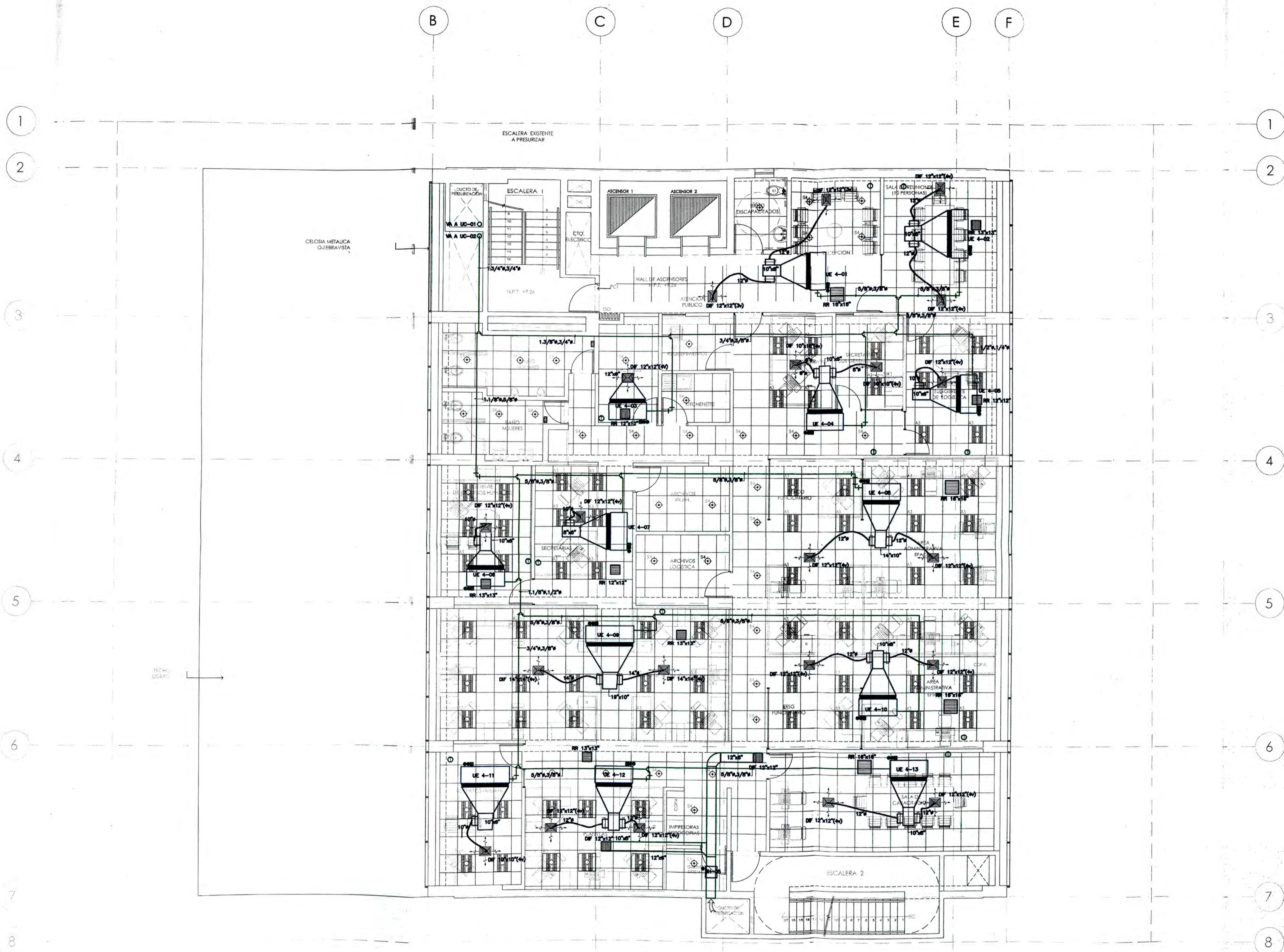
PLANTA PISO 2

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 7 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 2	AA-07
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



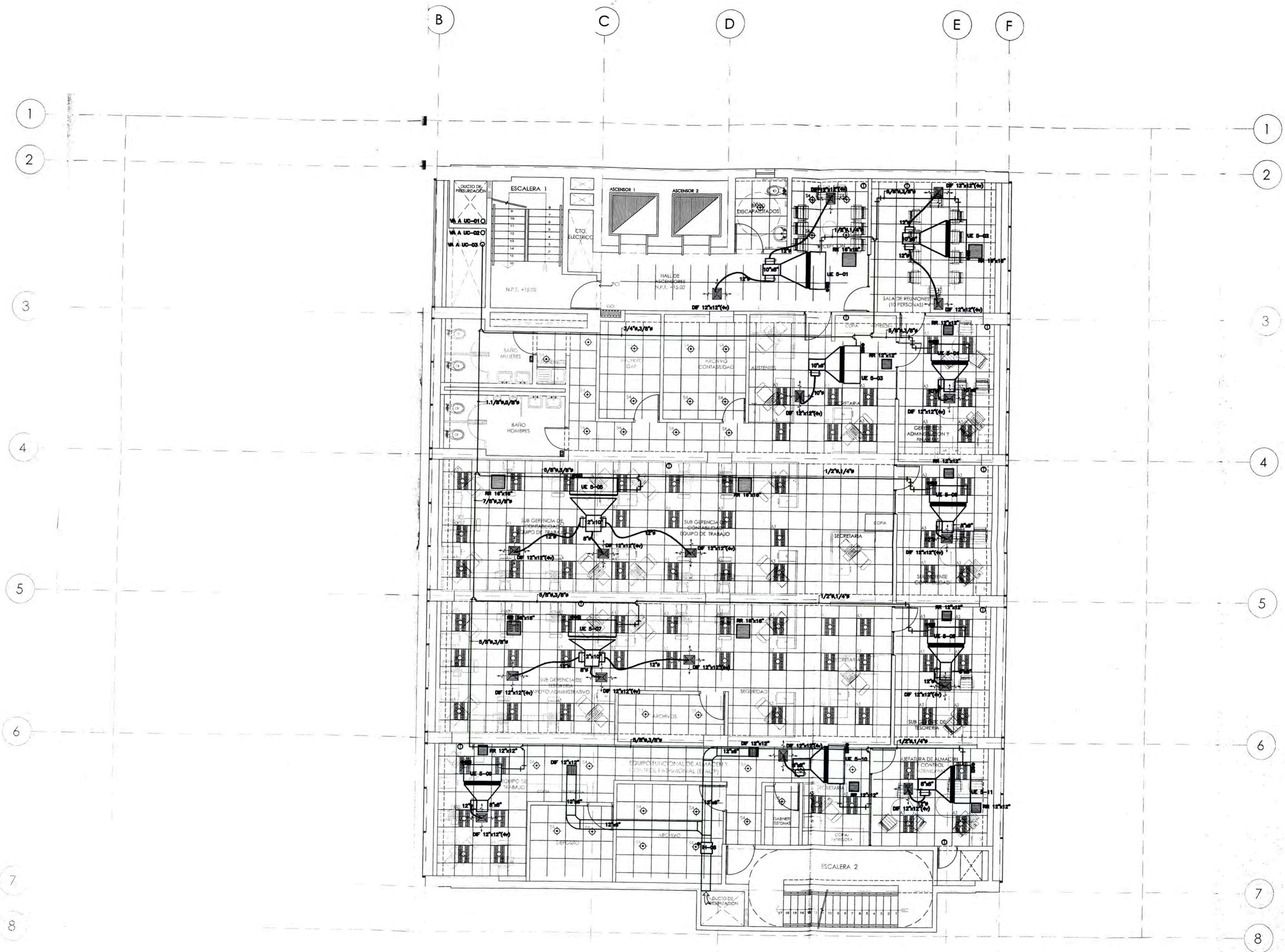
PLANTA PISO 3

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 8 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 3	AA-08
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



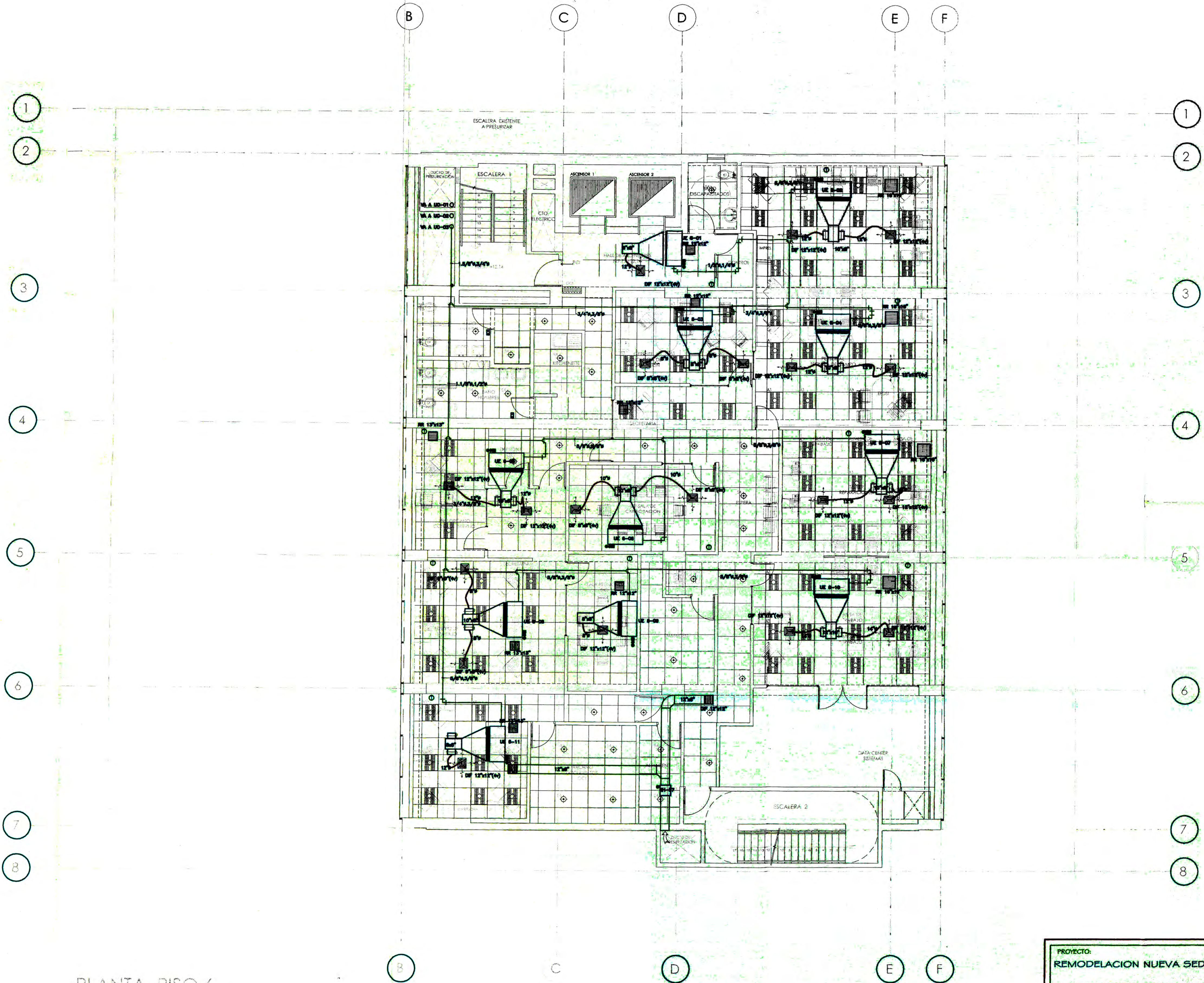
PLANTA PISO 4

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 9 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 4	AA-09
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



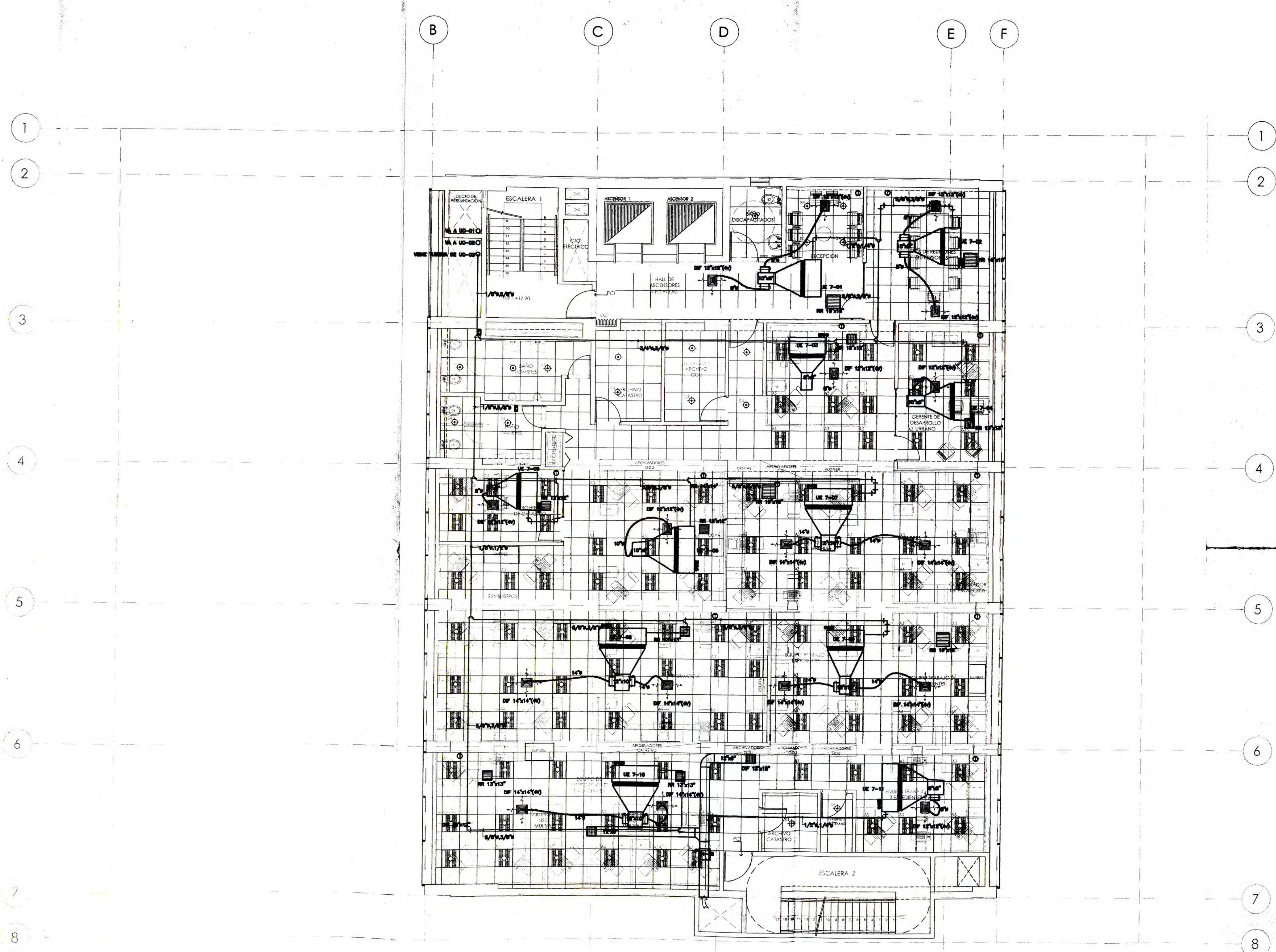
PLANTA PISO 5

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO		LAMINA 10 DE 15 AA-10
PLANO: PLANTA PISO 5		
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO		
FECHA: ABRIL 2010		ESCALA: 1/75



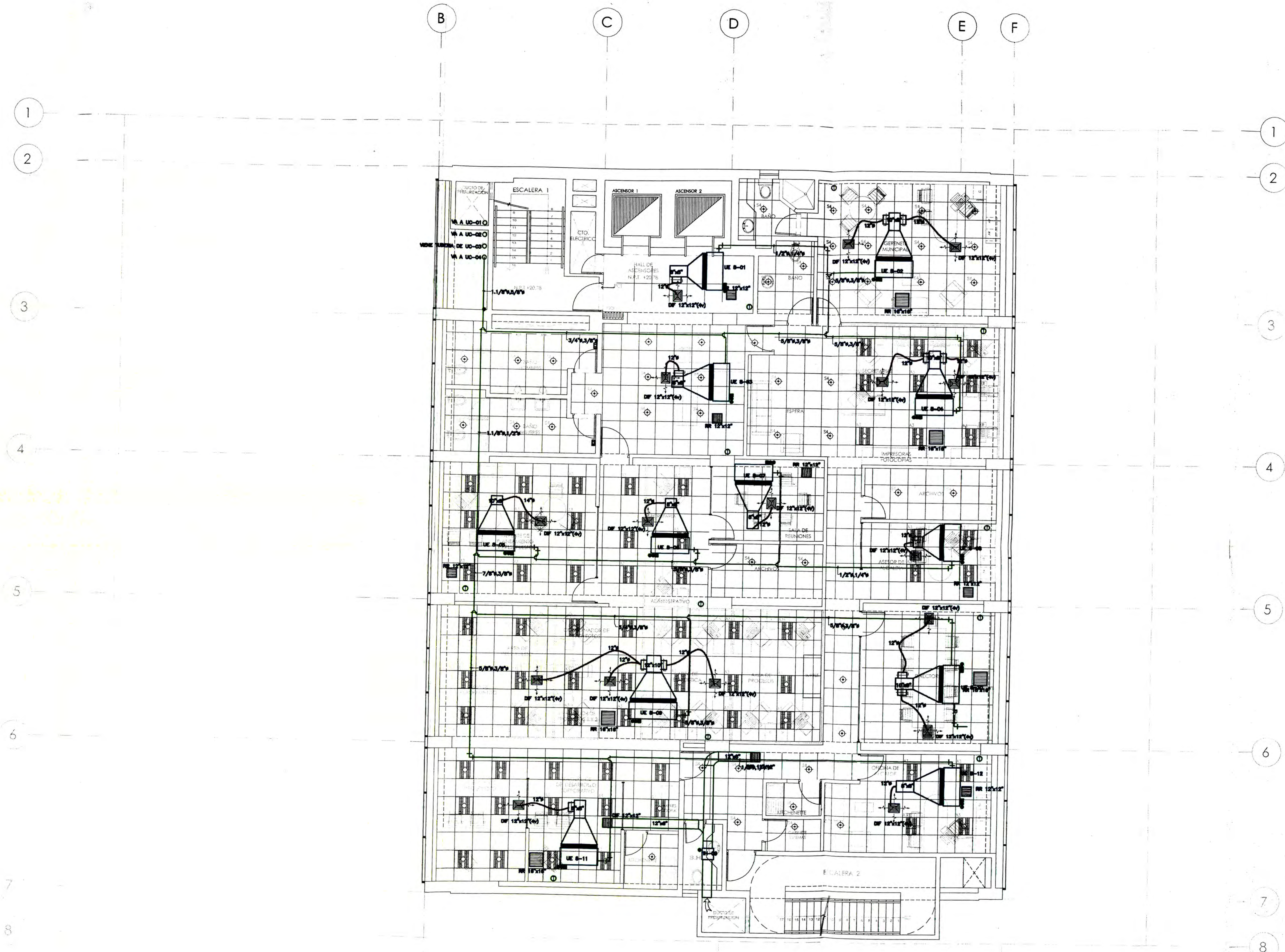
PLANTA PISO 6

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 11 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 6	AA-11
CUENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	ESCALA: 1/75
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



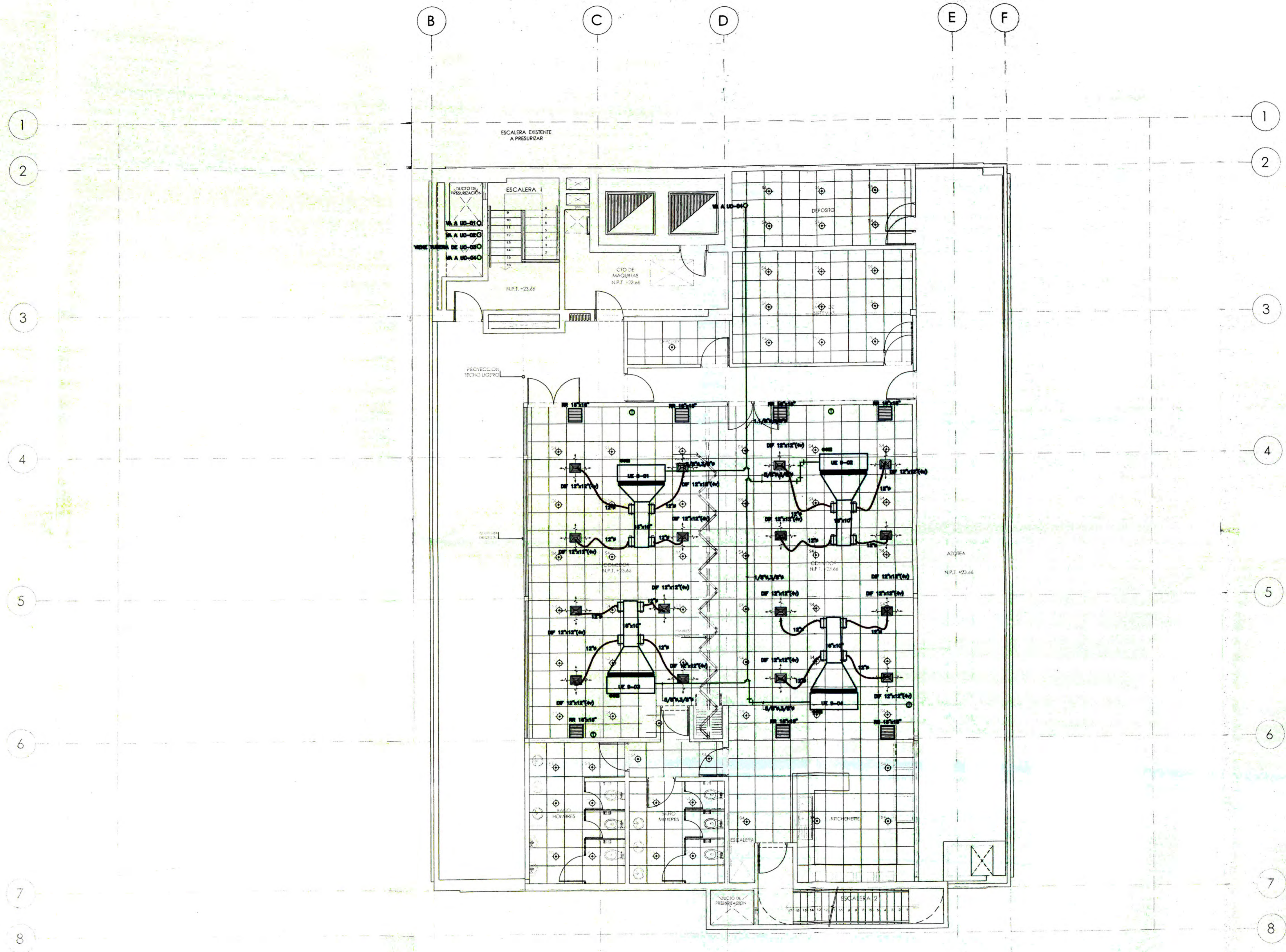
PLANTA PISO 7

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO		LAMINA 12 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 7		AA-12
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO		
FECHA: ABRIL 2010		ESCALA: 1/75



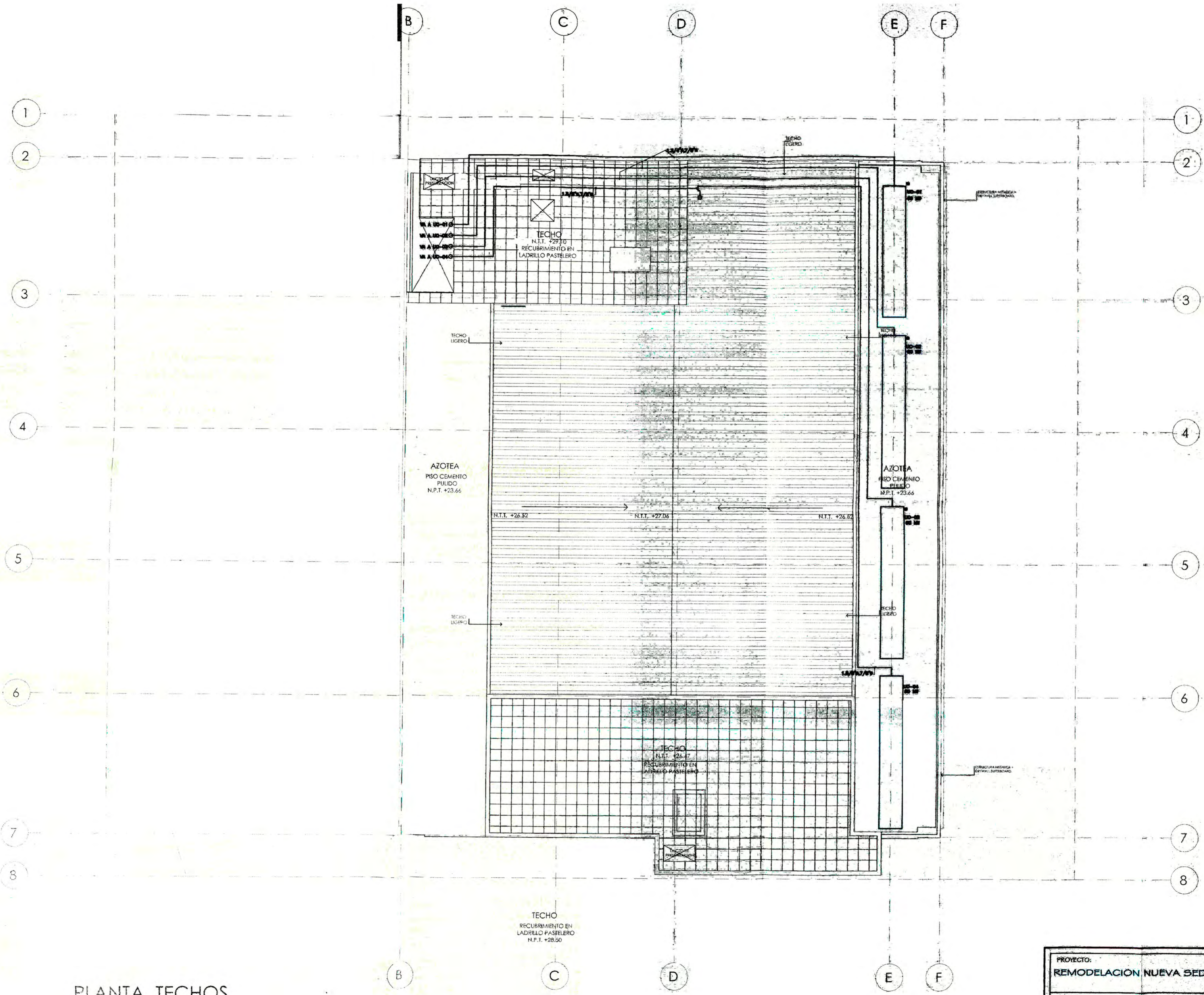
PLANTA PISO 8

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 13 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 8	AA-13
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75



PLANTA PISO 9

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO		LAMINA 14 DE 15
PLANO: PLANTA PISO 9		AA-14
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO		
PROFESIONAL:	FECHA: ABRIL 2010.	ESCALA: 1/75



PLANTA TECHOS
 ESCALA 1:75

PROYECTO: REMODELACION NUEVA SEDE MUNIC. DE SAN ISIDRO	LAMINA 15 DE 15
PLANO: PLANTA TECHOS	AA-15
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1/75

APÉNDICE

Anexo I

TABLA I. 1 NECESIDADES DE AIRE FRESCO SEGÚN EL USO DE LOS AMBIENTES I

TABLE 2
OUTDOOR AIR REQUIREMENTS FOR VENTILATION*
2.1 COMMERCIAL FACILITIES (offices, stores, shops, hotels, sports facilities)

Application	Estimated Maximum** Occupancy P/1000 ft ² or 100 m ²	Outdoor Air Requirements		Comments	
		cfm/ person	L/s. person		
Dry Cleaners, Laundries					
Commercial laundry	10	25	13	Dry-cleaning processes may require more air.	
Commercial dry cleaner	30	30	15		
Storage, pick up	30	35	18		
Coin-operated laundries	20	15	8		
Coin-operated dry cleaner	20	15	8		
Food and Beverage Service					
Dining rooms	70	20	10	Supplementary smoke-removal equipment may be required.	
Cafeteria, fast food	100	20	10		
Bars, cocktail lounges	100	30	15		
Kitchens (cooking)	20	15	8	Makeup air for hood exhaust may require more ventilating air. The sum of the outdoor air and transfer air of acceptable quality from adjacent spaces shall be sufficient to provide an exhaust rate of not less than 1.5 cfm/ft ² (7.5 L/s.m ²).	
Garages, Repair, Service Stations					
Enclosed parking garage			1.50	7.5	Distribution among people must consider worker location and concentration of running engines: stands where engines are run must incorporate systems for positive engines exhaust withdrawal. Contaminant sensors may be used to control ventilation.
Auto repair rooms			1.50	7.5	
Hotels, Motels, Resorts, Dormitories					
Bedrooms			cfm/room	L/s room	Independent of room size.
Living rooms			30	15	
Baths			30	15	Installed capacity for intermittent use.
Lobbies	30	15	8		
Conference rooms	50	20	10		
Assembly rooms	120	15	8		See also food and beverage services, merchandising, barber and beauty shops, garages.
Dormitory sleeping areas	20	15	8		
Gambling casinos	120	30	15		Supplementary smoke-removal equipment may be required.
Offices					
Office space	7	20	10		Some office equipment may require local exhaust.
Reception areas	60	15	8		
Telecommunication centers and data entry areas	60	20	10		
Conference rooms	50	20	10		
Public Spaces					
Corridors and utilities			cfm/ft ²	L/s.m ²	
Public restrooms, cfm/wc or cfm/urinal		50	25		Mechanical exhaust with no recirculation is recommended.
Locker and dressing rooms			0.5	2.5	
Smoking lounge	70	60	30		Normally supplied by transfer air. Local mechanical exhaust with no recirculation recommended.
Elevators			1.00	5.0	Normally supplied by transfer air.

* Table 2 prescribes supply rates of acceptable outdoor air required for acceptable indoor air quality. These values have been chosen to dilute human bioeffluents and other contaminants with an adequate margin of safety and to account for health variations among people and varied activity levels.

** Net occupiable space.

TABLA I. 2 NECESIDADES DE AIRE FRESCO SEGÚN EL USO DE LOS AMBIENTES II

TABLE 2
OUTDOOR AIR REQUIREMENTS FOR VENTILATION* (Continued)
2.1 COMMERCIAL FACILITIES (offices, stores, shops, hotels, sports facilities)

Application	Estimated Maximum** Occupancy P/1000 ft ² or 100 m ²	Outdoor Air Requirements				Comments
		cfm/ person	L/s- person	cfm/ft ²	L/s-m ²	
Retail Stores, Sales Floors, and Show Room Floors						
Basement and street	30			0.30	1.50	
Upper floors	20			0.20	1.00	
Storage rooms	15			0.15	0.75	
Dressing rooms				0.20	1.00	
Malls and arcades	20			0.20	1.00	
Shipping and receiving	10			0.15	0.75	
Warehouses	5			0.05	0.25	
Smoking lounge	70	60	30			Normally supplied by transfer air, local mechanical exhaust; exhaust with no recirculation recommended.
Specialty Shops						
Barber	25	15	8			
Beauty	25	25	13			
Reducing salons	20	15	8			
Florists	8	15	8			Ventilation to optimize plant growth may dictate requirements.
Clothiers, furniture				0.30	1.50	
Hardware, drugs, fabric	8	15	8			
Supermarkets	8	15	8			
Pet shops				1.00	5.00	
Sports and Amusement						
Spectator areas	150	15	8			When internal combustion engines are operated for maintenance of playing surfaces, increased ventilation rates may be required.
Game rooms	70	25	13			
Ice arenas (playing areas)				0.50	2.50	
Swimming pools (pool and deck area)				0.50	2.50	Higher values may be required for humidity control.
Playing floors (gymnasium)	30	20	10			
Ballrooms and discos	100	25	13			
Bowling alleys (seating areas)	70	25	13			
Theaters						
Ticket booths	60	20	10			Special ventilation will be needed to eliminate special stage effects (e.g. dry ice vapors, mists, etc.)
Lobbies	150	20	10			
Auditorium	150	15	8			
Stages, studios	70	15	8			
Transportation						
Waiting rooms	100	15	8			Ventilation within vehicles may require special considerations.
Platforms	100	15	8			
Vehicles	150	15	8			
Workrooms						
Meat processing	10	15	8			Spaces maintained at low temperatures (-10°F to +50°F, or -23°C to +10°C) are not covered by these requirements unless the occupancy is continuous. Ventilation from adjoining spaces is permissible. When the occupancy is intermittent, infiltration will normally exceed the ventilation requirement. (See Reference 17).

* Table 2 prescribes supply rates of acceptable outdoor air required for acceptable indoor air quality. These values have been chosen to dilute human bioeffluents and other contaminants with an adequate margin of safety and to account for health variations among people and varied activity levels.

** Net occupiable space.

TABLA I. 3 NECESIDADES DE AIRE FRESCO SEGÚN EL USO DE LOS AMBIENTE III

TABLE 2
OUTDOOR AIR REQUIREMENTS FOR VENTILATION* (Continued)
2.1 COMMERCIAL FACILITIES (offices, stores, shops, hotels, sports facilities)

Application	Estimated Maximum** Occupancy P/1000 ft ² or 100 m ²	Outdoor Air Requirements				Comments
		cfm/ person	L/s- person	cfm/ft ²	L/s-m ²	
Photo studios	10	15	8			
Darkrooms	10			0.50	2.50	
Pharmacy	20	15	8			
Bank vaults	5	15	8			
Duplicating, printing				0.50	2.50	Installed equipment must incorporate positive exhaust and control (as required) of undesirable contaminants (toxic or otherwise).

2.2 INSTITUTIONAL FACILITIES

Education						
Classroom	50	15	8			
Laboratories	30	20	10			Special contaminant control systems may be required for processes or functions including laboratory animal occupancy.
Training shop	30	20	10			
Music rooms	50	15	8			
Libraries	20	15	8			
Locker rooms				0.50	2.50	
Corridors				0.10	0.50	
Auditoriums	150	15	8			
Smoking lounges	70	60	30			Normally supplied by transfer air. Local mechanical exhaust with no recirculation recommended.
Hospitals, Nursing and Convalescent Homes						
Patient rooms	10	25	13			Special requirements or codes and pressure relationships may determine minimum ventilation rates and filter efficiency. Procedures generating contaminants may require higher rates.
Medical procedure	20	15	8			
Operating rooms	20	30	15			
Recovery and ICU	20	15	8			
Autopsy rooms				0.50	2.50	Air shall not be recirculated into other spaces.
Physical therapy	20	15	8			
Correctional Facilities						
Cells	20	20	10			
Dining halls	100	15	8			
Guard stations	40	15	8			

* Table 2 prescribes supply rates of acceptable outdoor air required for acceptable indoor air quality. These values have been chosen to dilute human bioeffluents and other contaminants with an adequate margin of safety and to account for health variations among people and varied activity levels.

** Net occupiable space.

TABLA I. 4 APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (WM2 DE ABERTURA)



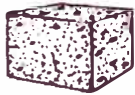

10° LATITUD SUR		HORA SOLAR												10° LATITUD NORTE			
Epoca	Orientacion	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientacion	Epoca	
22 de Diciembre	S	59	138	157	142	138	135	129	135	138	142	157	138	6	N	21 de Junio	
	SE	173	412	480	440	333	204	87	44	44	41	34	24	6	NE		
	E	169	421	487	437	307	129	44	44	44	41	34	24	6	E		
	NE	56	133	173	135	78	44	44	44	44	41	34	24	6	SE		
	N	6	24	34	41	44	44	44	44	44	41	34	24	6	SE		
	NO	6	24	24	41	44	44	44	44	78	135	173	153	56	SO		
	O	6	24	24	41	44	44	44	129	307	437	487	421	169	O		
	SO	6	24	24	41	44	56	87	204	333	440	480	412	173	NO		
Horizontal	12	138	336	522	645	732	764	732	645	522	336	138	12	Horizontal			
21 de Enero y 21 de noviembre	S	15	107	122	109	103	97	84	97	103	109	122	107	15	N	21 de mayo y 22 de julio	
	SE	131	399	465	418	342	175	68	44	44	41	34	22	2	NE		
	E	157	425	496	447	307	135	44	44	44	41	34	22	2	E		
	NE	81	295	208	175	100	44	44	44	44	41	34	22	2	SE		
	N	2	22	34	41	44	44	44	44	44	41	34	22	2	SE		
	NO	2	22	34	41	44	44	44	44	100	175	208	179	81	SO		
	O	2	22	34	41	44	44	44	135	307	447	496	422	157	O		
	SO	2	22	34	41	44	44	68	175	342	418	465	399	131	NO		
Horizontal	9	131	336	522	660	742	776	742	660	522	336	131	9	Horizontal			
20 de febrero y 23 de octubre	S	2	46	50	46	46	44	44	44	46	46	50	46	2	N	20 de abril y 24 de agosto	
	SE	53	355	408	349	252	107	44	44	41	34	22	2	NE			
	E	78	434	513	469	327	144	44	44	44	41	34	22	2	E		
	NE	56	248	295	267	188	85	44	44	44	41	34	22	2	SE		
	N	2	22	34	41	44	44	44	44	44	41	34	22	2	SE		
	NO	2	22	34	41	44	44	44	85	188	267	295	248	56	SO		
	O	2	22	34	41	44	44	44	144	327	469	513	434	78	O		
	SO	2	22	34	41	44	44	44	107	252	349	408	355	53	NO		
Horizontal	6	119	329	524	669	761	786	761	669	524	329	119	6	Horizontal			
22 de marzo y 22 de septiembre	S	2	19	34	41	44	44	44	44	44	41	34	19	2	N	22 de marzo y 22 de septiembre	
	SE	2	280	324	252	142	53	44	44	44	41	34	19	2	NE		
	E	2	408	515	474	333	147	44	44	44	41	34	19	2	E		
	NE	2	305	399	383	295	175	66	44	44	41	34	19	2	SE		
	N	2	19	41	59	75	85	87	85	75	59	41	19	2	SE		
	NO	2	19	34	41	44	44	66	175	295	383	399	305	2	SO		
	O	2	19	34	41	44	44	44	147	333	474	515	408	2	O		
	SO	2	19	34	41	44	44	44	53	142	252	324	280	2	NO		
Horizontal	2	97	305	502	651	739	776	739	651	502	305	97	2	Horizontal			
20 de abril y 24 de agosto	S	0	15	31	41	44	44	44	44	41	31	15	0	N	20 de febrero y 23 de octubre		
	SE	0	182	208	138	87	44	44	44	41	31	15	0	NE			
	E	0	371	487	456	314	125	44	44	44	41	31	15	0		E	
	NE	0	324	462	469	386	254	144	56	44	41	31	15	0		SE	
	N	0	56	125	173	204	223	230	223	204	173	125	56	0		SE	
	NO	0	15	31	41	44	44	56	144	254	386	469	462	324		0	SO
	O	0	15	31	41	44	44	44	125	314	456	487	371	0		O	
	SO	0	15	31	41	44	44	44	44	87	138	208	182	0		NO	
Horizontal	0	68	267	437	607	691	723	691	607	437	267	68	0	Horizontal			
21 de mayo y 22 de julio	S	0	12	28	37	41	44	44	44	41	37	28	12	0	N	21 de Enero y 21 de noviembre	
	SE	0	85	118	63	41	44	44	44	41	37	28	12	0	NE		
	E	0	311	449	415	292	122	44	44	41	37	28	12	0	E		
	NE	0	311	480	506	469	342	219	97	53	37	28	12	0	SE		
	N	0	109	204	285	302	327	333	327	302	285	204	109	0	SE		
	NO	0	12	28	37	53	97	219	342	459	506	480	346	0	SO		
	O	0	12	28	37	41	44	44	122	292	415	449	311	0	O		
	SO	0	12	28	37	41	44	44	44	41	53	116	85	0	NO		
Horizontal	0	53	195	412	550	635	660	635	550	412	195	53	0	Horizontal			
21 de Junio	S	0	12	28	37	41	44	44	44	41	37	28	12	0	N	22 de Diciembre	
	SE	0	46	87	53	41	44	44	44	41	37	28	12	0	NE		
	E	0	270	430	408	285	131	44	44	41	37	28	12	0	E		
	NE	0	311	484	513	469	380	248	113	72	37	28	12	0	SE		
	N	0	157	232	285	342	364	377	364	342	295	232	157	0	SE		
	NO	0	12	28	37	72	113	248	380	469	513	484	311	0	SO		
	O	0	12	28	37	41	44	44	131	285	408	430	270	0	O		
	SO	0	12	28	37	41	44	44	44	41	53	87	46	0	NO		
Horizontal	0	44	208	377	524	607	635	607	524	377	208	44	0	Horizontal			
COEFICIENTE DE CORRECCION	Marco Metalico x1/0,85 o 1,17	Limpidez 15 % max		Altitud +0,7 % por 300 m		Punto de rocío Superior a 18,5 °C -5 % por 4 °C		Punto de rocío Inferior a 19,5 °C -5 % por 14 °C		Latitud Sur Diciembre o Enero +7 %							

Los valores en negrita son Máximos mensuales

Los valores en negrita y recuadrados son Máximos anuales.

TABLA I. 5 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U (W/M²-C) PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	REVESTIMIENTO INTERIOR											
		Ninguna	Revoque de yeso (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre formo		Yeso 10 mm o entramado madera sobre formo		Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre formo			
				De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)		
LADRILLO MACIZO 	Paramento y ordinario	20 (425)	2,72	2,33	2,56	2,33	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,91	
		30 (600)	1,99	1,76	1,87	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,79	
		40 (846)	1,54	1,42	1,48	1,42	1,19	1,08	1,14	1,08	0,91	0,71	
	Ordinario solamente	20 (391)	2,33	2,05	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91	
		30 (586)	1,76	1,59	1,70	1,54	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	
		40 (781)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,08	1,02	1,02	1,02	0,91	0,69	
ADOQUINES 	20 (488)	3,80	3,12	3,57	3,01	2,21	1,93	1,99	1,81	1,48	1,02		
	30 (732)	3,12	2,66	2,95	2,62	1,93	1,76	1,76	1,65	1,36	0,91		
	40 (976)	2,66	2,33	2,56	2,27	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,91		
	60 (1466)	2,05	1,81	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,36	1,30	1,08	0,69	
ADOBE O LADRILLO	20 (127)	1,93	1,70	1,81	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,02	0,71		
	30 (195)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,14	1,02	1,02	1,02	0,91	0,71		
HORMIGÓN VERTIDO 	2250 Kg/m ³	15 (342)	4,26	3,12	3,92	3,29	2,33	2,05	2,11	1,93	1,54	1,02	
		20 (454)	3,80	2,78	3,57	3,01	2,21	1,93	1,99	1,81	1,43	0,91	
		25 (571)	3,47	2,50	3,23	2,78	2,05	1,81	1,87	1,76	1,42	0,91	
		30 (683)	3,12	2,27	2,95	2,56	1,93	1,76	1,76	1,65	1,36	0,91	
	1300 Kg/m ³	15 (195)	1,76	1,59	1,70	1,54	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,79	
		20 (259)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,08	1,02	1,02	1,02	0,91	0,69	
		25 (322)	1,19	1,08	1,14	1,08	0,97	0,91	0,85	0,79	0,79	0,69	
		30 (390)	1,02	0,97	0,97	0,85	0,85	0,79	0,79	0,79	0,79	0,69	
	500 Kg/m ³	15 (73)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,69	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	
		20 (97)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,51	0,51	0,51	0,51	0,57	0,40	
		25 (122)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,45	0,40	0,45	0,34	
		30 (146)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,34	0,34	0,34	
	AGLOMERADO HUECO 	Arena y gravilla	20 (210)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30
			30 (307)	2,95	2,50	2,72	2,44	1,87	1,65	1,70	1,59	1,30	1,02
		Escarrias	20 (180)	2,66	2,33	2,56	2,27	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,91
30 (259)			2,21	1,99	2,11	1,93	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,91	0,69
Ligero		20 (156)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,30	1,30	1,08	0,81	0,69
		30 (200)	1,99	1,81	1,93	1,76	1,48	1,30	1,36	1,24	1,08	0,81	0,69
ESCAYOLA SOBRE LADRILLO HUECO		20 (190)	1,81	1,65	1,76	1,59	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	0,69
		25 (216)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		30 (239)	2,05	1,81	1,93	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,81	0,69

Ecuaciones: Ganancias, W/m²K = (Área, m²) x Coeficiente K x (Diferencia equivalente de temperatura).



Pérdidas, W/m²K = (Área m²) x Coeficiente K x (Temperatura interior - Temperatura exterior).

♦ En el caso de que estos tipos de construcción sean completados por un aislamiento o una capa o lámina de aire véase tabla 1.1.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 6 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN U(W/M2) PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

CONSTITUCIÓN DEL PARAMENTO	CONSTITUCIÓN DEL MURO	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	REVESTIMIENTO INTERIOR									
			Ninguno	Yeso (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre forro		Yeso 10 mm o entramado madero sobre forro		Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro	
					De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)
 Ladrillo de paramento 10 cm (215) o Adoquín 10 cm (250) o Paneles prefabricados (hormigón o arena) 10 y 15 cm (190) y (290)	Aglomerado (escorias) (Ligero) (Arena y grava)	10 (97)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		20 (180)	1,87	1,70	1,81	1,65	1,36	1,24	1,30	1,19	1,02	0,79
		30 (258)	1,76	1,65	1,70	1,59	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,73
		10 (83)	1,99	1,81	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85
		20 (156)	1,70	1,59	1,65	1,54	1,30	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
		30 (209)	1,59	1,48	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		10 (112)	2,78	2,50	2,62	2,33	1,81	1,65	1,65	1,54	1,24	0,97
		20 (209)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		30 (307)	2,15	1,99	2,11	1,87	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85
	Ladrillo hueco	10 (78)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		20 (146)	1,76	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		30 (195)	1,48	1,42	1,42	1,36	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73
	Hormigón (ligero) 1300 kg/m ³	10 (126)	1,99	1,76	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85
		15 (195)	1,54	1,42	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,91	0,73
		20 (263)	1,24	1,19	1,24	1,19	1,02	0,97	0,97	0,91	0,79	0,69
	(Arena y grava)	10 (229)	3,41	3,01	3,18	2,78	2,05	1,81	1,87	1,76	1,42	1,02
		15 (341)	3,12	2,78	2,95	2,56	1,93	1,76	1,81	1,65	1,36	0,97
		20 (463)	2,90	2,56	2,72	2,38	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97
Ladrillo ordinario	10 (195)	2,78	2,38	2,62	2,33	1,81	1,65	1,65	1,54	1,24	0,91	
	20 (390)	1,99	1,76	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85	
 Ladrillo ordinario 10 cm (200) o Paneles prefabricados (hormigón o arena) 20 y 25 cm (390) (490) o Aglomerado 10 cm (115) (arena) o Adoquín 20 cm (500)	Aglomerado (escorias) (Ligero) (Arena y grava)	10 (97)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		20 (180)	1,65	1,59	1,65	1,48	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
		30 (258)	1,59	1,48	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		10 (83)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		20 (156)	1,54	1,48	1,48	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		30 (209)	1,42	1,36	1,42	1,30	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73
		10 (112)	2,38	2,15	2,27	2,05	1,65	1,48	1,54	1,42	1,19	0,91
		20 (209)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		30 (307)	1,93	1,81	1,87	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85
	Ladrillo hueco	10 (78)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		20 (146)	1,59	1,54	1,59	1,48	1,24	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		30 (195)	1,36	1,30	1,30	1,24	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69
	Hormigón ligero 1300 kg/m ³	10 (126)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		15 (195)	1,42	1,30	1,42	1,30	1,14	1,02	1,08	1,02	0,85	0,73
		20 (263)	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,91	0,91	0,91	0,79	0,63
	(Arena y grava)	10 (112)	2,84	2,56	2,72	2,38	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97
		15 (209)	2,66	2,38	2,50	2,21	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,97
		20 (307)	2,44	2,27	2,33	2,11	1,65	1,54	1,59	1,48	1,19	0,91
Ladrillo ordinario	10 (195)	2,38	2,11	2,27	2,05	1,65	1,48	1,54	1,48	1,19	0,91	
	20 (390)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	

Ecuaciones: Ganancias, W/m²K = (Área. m²) x Coeficiente K x (Diferencia equivalente de temperatura).

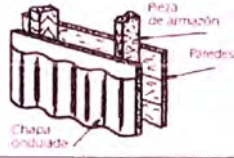
Pérdidas, W/m²K = (Área. m²) x Coeficiente K x (Temperatura interior - Temperatura exterior).

* En el caso de que estos tipos de construcción estén complementados por un aislamiento o una capa de aire véase tabla 14.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 7 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U(W/M2) PARA MUROS DE CONSTRUCCIÓN LIGERA, TIPO INDUSTRIAL

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento



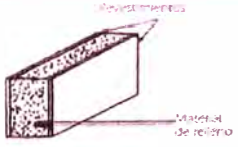
REVESTIMIENTO EXTERIOR	PAREDES	PESOS (kg/m ²)	REVESTIMIENTO INTERIOR				
			Ninguno	Chapa 5	Panel aislante		Madera
					12 mm (10)	20 mm (15)	20 mm (10)
Fibracemento ondulado	Ninguna Panel aislante 12 mm Panel aislante 20 mm	(5) (10) (10)	6,58 1,93 1,54	3,12 1,48 1,19	1,81 1,08 0,97	147,71 0,97 0,85	2,05 1,19 1,02
Chapa ondulada 5/10	Ninguna Panel aislante 12 mm Panel aislante 20 mm Madera 20 mm	(5) (10) (10) (15)	7,94 2,05 1,59 2,62	3,41 1,54 1,24 1,87	1,90 1,14 0,97 1,24	1,54 0,97 0,85 1,08	2,15 1,19 1,02 1,36
Planchas 20 mm	Ninguna	(10)	3,29	2,11	1,42	1,19	1,54

Ecuaciones: Ganancias, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Diferencia equivalente de temperatura})$
 Pérdidas, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Temperatura interior} - \text{Temperatura exterior})$

- En el caso de que estos w de construcción sean completados por un aislamiento o una capa de aire.
 - Estos valores se aplican en el caso en que los intersticios entre los paneles o en la unión con el suelo y el techo estén calafateados. En caso contrario aumentar K en el 10%.
- Estos valores se pueden utilizar en los techos en invierno (flujo de calor de abajo arriba); para el verano (flujo de calor de arriba abajo), multiplicarlos por 0.8.

Tabla 7 - COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K MUROS DE CONSTRUCCIÓN LIGERA, TIPO CORTINA* VERANO - INVIERNO W/m² K

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento



MATERIAL AISLANTE DE RELLENO	PESO ESPECÍFICO (kg/m ³)	REVESTIMIENTO METÁLICO (15)				REVESTIMIENTO METÁLICO CON LANA DE VIDRIO DE 6 mm (15)			
		Espesor del relleno (mm)				Espesor del relleno (mm)			
		25	50	75	100	25	50	75	100
Fibra de vidrio, madera, algodón	48	1,19	0,69	0,45	0,34	1,08	0,63	0,45	0,34
Papel nido de abeja	80	2,21	1,30	0,97	0,73	1,81	1,14	0,85	0,69
Papel nido de abeja con relleno de perlita, lana de vidrio	144	1,65	0,97	0,69	0,51	1,42	0,85	0,63	0,51
Panel de fibra	240	2,05	1,19	0,85	0,69	1,65	1,08	0,79	0,63
Heraclite	352	1,76	1,02	0,73	0,57	1,42	0,91	0,69	0,51
Vermiculita extendida	112	1,93	1,14	0,79	0,63	1,59	1,02	0,73	0,57
Cemento de vermiculite	320	2,50	1,54	1,08	0,95	1,99	1,30	1,02	0,79
o perlite	480	2,90	1,81	1,36	1,08	2,21	1,54	1,19	0,97
	640	3,29	2,15	1,65	1,30	2,44	1,76	1,42	1,14
	960	3,92	2,78	2,15	1,76	2,78	2,15	1,76	1,48

Ecuaciones: Ganancias, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Diferencia equivalente de temperatura})$
 Pérdidas, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Temperatura interior} - \text{Temperatura exterior})$

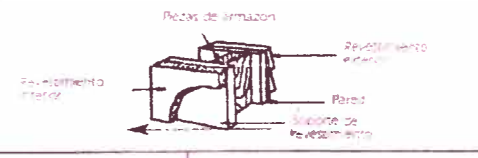
- * En el caso en que estos tipos de construcción estén completados por un aislamiento o una capa de aire véase tabla 11

* Peso total por m² = $\frac{\text{Peso específico} \times \text{Espesor de relleno AC}}{1000} + 15 \text{ kg/m}^2$

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 8 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN U (W/M2) PARA MUROS Y TABIQUES DE DOBLE PARED

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

		REVESTIMIENTO INTERIOR								
		Ninguno	Panel de madera 20 mm (10)	Revoque de yeso 10 mm (10)	Entramado metálico		Enlucido 10 mm O o entramado madera sobre forro		Panel aislante con o sin enlucido	
					Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 20 mm (10)	Panel de 25 mm (20)
REVESTIMIENTO INTERIOR	PARED									
Estribo 25 mm (50) o fibrocemento (5) o enlucido asfáltico (10)	Ninguna, papel de construcción	5,16	1,87	2,38	2,56	2,21	2,27	2,11	1,65	1,14
	Contraplacado 8 mm (5) o yeso 12 mm (10)	3,86	1,70	2,11	2,27	1,99	2,05	1,87	1,43	1,06
	Madera 20 mm y papel de const. (10)	2,72	1,42	1,70	1,76	1,59	1,55	1,54	1,24	0,97
	Panel aislante 12 mm (10)	2,39	1,30	1,54	1,65	1,48	1,54	1,42	1,19	0,91
	Panel aislante 20 mm (15)	1,81	1,14	1,30	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
Tablilla de paramento 10 cm (215) o contraplacado 10 mm (5) o enlucido de asfalto (10)	Ninguna, papel de construcción	4,14	1,70	2,11	2,27	1,99	2,05	1,87	1,43	1,08
	Contraplacado 8 mm (5) o yeso 12 mm (10)	3,23	1,59	1,87	2,05	1,81	1,81	1,70	1,36	1,02
	Madera 20 mm y papel de const. (10)	2,38	1,30	1,54	1,65	1,48	1,54	1,42	1,19	0,91
	Panel aislante 12 mm (10)	2,15	1,24	1,42	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85
	Panel aislante 20 mm (15)	1,70	1,08	1,19	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
Planchas (5) o tablillas de cubierta (10) o paneles de madera 20 mm (15)	Ninguna, papel de construcción	3,23	1,54	1,87	1,99	1,76	1,81	1,70	1,36	1,02
	Contraplacado 8 mm (5) o yeso 12 mm (10)	2,72	1,42	1,70	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,97
	Madera 20 mm y papel de const. (10)	2,05	1,24	1,42	1,48	1,36	1,36	1,30	1,03	0,85
	Panel aislante 12 mm (10)	1,87	1,14	1,30	1,36	1,24	1,30	1,24	1,02	0,79
	Panel aislante 20 mm (15)	1,54	1,02	1,14	1,19	1,08	1,08	1,08	0,91	0,73
Tablillas de cubierta sobre 20 mm de soporte aislante (15) o revestimiento aislado con asfalto (20)	Ninguna, papel de construcción	2,44	1,36	1,59	1,65	1,54	1,54	1,42	1,19	0,91
	Contraplacado 8 mm (5) o yeso 12 mm (10)	2,15	1,24	1,42	1,54	1,36	1,42	1,30	1,08	0,85
	Madera 20 mm y papel de const. (10)	1,70	1,08	1,24	1,30	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
	Panel aislante 12 mm (10)	1,59	1,02	1,14	1,19	1,14	1,14	1,08	0,91	0,73
	Panel aislante 20 mm (15)	1,30	0,91	1,02	1,02	0,97	1,02	0,97	0,55	0,69
Tabique sencillo (enlucido en una cara)		0,00	2,44	3,41	3,80	3,12	3,23	2,84	2,05	1,30
Tabique doble pared (enlucido en las dos caras)		0,00	1,36	1,93	2,21	1,76	1,81	1,59	1,08	0,69

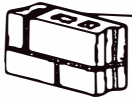
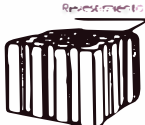

Ecuaciones: Muros - Ganancias, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Diferencia equivalente de temperatura})$
 Pérdidas, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Temperatura interior} - \text{Temperatura exterior})$
 Tabique adyacente a un local no acondicionado - Ganancias o pérdidas, $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times \text{Coeficiente K} \times (\text{Temperatura exterior} - \text{Temperatura interior} - 3^\circ\text{C})$
 Tabique adyacente a una cocina o a una sala de calderas - Ganancias $W/m^2K = (\text{Área, m}^2) \times K \times (\text{Diferencia real de temperatura})$ o bien $= (\text{Área, m}^2) \times k \times (\text{Temperatura exterior} - \text{Temperatura interior} + 8 \text{ a } 14^\circ\text{C})$.

* En el caso en que estos tipos de construcción estén complementados por un aislamiento o una capa de aire véase tabla 14

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 9 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN U(W/M2) PARA TABIQUES DE ALBAÑILERÍA

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

PARED	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	Ningún revestimiento	Caras con revestimiento	REVESTIMIENTO										
				Enlucido 15 mm			Entramado metálico enlucido sobre forro		Yeso 12 mm o primado madera enlucido sobre forro		Panel aislante solo o enlucido sobre forro			
				Revoque de yeso 10 mm	Enlucido de arena (30)	Enlucido ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)		
AGLOMERADO HUECO 	Escorias	7,5 (83)	2,2	Una Das	2,21 1,99	2,44 2,33	2,15 1,87	1,70 1,30	1,54 1,14	1,59 1,14	1,48 1,02	1,19 0,79	0,91 0,57	
		10 (98)	1,95	Una Das	2,05 1,81	2,21 2,11	1,99 1,76	1,59 1,19	1,48 1,08	1,48 1,08	1,42 1,02	1,14 0,73	0,85 0,63	
		20 (181)	1,56	Una Das	1,65 1,54	1,76 1,70	1,65 1,48	1,36 1,08	1,24 0,97	1,24 0,97	1,19 0,91	0,45 0,69	0,79 0,51	
		30 (259)	1,51	Una Das	1,59 1,48	1,70 1,65	1,54 1,42	1,30 1,02	1,19 0,91	1,24 0,97	1,19 0,85	0,97 0,69	0,79 0,51	
	Ligero	75 (73)	1,85	Una Das	1,93 1,76	2,05 1,99	1,87 1,70	1,54 1,19	1,42 1,02	1,42 1,08	1,36 0,97	1,14 0,73	0,85 0,51	
		10 (83)	1,71	Una Das	1,74 1,65	1,93 1,81	1,76 1,54	1,42 1,14	1,30 0,97	1,36 0,97	1,24 0,91	1,08 0,73	0,85 0,51	
		20 (156)	1,46	Una Das	1,54 1,42	1,65 1,59	1,54 1,36	1,24 1,02	1,19 0,91	1,19 0,91	1,14 0,85	0,97 0,69	0,79 0,51	
		30 (210)	1,37	Una Das	1,42 1,30	1,54 1,48	1,42 1,30	1,19 0,97	1,14 0,85	1,14 0,91	1,08 0,85	0,91 0,69	0,73 0,45	
	Arena y grava	20 (210)	1,95	Una Das	2,05 1,81	2,21 2,11	1,99 1,76	1,59 1,19	1,48 1,08	1,48 1,08	1,42 1,02	1,14 0,73	0,85 0,63	
		30 (308)	1,85	Una Das	1,93 1,70	2,05 1,99	1,87 1,65	1,54 1,19	1,42 1,02	1,42 1,08	1,36 0,97	1,08 0,73	0,85 0,51	
	LADRILLO HUECO 		7,5 (73)	2,25	Una Das	2,27 2,05	2,50 2,38	2,21 1,93	1,76 1,30	1,59 1,14	1,59 1,14	1,54 1,08	1,24 0,79	0,91 0,57
			10 (78)	1,95	Una Das	2,05 1,81	2,21 2,11	1,99 1,76	1,59 1,19	1,48 1,08	1,48 1,08	1,42 1,02	1,14 0,73	0,85 0,63
15 (122)			1,71	Una Das	1,76 1,59	1,87 1,81	1,76 1,54	1,42 1,14	1,30 0,97	1,30 1,02	1,24 0,91	1,08 0,73	0,85 0,51	
20 (146)			1,51	Una Das	1,59 1,48	1,70 1,65	1,59 1,42	1,30 1,02	1,24 0,91	1,24 0,97	1,19 0,91	1,02 0,69	0,79 0,51	
BALDOSA DE YESO CON ALVÉOLOS		7,5 (44)	1,81	Una Das	1,87 1,70	1,99 1,93	1,81 1,65	1,48 1,14	1,36 1,02	1,36 1,02	1,30 0,73	1,08 0,73	0,85 0,51	
		10 (63)	1,61	Una Das	1,70 1,54	1,81 1,76	1,65 1,48	1,36 1,08	1,24 0,97	1,30 0,97	1,24 0,91	1,02 0,69	0,79 0,51	
BALDOSA DE YESO MACIZA 		3,5						3,47 (63)	3,47 (29)					
		5						3,29 (88)	2,15 (39)					
		6,5							3,12 (104)	1,93 (44)				

Ecuaciones : Tabique adyacente a un local no acondicionado - Ganancias o pérdidas, W/m²K = (Área, m²) x Coeficiente K * (Temperatura exterior - Temperatura interior - 3 °C).







Tabique adyacente a una cocina o a una sala de calderas - Ganancias W/m²K = (Área, m²) x K x (Diferencia real de temperatura) o bien = (Área, m²) x K x (Temperatura exterior - Temperatura interior + 8 a 14 °C).

* En el caso en que estos tipos de construcción estén complementados por un aislante o una capa de aire véase tabla 14.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

Tabla I. 10 Coeficiente de transmisión U (W/m2) para terrazas

Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m². El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes

NATURALEZA DEL PISO O PAVIMENTO	ESPESOR DEL TECHO (cm) y peso (kg/m ²)	TECHO **	AISLANTE ENCIMA DEL PAVIMENTO (m.m)						
			Ninguno	13 (5)	25 (5)	38 (10)	50 (15)	63 (15)	75 (20)
 <p>Chapa</p>	2,5 (24)	Con o sin enlucido (30)	3,80	1,99	1,30	1,02	0,85	0,69	0,57
		Suspendido (ordinario) (25)	1,81	1,24	0,97	0,79	0,69	0,57	0,51
		Suspend. (losas acústicas) (10)	1,30	1,02	0,79	0,69	0,63	0,51	0,45
 <p>Panels prefabricados clase heráclita</p>	5 (19)	Con o sin enlucido (30)	1,14	0,91	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45
		Suspendido (ordinario) (25)	0,85	0,69	0,63	0,51	0,45	0,45	0,40
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,73	0,57	0,51	0,45	0,45	0,40	0,34
	7,5 (34)	Con o sin enlucido (30)	0,79	0,53	0,57	0,51	0,45	0,45	0,40
		Suspendido (ordinario) (25)	0,69	0,57	0,51	0,40	0,40	0,34	0,28
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,57	0,51	0,45	0,40	0,40	0,34	0,28
 <p>Hormigón (arena y grava)</p>	10 (229)	Con o sin enlucido (30)	2,90	1,70	1,19	0,91	0,79	0,69	0,57
	15 (341)	Suspendido (ordinario) (25)	1,59	1,14	0,91	0,73	0,69	0,57	0,51
	20 (454)	Suspend. (losas acústicas) (10)	1,19	0,91	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45
 <p>(ligero sobre revoque de yeso)</p>	5 (43)	Con o sin enlucido (30)	1,54	1,14	0,85	0,73	0,63	0,57	0,45
		Suspendido (ordinario) (25)	1,02	0,79	0,69	0,57	0,51	0,51	0,45
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,85	0,69	0,63	0,51	0,45	0,45	0,40
	7,5 (63)	Con o sin enlucido (30)	1,19	0,91	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45
		Suspendido (ordinario) (25)	0,85	0,69	0,63	0,51	0,45	0,45	0,40
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,73	0,63	0,57	0,45	0,45	0,40	0,34
	10 (78)	Con o sin enlucido (30)	0,97	0,79	0,63	0,57	0,51	0,45	0,40
		Suspendido (ordinario) (25)	0,73	0,63	0,57	0,45	0,45	0,40	0,34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,69	0,57	0,51	0,40	0,40	0,34	0,28
 <p>Losa de yeso sobre panel de yeso</p>	5 (53)	Con o sin enlucido (30)	1,81	1,24	0,97	0,79	0,69	0,57	0,51
		Suspendido (ordinario) (25)	1,19	0,97	0,73	0,63	0,57	0,51	1,62
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,97	0,73	0,69	0,57	0,51	0,45	0,40
	7,5 (73)	Con o sin enlucido (30)	1,54	1,08	0,85	0,73	0,63	0,57	0,51
		Suspendido (ordinario) (25)	1,08	0,85	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,85	0,69	0,63	0,51	0,45	0,45	0,40
10 (92)	Con o sin enlucido (30)	1,30	0,97	0,79	0,69	0,57	0,51	0,51	
	Suspendido (ordinario) (25)	0,97	0,73	0,69	0,57	0,51	0,45	0,40	
	Suspend. (losas acústicas) (10)	0,79	0,69	0,63	0,51	0,45	0,45	0,40	
 <p>Madera</p>	2,5 (14)	Con o sin enlucido (30)	2,27	1,48	1,08	0,85	0,73	0,63	0,51
		Suspendido (ordinario) (25)	1,36	1,02	0,79	0,69	0,63	0,51	0,45
		Suspend. (losas acústicas) (10)	1,08	0,85	0,73	0,63	0,57	0,45	0,40
	5 (24)	Con o sin enlucido (30)	1,59	1,14	0,91	0,73	0,63	0,57	0,45
		Suspendido (ordinario) (25)	1,08	0,85	0,73	0,63	0,57	0,51	0,40
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,91	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45	0,40
	7,5 (39)	Con o sin enlucido (30)	1,19	0,91	0,73	0,63	0,57	0,51	0,45
		Suspendido (ordinario) (25)	0,91	0,73	0,63	0,51	0,51	0,45	0,40
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0,73	0,63	0,51	0,51	0,45	0,40	0,34

Ecuaciones : Verano - Flujo descendente - Ganancias W/m²K = (Área, m²) x K x (Diferencia equivalente de temperatura)
 Invierno - Flujo ascendente - Pérdidas W/m²K = (Área, m²) x 1,1 K x (Temperatura exterior - Temperatura interior)

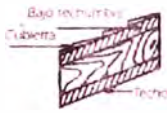
* En el caso en que exista una capa de aire o un aislamiento suplementario véase tabla 14.

** Para panel aislante de 12 mm suspendido, simple (3) o con enlucido de arena de 12 mm (25), tomar los valores de las losas acústicas.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 11 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U (W/M2) PARA TECHUMBRES

Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m². El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes

		TECHO (CIELO RASO)										
		Sin techo	Paneles madera 20 mm (10)	Panel yeso 10 mm (10)	Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera e lúcido		Panel aislante con o sin enlucido de arena		Lasas acústicas sobre forros o yeso 12 mm.	
					Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 20 mm (25)	Enlucido ligero 20 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (10)	Lasas de 12 mm (10)	Lasa de 20 mm (15)
CUBIERTA	BAJO TECHUMBRE											
Lasas de asfalto (10)	Papel sobre contra-placado 8 mm (10)	2,90	1,54	1,70	1,81	1,65	1,65	1,59	1,24	0,97	1,30	1,19
	Papel bajo techumbre madera 20 mm (15)	1,70	1,30	1,48	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,91	1,19	1,08
Tejas planas o placas de fibra-cemento (15) o enlucido de asfalto (5)	Papel sobre contra-placado 8 mm (10)	3,35	1,59	1,93	2,11	1,87	1,87	1,76	1,42	1,02	1,42	1,24
	Papel en subtejado madera 20 mm (15)	2,56	1,42	1,65	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,97	1,24	1,14
Tejas planas (40), tejas ordinarias (56) o chapas metal (5)	Papel sobre contra-placado 8 mm (10)	3,63	1,65	2,05	2,15	1,93	1,99	2,66	1,48	1,08	1,48	1,30
	Papel sobre subtejado madera 20 mm (15)	2,72	1,42	1,65	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,97	1,30	1,14
Planchas de madera (10)	Papel sobre cubiertas (5)	3,01	1,48	1,76	1,87	1,70	1,70	1,59	1,30	0,97	1,36	1,19
	Papel sobre contra-placado 8 mm (10)	2,33	1,30	1,54	1,65	1,48	1,54	1,42	1,19	0,91	1,19	1,08
	Papel sobre subtejado madera 20 mm (15)	1,93	1,19	1,36	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85	1,08	0,97

Ecuaciones : Verano (Flujo descendente)

Ganancias W/m²K = (Área proyección horizontal, m²) x K x (Diferencia equivalente de temperatura)

Invierno (Flujo ascendente)

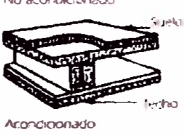
Pérdidas W/m²K = (Área proyección horizontal, m²) x 1,1 K x (Temperatura exterior – Temperatura interior)

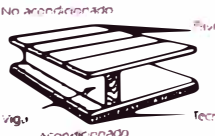
* En el caso en que exista una capa de aire o un aislamiento suplementario véase tabla 14.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 12 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U (W/M²-K) PARA TECHOS Y PAVIMENTOS (FLUJO ASCENDENTE). AIRE QUIETO EN CADA CARA

Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m². El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes

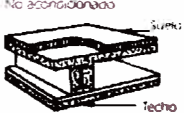
		ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	CONSTRUCCIÓN DEL TECHO											
			Sin forro				Suspendido o con forros							
			Desnudo o enlucido arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (15)	Losas acústicas pegadas		Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm		Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm	
					Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)
NATURALEZA DEL SUELO	PAVIMENTO DE HORMIGÓN													
Desnudo o linóleo 3 mm o embaldosado	Enlucido de arena	5 (92)	3,98	3,01	2,15	1,76	2,44	2,15	2,50	2,33	1,48	1,08	1,59	1,36
		10 (190)	3,57	2,78	2,05	1,70	2,33	2,05	2,33	2,15	1,42	1,02	1,48	1,30
		15 (288)	3,23	2,56	1,93	1,59	2,15	1,93	2,21	2,05	1,36	1,02	1,42	1,24
		20 (385)	2,95	2,38	1,81	1,54	2,05	1,81	2,11	1,93	1,30	0,97	1,36	1,19
		25 (483)	2,72	2,21	1,76	1,48	1,93	1,76	1,99	1,81	1,30	0,97	1,30	1,19
	Enlucido ligero	5 (73)	2,72	2,21	1,76	1,48	1,93	1,76	1,99	1,81	1,30	0,97	1,30	1,19
10 (136)		1,99	1,70	1,42	1,24	1,54	1,42	1,54	1,48	1,08	0,85	1,14	1,02	
15 (200)		1,54	1,36	1,19	1,02	1,24	1,24	1,24	1,19	0,97	0,73	0,97	0,85	
Parquet (pavimento de madera) sobre superficie de cemento	Enlucido de arena	5 (97)	2,66	2,21	1,70	1,48	1,87	1,70	1,87	2,27	1,24	0,97	1,30	1,14
		10 (195)	2,50	2,05	1,65	1,42	1,76	1,59	1,81	2,15	1,24	0,91	1,24	1,14
		15 (292)	2,33	1,93	1,59	1,36	1,70	1,54	1,70	2,05	1,19	0,91	1,24	1,14
		20 (390)	2,15	1,87	1,48	1,30	1,59	1,48	1,65	1,93	1,14	0,85	1,19	1,08
		25 (488)	2,05	1,76	1,42	1,24	1,54	1,42	1,54	1,81	1,08	0,85	1,14	1,02
	Enlucido ligero	5 (78)	2,05	1,76	1,42	1,24	1,54	1,42	1,54	1,81	1,08	0,85	1,14	1,02
10 (141)		1,59	1,42	1,19	1,08	1,24	1,19	1,30	1,48	0,97	0,73	0,97	0,91	
15 (205)		1,30	1,19	1,02	0,91	1,08	1,02	1,08	1,19	0,85	0,69	0,85	0,79	
Embaldosado o linóleo 3 mm sobre contraplacado 16 mm entre vigas	Enlucido de arena	5 (107)	1,81	1,59	1,30	1,19	1,76	1,59	1,81	1,70	1,02	0,79	1,02	0,97
		10 (205)	1,74	1,54	1,30	1,14	1,70	1,54	1,70	1,59	1,02	0,79	1,02	0,97
		15 (302)	1,65	1,48	1,24	1,08	1,59	1,48	1,65	1,54	0,97	0,79	1,02	0,91
		20 (400)	1,59	1,42	1,19	1,08	1,54	1,42	1,54	1,48	0,97	0,73	0,97	0,91
		25 (498)	1,54	1,36	1,14	1,02	1,48	1,36	1,48	1,42	0,91	0,73	0,97	0,85
	Enlucido ligero	5 (92)	1,54	1,36	1,14	1,02	1,48	1,36	1,48	1,42	0,91	0,73	0,97	0,85
10 (151)		1,24	1,14	0,97	0,91	1,24	1,14	1,24	1,19	0,79	0,69	0,85	0,79	
15 (214)		1,08	0,97	0,85	0,79	1,02	0,97	1,08	1,02	0,73	0,63	0,73	0,69	
Parquet madera dura sobre tablillas de cubierta entre vigas	Enlucido de arena	5 (117)	1,48	1,30	1,14	1,02	1,42	1,30	1,42	1,36	0,91	0,73	0,91	0,85
		10 (214)	1,42	1,24	1,08	0,97	1,36	1,24	1,36	1,33	0,91	0,73	0,91	0,85
		15 (312)	1,36	1,19	1,08	0,97	1,30	1,19	1,30	1,24	0,85	0,69	0,91	0,79
		20 (410)	1,30	1,19	1,02	0,91	1,24	1,19	1,24	1,19	0,85	0,69	0,85	0,79
		25 (507)	1,24	1,14	0,97	0,91	1,17	1,14	1,24	1,19	0,79	0,69	0,85	0,79
	Enlucido ligero	5 (97)	1,24	1,14	0,97	0,91	1,19	1,14	1,24	1,19	0,79	0,69	0,85	0,79
10 (161)		1,08	0,97	0,85	0,79	1,02	0,97	1,02	1,02	0,73	0,63	0,73	0,69	
15 (224)		0,91	0,85	0,79	0,73	0,91	0,85	0,91	0,91	0,69	0,56	0,69	0,63	

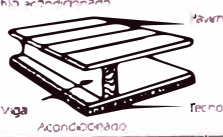
		TECHADO MADERA										
		Sin forro			Suspendido o con forros							
		Desnudo	Losas acústicas pegadas		Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm		Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm	
			Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)
NATURALEZA DEL SUELO	PAVIMENTO											
Desnudo	Ninguna	0,00	0,00	0,00	4,20	3,35	3,47	3,07	2,11	1,36	2,21	1,76
	Madera 20 mm (10)	2,56	1,70	1,48	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,97	1,30	1,14
	Madera 50 mm (25)	1,54	1,14	1,02	1,24	1,14	1,14	1,08	0,97	0,79	0,97	0,85
Embaldosado sobre cemento 38 mm	Madera 20 mm (105)	2,15	1,19	1,08	1,59	1,48	1,48	1,36	1,14	0,91	1,19	1,08
	Madera 50 mm (120)	1,36	1,08	0,97	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73	0,91	0,85
Parquet madera dura 20 mm o linóleo sobre contraplacado 16 mm	Madera 20 mm (25)	1,87	1,36	1,19	1,42	1,30	1,30	1,24	1,02	0,85	1,08	0,97
	Madera 50 mm (35)	1,24	0,97	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
Linóleo 3 mm sobre pavimento 6 mm sobre panel aislante 19 mm	Madera 20 mm (25)	1,59	1,19	1,08	1,24	1,14	1,19	1,14	0,97	0,79	1,02	0,91
	Madera 50 mm (40)	1,14	0,91	0,85	0,97	0,91	0,91	0,91	0,79	0,69	0,79	0,73

Ecuaciones : Flujo ascendente; local no acondicionado debajo:
 Ganancias W/m²K = (Area, m²) x K x (Temperatura exterior - Temperatura interior - 3 °C).

TABLA I. 13 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN U (W/M² K) EN TECHOS Y PAVIMENTOS (FLUJO DESCENDENTE). AIRE QUIETO EN CADA CARA

Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m². El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes

 No acondicionado		ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	CONSTRUCCIÓN DEL TECHO												
			Sin forma				Suspendido o con formas								
			Desnudo o enlucido arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (15)	Losas acústicas pegadas		Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm		Losas acústicas sobre fono o yeso 10 mm		
Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Enlucido de arena 20 mm (35)			Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)				
NATURALEZA DEL SUELO	PAVIMENTO DE HORMIGÓN														
Desnudo o linóleo 3 mm o embaldosado	Enlucido de arena	5 (92)	2,72	2,44	1,76	1,48	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97	1,30	1,14	
		10 (190)	2,50	2,27	1,70	1,42	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,97	1,24	1,14	
		15 (288)	2,33	2,11	1,59	1,36	1,65	1,54	1,54	1,48	1,19	0,91	1,24	1,08	
		20 (385)	2,21	1,99	1,54	1,30	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91	1,19	1,08	
		25 (483)	2,05	1,93	1,48	1,24	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85	1,14	1,02	
	Enlucido ligero (1300 kg/m ³)	5 (73)	2,05	1,93	1,48	1,24	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85	1,14	1,02	
10 (136)		1,65	1,48	1,19	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91		
15		1,30	1,24	1,02	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,73	0,85	0,79		
Parquet (pavimento de madera) sobre superficie de cemento		Enlucido de arena	5 (97)	2,05	1,87	1,42	1,24	1,48	1,36	1,36	1,30	1,14	0,85	1,14	1,02
			10 (195)	1,87	1,76	1,36	1,19	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85	1,08	0,97
15 (292)	1,81		1,65	1,30	1,19	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,85	1,02	0,97		
20 (390)	1,70		1,59	1,30	1,14	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	1,02	0,91		
25 (488)	1,65		1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91		
Enlucido ligero (1300 kg/m ³)	5 (78)	1,65	1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91		
	10 (141)	1,30	1,24	1,08	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,73	0,85	0,79		
	15	1,14	1,08	0,91	0,85	0,91	0,91	0,91	0,85	0,79	0,63	0,79	0,73		
	Embaldosado o linóleo 3 mm sobre contraplacado 16 mm entre vigas	Enlucido de arena	5 (107)	1,87	1,76	1,36	1,19	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85	1,14	0,97
			10 (205)	1,81	1,65	1,30	1,19	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,85	1,08	0,97
15 (302)	1,70		1,59	1,30	1,14	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,79	1,02	0,91		
20 (400)	1,65		1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	1,02	0,91		
25 (498)	1,59		1,48	1,19	1,08	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73	0,97	0,91		
Enlucido ligero (1300 kg/m ³)	5 (92)	1,59	1,48	1,19	1,08	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73	0,97	0,85		
	10 (151)	1,24	1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79		
	15	1,08	1,02	0,91	0,79	0,91	0,85	0,85	0,85	0,73	0,63	0,79	0,73		
	Parquet madera dura sobre tablillas de cubierta entre vigas	Enlucido de arena	5 (117)	1,48	1,42	1,14	1,02	1,14	1,14	1,14	1,08	0,91	0,73	0,97	0,85
			10 (214)	1,42	1,36	1,14	1,02	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73	0,91	0,85
15 (312)	1,36		1,30	1,08	0,97	1,08	1,02	1,08	1,02	0,85	0,73	0,91	0,79		
20 (410)	1,30		1,24	1,08	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79		
25 (507)	1,24		1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,79	0,69	0,85	0,79		
Enlucido ligero (1300 kg/m ³)	5 (97)	1,24	1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,79	0,69	0,85	0,79		
	10 (161)	1,08	1,02	0,91	0,79	0,91	0,85	0,85	0,85	0,73	0,63	0,73	0,69		
15	0,91	0,91	0,79	0,73	0,79	0,79	0,79	0,73	0,69	0,57	0,69	0,63			

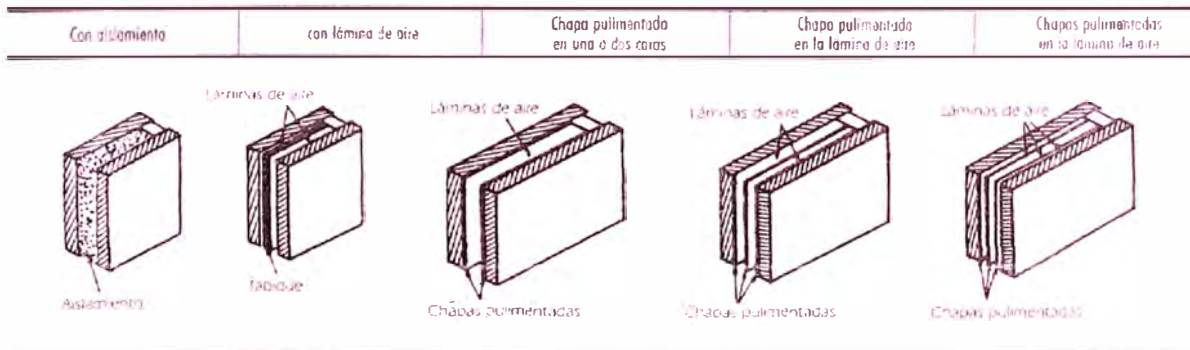
 Acondicionado		ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	TECHADO MADERA									
			Sin forma			Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Suspendido o con formas		
			Desnudo	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)
NATURALEZA DEL SUELO	PAVIMENTO											
Desnudo	Ninguno	0,00	0,00	0,00	2,90	2,44	2,50	2,27	1,76	1,19	1,76	1,51
	Madera 20 mm (10)	1,99	1,42	1,24	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85	1,14	0,97
	Madera 50 mm (25)	1,54	1,02	0,91	1,08	0,97	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
Embaldosado sobre cemento 38 mm	Madera 20 mm (105)	2,15	1,02	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
	Madera 50 mm (120)	1,36	0,79	0,73	0,85	0,79	0,79	0,79	0,69	0,63	0,69	0,69
Parquet madera dura 20 mm o linóleo sobre contraplacado 16 mm	Madera 20 mm (25)	1,87	0,97	0,91	1,02	0,97	0,97	0,91	0,79	0,69	0,79	0,73
	Madera 50 mm (35)	1,24	0,79	0,73	0,79	0,73	0,73	0,73	0,69	0,57	0,69	0,63
Linóleo 3 mm sobre pavimento 6 mm sobre panel aislante 10 mm	Madera 20 mm (25)	1,65	0,91	0,85	0,91	0,85	0,91	0,85	0,73	0,63	0,79	0,73
	Madera 50 mm (40)	1,14	0,73	0,69	0,73	0,69	0,73	0,69	0,63	0,57	0,63	0,63

Ecuaciones : Flujo ascendente, local no acondicionado debajo :
 Ganancias $W/m^2K = (Área, m^2) \times K \times (Temperatura exterior - Temperatura interior - 3 \text{ } ^\circ C)$.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

**TABLA I. 14 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U (W/M² K) CON AISLAMIENTOS
CAPA O LÁMINA DE AIRE.**

Valor de K para muro, techo, techumbre, pavimento antes del aislamiento	Material aislante fibroso			Con lámina de aire de 20 mm o más	Con chapa pulimentada en la lámina de aire (hoja de aluminio medio = 0,05)								
	Espesor (mm)				Dirección del Flujo						Invierno Ascendente		
	25	50	75		Verano-Invierno Horizontal			Verano Descendente			Invierno Ascendente		
					En una o dos caras	Una hoja en lámina de aire	Dos hojas en lámina de aire	En una o dos caras	Una hoja en lámina de aire	Dos hojas en lámina de aire	En una o dos caras	Una hoja en lámina de aire	Dos hojas en lámina de aire
3	1,08	0,63	0,45	2,15	1,93	1,02	0,63	0,49	0,34	0,28	2,05	1,14	0,79
2,9	1,08	0,63	0,45	2,11	1,87	1,02	0,63	0,69	0,34	0,28	2,05	1,14	0,79
2,8	1,02	0,63	0,45	2,05	1,81	1,02	0,63	0,63	0,34	0,28	1,99	1,14	0,79
2,7	1,02	0,63	0,45	2,05	1,76	0,97	0,63	0,63	0,34	0,28	1,93	1,08	0,79
2,6	1,02	0,63	0,45	1,99	1,70	0,97	0,57	0,63	0,34	0,28	1,87	1,08	0,79
2,5	1,02	0,63	0,45	1,93	1,65	0,97	0,57	0,63	0,34	0,28	1,81	1,08	0,73
2,4	0,97	0,63	0,45	1,87	1,59	0,91	0,57	0,63	0,34	0,23	1,76	1,02	0,73
2,3	0,97	0,57	0,45	1,91	1,59	0,91	0,57	0,63	0,34	0,23	1,70	1,02	0,73
2,2	0,97	0,57	0,40	1,76	1,54	0,91	0,57	0,63	0,34	0,23	1,65	1,02	0,73
2,1	0,91	0,57	0,40	1,70	1,48	0,85	0,57	0,63	0,34	0,23	1,59	0,97	0,73
2	0,91	0,57	0,40	1,65	1,48	0,85	0,57	0,57	0,34	0,23	1,51	0,97	0,69
1,9	0,91	0,57	0,40	1,59	1,42	0,85	0,51	0,57	0,34	0,23	1,44	0,97	0,69
1,8	0,85	0,57	0,40	1,54	1,36	0,79	0,51	0,57	0,34	0,23	1,42	0,91	0,69
1,7	0,85	0,57	0,40	1,48	1,30	0,79	0,51	0,57	0,34	0,23	1,36	0,91	0,69
1,6	0,85	0,57	0,40	1,42	1,24	0,73	0,51	0,57	0,28	0,23	1,30	0,85	0,63
1,5	0,79	0,51	0,40	1,36	1,19	0,73	0,51	0,57	0,28	0,23	1,24	0,85	0,63
1,4	0,79	0,51	0,40	1,24	1,14	0,73	0,45	0,51	0,28	0,23	1,14	0,79	0,57
1,3	0,73	0,51	0,40	1,19	1,08	0,69	0,45	0,51	0,28	0,23	1,08	0,73	0,57
1,2	0,73	0,51	0,40	1,14	0,97	0,69	0,45	0,51	0,28	0,23	1,02	0,73	0,57
1,1	0,69	0,45	0,34	1,02	0,91	0,63	0,45	0,45	0,28	0,23	0,91	0,69	0,51
1	0,69	0,45	0,34	0,97	0,85	0,57	0,40	0,45	0,28	0,23	0,85	0,63	0,51
0,9	0,63	0,45	0,34	0,85	0,79	0,57	0,40	0,45	0,28	0,23	0,79	0,63	0,45
0,8	0,57	0,40	0,34	0,79	0,69	0,51	0,40	0,40	0,28	0,23	0,73	0,57	0,45
0,7	0,51	0,40	0,28	0,69	0,63	0,45	0,34	0,40	0,23	0,23	0,63	0,51	0,40
0,6	0,45	0,34	0,28	0,63	0,57	0,45	0,34	0,34	0,23	0,17	0,57	0,45	0,40
0,5	0,40	0,34	0,28	0,51	0,45	0,40	0,28	0,34	0,23	0,17	0,51	0,40	0,34



* Valores controlados para el verano con flujo ascendente, descendente u horizontal. Desviación menor del 1% con respecto a los valores indicados.

TABLA I. 15 GANANCIA DEBIDO A LOS OCUPANTES

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	METABOLISMO HOMBRE ADULTO (W)	METABOLISMO MEDIO (W)	Sensible (W)	Latente (W)
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	115	95	65	30
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	130	115	70	45
Trabajo de oficina moderado	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	140	130	75	55
De pie, marcha lenta, trabajo ligero	Almacenes, tienda	160	130	75	55
Sentado, de pie	Farmacia, Bancos	160	130	75	55
Sentado	Restaurante	145	160	80	80
Trabajo ligero en el banco taller	Fabrica, trabajo ligero	235	220	80	140
Baile o danza	Sala de baile	265	250	90	160
Marcha 5km/h	Fabrica, trabajo moderado - pesado	295	295	110	185
Trabajo pesado	Pista de Bowling, fabricas	440	725	170	255
Trabajo de maquinaria pesada	Fabricas	470	470	185	285
Trabajo atlético	Gimnasio	585	525	210	315

Fuente: 2009 Ashrae Handbook Fundamentals

TABLA I. 16 GANANCIA DE CALOR POR ILUMINACIÓN POR METRO CUADRADO

Common Space Types*	LPD, W/m ²	Building-Specific Space Types	LPD, W/m ²
Office—enclosed	12	Gymnasium/exercise center	
Office—open plan	12	Playing Area	15
Conference/meeting/multipurpose	14	Exercise Area	10
Classroom/lecture/training	15	Courthouse/police station/penitentiary	
For penitentiary	14	Courtroom	20
Lobby	14	Confinement cells	10
For hotel	12	Judges' chambers	14
For performing arts theater	36	Fire Stations	
For motion picture theater	12	Engine room	9
Audience/seating Area	10	Sleeping quarters	3
For gymnasium	4	Post office—sorting area	13
For exercise center	3	Convention center—exhibit space	14
For convention center	8	Library	
For penitentiary	8	Card file and cataloging	12
For religious buildings	18	Stacks	18
For sports arena	4	Reading area	13
For performing arts theater	28	Hospital	
For motion picture theater	13	Emergency	29
For transportation	5	Recovery	9
Atrium—first three floors	6	Nurses' station	11
Atrium—each additional floor	2	Exam/treatment	16
Lounge/recreation	13	Pharmacy	13
For hospital	9	Patient room	8
Dining Area	10	Operating room	24
For penitentiary	14	Nursery	6
For hotel	14	Medical supply	15
For motel	13	Physical therapy	10
For bar lounge/leisure dining	15	Radiology	4
For family dining	23	Laundry—washing	6
Food preparation	13	Automotive—service/repair	8
Laboratory	15	Manufacturing	
Restrooms	10	Low bay (<7.6 m floor to ceiling height)	13
Dressing/locker/fitting room	6	High bay (≥7.6 m floor to ceiling height)	18
Corridor/transition	5	Detailed manufacturing	23
For hospital	11	Equipment room	13
For manufacturing facility	5	Control room	5
Stairs—active	6	Hotel/motel guest rooms	12
Active storage	9	Dormitory—living quarters	12
For hospital	10	Museum	
Inactive storage	3	General exhibition	11
For museum	9	Restoration	18
Electrical/mechanical	16	Bank/office—banking activity area	16
Workshop	20	Religious buildings	
Sales area [for accent lighting, see Section 9.6.2(B) of ASHRAE Standard 90.1]	18	Worship pulpit, choir	26
		Fellowship hall	10
		Retail	
		Sales area for accent lighting, see Section 9.6.3(C) of ASHRAE Standard 90.1]	18
		Mall concourse	18
		Sports arena	
		Ring sports area	29
		Court sports area	25
		Indoor playing field area	15
		Warehouse	
		Fine material storage	15
		Medium/bulky material storage	10
		Parking garage—garage area	2
		Transportation	
		Airport—concourse	6
		Air/train/bus—baggage area	11
		Terminal—ticket counter	16

Source: ASHRAE Standard 90.1-2007.

*In cases where both a common space type and a building-specific type are listed, the building-specific space type applies.

Fuente: 2009 Ashrae Handbook Fundamentals

TABLA I. 17 VALORES MÍNIMOS DE EFICIENCIA PARA MOTORES

		Minimum Nominal Full-Load Efficiency, %					
		Open Motors			Enclosed Motors		
Number of Poles ⇒		2	4	6	2	4	6
Synchronous Speed (RPM) ⇒		3600	1800	1200	3600	1800	1200
Motor Kilowatts							
0.8		—	82.5	80.0	75.5	82.5	80.0
1.1		82.5	84.0	84.0	82.5	84.0	85.5
1.5		84.0	84.0	85.5	84.0	84.0	86.5
2.2		84.0	86.5	86.5	85.5	87.5	87.5
3.7		85.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
5.6		87.5	88.5	88.5	88.5	89.5	89.5
7.5		88.5	89.5	90.2	89.5	89.5	89.5
11.1		89.5	91.0	90.2	90.2	91.0	90.2
14.9		90.2	91.0	91.0	90.2	91.0	90.2
18.7		91.0	91.7	91.7	91.0	92.4	91.7
22.4		91.0	92.4	92.4	91.0	92.4	91.7
29.8		91.7	93.0	93.0	91.7	93.0	93.0
37.3		92.4	93.0	93.0	92.4	93.0	93.0
44.8		93.0	93.6	93.6	93.0	93.6	93.6
56.0		93.0	94.1	93.6	93.0	94.1	93.6
74.6		93.0	94.1	94.1	93.6	94.5	94.1
93.3		93.6	94.5	94.1	94.5	94.5	94.1
111.9		93.6	95.0	94.5	94.5	95.0	95.0
149.2		94.5	95.0	94.5	95.0	95.0	95.0

Source: ASHRAE Standard 90.1-2007.

*Nominal efficiencies established in accordance with NEMA Standard MG1. Designs A and B are National Electric Manufacturers Association (NEMA) design class designations for fixed-frequency small and medium AC squirrel-cage induction motors.

Fuente: 2009 Ashrae Handbook Fundamentals

TABLA I. 18 GANANCIA DE CALOR PARA EQUIPOS DE OFICINA

Appliance	Size	Maximum Input Rating, W	Standby Input Rating, W	Recommended Rate of Heat Gain, W
Check processing workstation	12 pockets	4800	2460	2460
Computer devices				
Card puncher	—	800 to 1800	640 to 1410	640 to 1410
Card reader	—	2200	1520	1520
Communication/transmission	—	1800 to 4600	1640 to 2810	1640 to 2810
Disk drives/mass storage	—	1000 to 10000	1000 to 6570	1000 to 6570
Magnetic ink reader	—	960 to 4700	760 to 4220	760 to 4220
Microcomputer	16 to 640 Kbyte ^a	100 to 600	90 to 530	90 to 530
Minicomputer	—	2200 to 6600	2200 to 6600	2200 to 6600
Optical reader	—	3000 to 6000	2350 to 4980	2350 to 4980
Plotters	—	75	37	63
Printers				
Letter quality	30 to 45 char/min	350	175	292
Line, high speed	5000 or more lines/min	1000 to 5300	500 to 2550	730 to 3810
Line, low speed	300 to 600 lines/min	450	225	376
Tape drives	—	1200 to 6500	1000 to 4700	1000 to 4700
Terminal	—	90 to 200	80 to 180	80 to 180
Copiers/Duplicators				
Blue print	—	1150 to 12500	500 to 5000	1150 to 12500
Copiers (large)	30 to 67 ^a copies/min	1700 to 6600	900	1700 to 6600
Copiers (small)	6 to 30 ^a copies/min	460 to 1700	300 to 900	460 to 1700
Feeder	—	30	—	30
Microfilm printer	—	450	—	450
Sorter/collator	—	60 to 600	—	60 to 600
Electronic equipment				
Cassette recorders/players	—	60	—	60
Receiver/tuner	—	100	—	100
Signal analyzer	—	60 to 650	—	60 to 650
Mailing processing				
Folding machine	—	125	—	80
Inserting machine	3600 to 6800 pieces/h	600 to 3300	—	390 to 2150
Labeling machine	1500 to 30000 pieces/h	600 to 6600	—	390 to 4300
Postage meter	—	230	—	150
Wordprocessors/Typewriters				
Letter quality printer	30 to 45 char/min	350	175	292
Phototypesetter	—	1725	—	1520
Typewriter	—	80	—	67
Wordprocessor	—	100 to 600	—	88 to 530
Vending machines				
Cigarette	—	72	15 to 25	72
Cold food/beverage	—	1150 to 1920	—	575 to 960
Hot beverage	—	1725	—	862
Snack	—	240 to 275	—	240 to 275
Miscellaneous				
Barcode printer	—	440	—	370
Cash registers	—	60	—	48
Coffee maker	10 cups	1500	—	1050 sens., 450 latent
Microfiche reader	—	85	—	85
Microfilm reader	—	520	—	520
Microfilm reader/printer	—	1150	—	1150
Microwave oven	28 L	600	—	400
Paper shredder	—	250 to 3000	—	200 to 2420
Water cooler	30 L/h	700	—	1750

^aInput is not proportional to capacity.

Table 9B Heat Gain Versus Nameplate Rating From Electrical Office Equipment

Equipment Tested	Nameplate Rating, W	Measured Total Power Consumption, W	Radiant Power, W	Radiant Power, %	Convective Power, %
380 mm monitor energy saver (white screen)	220	78	28.8	37.1	62.9
Laser Printer	836	248	26.6	10.7	89.3
Desktop copier	1-320	181	25.9	14.3	85.7
Personal computer Brand 1 and 430 mm monitor (white screen)	575	133	29.7	22.3	77.7
Personal computer Brand 2 and 430 mm monitor (white screen)	420	125	35.7	28.6	71.4

Fuente: 1997 Ashrae Handbook Fundamental

TABLA I. 19 VALORES DE POTENCIA INSTALADA POR METRO CUADRO RECOMENDADOS SEGÚN EL TIPO DE TRABAJO

Load Density of Office	Load Factor, W/m ²	Description
Light	5.4	Assumes 15.5 m ² /workstation (6.5 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.67, printer diversity 0.33.
Medium	10.8	Assumes 11.6 m ² /workstation (8.5 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.75, printer diversity 0.50.
Medium/Heavy	16.1	Assumes 9.3 m ² /workstation (11 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 0.75, printer and fax diversity 0.50.
Heavy	21.5	Assumes 7.8 m ² /workstation (13 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 1.0, printer and fax diversity 0.50.

Source: Wilkins and Hosni (2000)

Fuente: 2009 Ashrae Handbook Fundamentals

TABLA I. 20 CAUDALES DE INFILTRACIÓN POR PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO- VELOCIDAD DEL VIENTO 12 KM/H

a) VENTANAS A BATIENTES ***										
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA									
	Porcentaje de la superficie que puede ser abierta									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Ventana tipo 1	6,0	13,2	-	18,0	-	-	-	26,5	-	47,4
Ventana tipo 2	-	7,1	-	-	-	10,0	13,5	-	-	-
Ventana tipo 3	-	-	5,1	-	-	9,0	-	-	-	11,5
Ventana tipo 4	-	-	-	-	4,2	-	-	5,9	7,1	-
Ventana tipo 5	5,0	10,6	-	15,0	-	-	-	22,0	-	40,0

b) VENTANAS DE GUILLOTINA ***						
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA					
	Pequeña 75 x 180 cm			Grande 140 x 245 cm		
	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana
Marco madera	7,8	4,8	4,0	5,0	3,1	2,6
Marco madera mal ajustado	22,0	6,8	11,0	14,0	4,4	7,0
Marco metálico	14,6	6,4	7,3	9,3	4,0	4,6



Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5

DIFERENTES TIPOS DE VENTANAS (vistas desde el exterior)

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 21 CAUDALES DE INFILTRACIÓN POR PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO (CONTINUACIÓN)

c) PUERTAS EN UNA FACHADA O EN DOS FACHADAS ADYACENTES						
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA ****		m ³ /h			
	No utilizada	Utilización media	Constantemente abierta			
			Sin vestíbulo		Con vestíbulo	
Puerta giratoria - funcionamiento normal paneles abiertos	14,5	95	-	-	-	-
Puerta de cristal - Rendija 5 mm	82,0	183	2040	1190	1530	850
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	18,0	119	1190	-	-	850
Pequeña puerta de fábrica	14,0	119	-	-	-	-
Puerta de garaje o de carga	36,5	82	-	-	-	-
Rampa de garaje	36,5	124	-	-	-	-

d) PUERTAS DE UN BATIENTE EN MUROS OPUESTOS							
	Duración de la apertura de la segunda puerta (%)	m ³ /h POR PAR DE PUERTAS					
		Duración de la apertura de la primera puerta (%)					
		10	25	50	75	100	
	10	170	425	850	1275	1700	
	25	425	1063	2125	3188	4250	
	50	850	2126	4250	6376	8500	
	75	1275	3189	6375	9564	12750	
	100	1700	4250	8500	12750	17000	

e) PUERTAS			
APLICACIÓN	m ³ /h POR OCUPANTE Y POR PUERTA		
	Puerta giratoria de 180 cm	Puerta con un batiente	
		Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Banco	11,0	13,6	10,2
Barbería	6,8	8,5	6,5
Cafetería	9,3	11,9	9,0
Tienda de tabaco o estanco	34,0	51,0	38,2
Tienda "precio único"	11,0	13,6	10,2
Tienda de confección (mujeres)	3,4	4,2	3,2
Farmacia	9,3	11,9	9,0
Sala de hospital	-	5,9	4,4
Sala de té	6,8	8,5	6,5
Tienda de confección (hombres)	4,6	6,3	4,8
Restaurante	3,4	4,2	3,2
Zapatería	4,6	5,9	4,4

* Todos los valores de la tabla 1 están establecidos suponiendo que la dirección del viento es normal a la puerta o la ventana. Si la dirección del viento es oblicua, multiplicar estos valores por 0,60 y considerar el área total de las puertas y ventanas en la fachada expuesta.

** Estos valores tienen en cuenta una velocidad del viento de 12 km/h. Para velocidades diferentes, multiplicar por el cociente de la velocidad dividida por 12.

*** Teniendo en cuenta las infiltraciones eventuales por el bastidor o chasis.

**** En el caso de empleo moderado de la puerta, la presencia de un vestíbulo permite disminuir las infiltraciones en una proporción que puede llegar al 30%. Por el contrario, la eficacia de un vestíbulo es casi nula cuando la utilización es intensa.

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

**TABLA 1. 22 CAUDAL DE INFILTRACIÓN POR PUERTAS Y VENTANAS EN INVIERNO
– VELOCIDAD DEL VIENTO 24KM/H**

3a) VENTANAS DE GUILLOTINA EN FACHADA EXPUESTA***						
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA					
	Pequeña 75 x 180 cm			Grande 140 x 245 cm		
	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana
Marco madera medio	15,6	9,5	7,7	9,7	6,1	4,8
Marco madera mal ajustado	43,9	13,5	22,0	27,8	8,6	13,5
Marco metálico	29,3	12,6	14,6	18,5	8,1	9,2

3b) VENTANAS CON BATIENTE EN FACHADA EXPUESTA ***										
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA									
	Porcentaje de la superficie que puede ser abierta									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Ventana tipo 1	11,9	26,4	-	36,2	-	-	-	53,1	-	95,2
Ventana tipo 2	-	14,3	-	-	-	20,2	27,1	-	-	-
Ventana tipo 3	-	-	10,3	-	-	17,9	-	-	-	23,0
Ventana tipo 4	-	-	-	-	8,2	-	-	11,5	14,3	-
Ventana tipo 5	9,9	21,8	-	30,0	-	-	-	49,3	-	78,6

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

TABLA I. 23 CAUDALES DE INFILTRACIÓN POR PUERTAS Y VENTANAS EN INVIERNO (CONTINUACIÓN)

**Tabla 3 - INFILTRACIONES POR LAS PUERTA Y VENTANAS - INVIERNO*
VELOCIDAD DEL VIENTO 24 km/h****

3 c) PUERTAS EN FACHADA O DOS FACHADAS ADYACENTES EXPUESTAS		m ³ /h POR m ² DE SUPERFICIE ****			
DESIGNACIÓN	Utilización poco frecuente	Utilización media			
		Constantemente abierta			
		Inmueble de uno o dos plantas	Inmueble alto (m)		
15	30		60		
Puerta giratoria	29	192	230	260	316
Puerta de vidrio - rendija 5 mm	165	549	659	741	900
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	37	238	284	320	393
Pequeña puerta de fábrica	27	238			
Puerta de garaje o de carga	73	165			
Puerta de garaje	73	247			

Fuente: Manual de Aire Acondicionado Carrier .Edición 2009

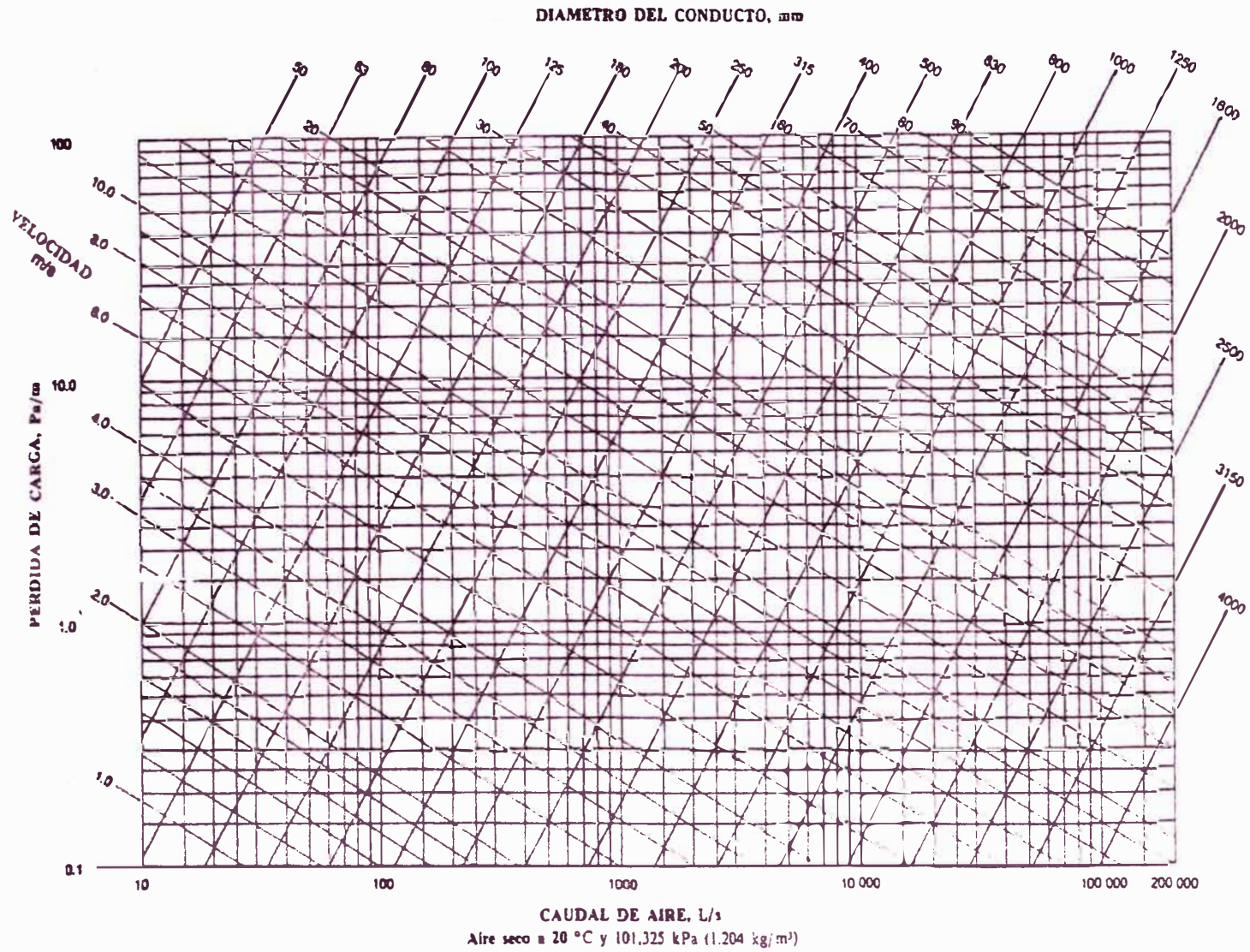


ILUSTRACIÓN I. 1 PERDIDA POR RAZONAMIENTO EN CONDUCTOS CIRCULARES

TABLA I. 24 ROZAMIENTO EN CODOS RECTANGULARES








DIMENSIONES DEL CONDUCTO (cm)	CODO DE RADIO SIN GUÍAS 	CODO DE RADIO CON GUÍAS *** 		CODOS CUADRADOS *** 		
		Relación de radio ** R/D = 1,25	R _t = 150 mm (Recomendado)	R _t = 75 mm (Aceptable)	Guías cambio dirección Doble espesor	Guías cambio dirección Simple espesor
LONGITUD ADICIONAL EQUIVALENTE DE CONDUCTO RECTO (METROS)						
			Deflec- tores	Deflec- tores		
240	120	9.22	13.40 2	12.60 3	11.80	17.70
	90	7.38	10.82 2	9.22 3	8.85	13.40
	75	6.51	9.22 2	11 2	7.30	10.95
	60	5.65	9.84 1	8.36 2	5.90	8.85
	50	4.67	8.23 1	7.30 2	5	7.30
180	120	8.26	13.04 2	11.92 3	10.45	17.70
	90	6.90	9.80 2	8.66 3	8.56	13.40
	75	6.20	8.40 2	9.80 2	7.43	10.95
	60	5.05	8.43 1	7.31 2	6.33	8.85
	50	4.42	6.76 1	5.75 2	5.31	7.10
40	3.80	5.30 1	4.72 2	4.42	5.95	
30	3.68		4.50 1	3.20	4.50	
120	120	9	12.17 2	11.43 3	9.74	17.70
	90	6.51	9.10 2	8.06 3	8.56	13.40
	75	5.65	7.50 2	9.20 2	6.88	10.95
	60	4.77	8.06 1	7.75 2	5.98	8.85
	50	4.18	6.44 1	6.17 2	5.01	7.30
40	3.68	4.87 1	4.47 2	3.80	5.95	
30	2.95		4.21 1	2.95	4.50	
100	240	13.31	10.48 3	9.96 3	8.55	17.70
	120	7.87	10.38 2	6.60 3	6.88	13.40
	90	6.90	7.87 2	6.60 3	6.88	10.95
	75	6.28	6.88 2	8.40 2	6.20	8.85
	60	4.42	7.13 1	6.20 2	6.28	7.30
50	4.18	5.65 1	5.03 2	4.46	5.95	
40	3.26	4.42 1	4.18 2	3.59	4.50	
30	2.62		3.80 1	2.95	3.59	
25	2.40		3.24 1	2.38	2.98	
20	2.39		2.87 1	2.08	2.98	
105	105	6.81	8.23 2	7.57 3	7.17	15.55
	90	5.90	7.05 2	6.31 3	6.96	13.40
	75	5.03	6.30 2	7.74 2	5.92	10.95
	60	4.42	6.28 1	5.64 2	4.75	8.85
	50	3.87	5.28 1	4.70 2	4.18	7.30
40	3.25	4.11 1	3.95 2	3.54	5.95	
30	2.66		3.80 1	2.86	4.50	
25	2.40		2.99 1	2.38	3.56	
20	2.08		2.33 1	1.72	2.98	
90	180	10.04	8.04 3	5.69 3	5.90	13.40
	90	5.80	6.59 2	6.84 2	5.28	10.95
	75	4.79	6.70 2	6.47 2	4.42	8.35
	60	4.14	5.95 1	4.42 2	3.80	7.30
	50	3.53	5.03 1	3.82 2	3.25	5.95
40	2.98	3.82 1	3.56 1	2.70	4.50	
30	2.70		2.65 1	2.33	3.56	
25	2.36		2.36 1	1.72	2.98	
20	2.08					
80	80	5.00	5.53 2	5.10 3	5.09	11.98
	75	4.78	5.45 2	6.20 2	5.03	10.95
	60	4.11	5.89 1	5.00 2	4.39	8.35
	50	3.54	4.87 1	4.18 2	3.56	7.30
	40	2.95	3.52 1	3.56 2	3.19	5.95
30	2.33		3.51 1	2.33	4.50	
25	2.08		2.66 1	2.08	3.56	
20	1.72		2.38 1	1.72	2.98	

TABLA I. 25 ROZAMIENTO EN CODOS RECTANGulares (CONTINUACIÓN)

DIMENSIONES DEL CONDUCTO (cm)		CODO DE RADIO SIN GUÍAS 	CODO DE RADIO CON GUÍAS ***		CODOS CUADRADOS ***			
								
W	D	Relación de radio ** R/D = 1.25	Rt = 150 mm (Recomendado)	Rt = 75 mm (Aceptable)	Guías cambio dirección Doble espesor	Guías cambio dirección Simple espesor		
LONGITUD ADICIONAL EQUIVALENTE DE CONDUCTO RECTO (METROS)								
			Deflectores		Deflectores			
70	70	4.40	4.22	2	5.03	2	4.16	10.33
	60	3.84	5.10	1	4.45	2	3.84	8.85
	50	3.54	4.40	1	3.80	2	3.54	7.30
	40	2.95	3.19	1	3.26	2	2.95	5.95
	30	2.33			3.21	1	2.33	4.50
	25	2.08			2.86	1	2.08	3.56
	20	1.72			2.38	1	1.72	2.98
60	240	11.28	5.65	3			6.82	23.93
	180	9.46	5.13	3			6.26	21.46
	120	6.55	6.02	2	5.96	3	5.32	18.30
	60	3.74	4.75	1	4.17	2	3.53	9.85
	50	3.26	3.94	1	3.54	2	2.95	7.30
	40	2.91	3.25	1	2.92	2	2.64	5.95
	30	2.33			2.99	1	2.34	4.50
	25	2.05			2.33	1	2.06	3.56
	20	1.75			2.08	1	1.73	2.98
	15	1.47					1.17	2.36
50	200	9.47	4.88	3			5.65	19.83
	150	7.75	5.65	2			5.03	17.41
	100	6.50	4.50	2	4.13	3	4.13	14.57
	50	3.25	3.52	1	2.95	2	2.95	7.30
	40	2.86	2.81	1	2.70	2	2.37	5.95
	30	2.05			2.66	1	2.05	4.50
	25	1.80			2.37	1	1.80	3.56
	20	1.47			2.08	1	1.47	2.98
15	1.17					1.17	2.36	
40	160	7.72	2.76	3			4.18	14.26
	120	6.22	3.63	2	3.52	3	3.56	12.87
	80	4.43	3.26	2	2.67	3	3.25	11.24
	40	2.66	2.36	1	2.40	2	2.08	6.95
	30	2.05			2.34	1	1.76	4.50
	25	1.76			1.77	1	1.49	3.56
	20	1.47			1.81	1	1.47	2.98
	15	1.17					1.17	2.36
30	120	5.64	2.34	2	2.34	3	2.96	9.84
	90	4.71	2.10	2	2.10	3	2.67	8.95
	60	3.25	2.42	1	2.42	2	2.32	7.74
	30	2.06			2.01	1	1.49	4.50
	25	1.76			1.49	1	1.47	3.56
	20	1.47			1.47	1	1.16	2.98
	15	1.15					0.88	2.36
25	100	5.63	1.79	2	1.88	3	2.33	7.99
	75	3.81	1.79	2	2.38	2	2.07	7.18
	50	2.65	2.08	1	1.78	2	1.78	6.25
	25	1.47			1.49	1	1.19	3.56
	20	1.19			1.49	1	1.16	2.98
	15	1.19					0.88	2.36
20	80	3.82	1.53	2	1.23	3	1.79	6.26
	60	3.21	1.77	1	1.49	2	1.79	5.66
	40	2.33	1.16	1	1.47	2	1.47	4.73
	20	1.18			1.17	1	0.89	2.98
	15	0.88					0.89	2.36
15	60	2.95	1.17	1	1.19	2	1.19	4.45
	45	2.37	0.88	1	1.19	2	1.17	3.83
	30	1.72			1.19	1	0.89	3.01
	15	0.88					0.89	2.36

* Dobladuras difíciles como la representada.

Dobladura difícil



• Dobladura fácil



** Para otras relaciones de radio, véase tabla 9.

*** Para otras dimensiones, véase tabla 9.

Los deflectores deben estar colocados como muestra el gráfico 1 para obtener estas mínimas pérdidas.

TABLA I. 26 ROZAMIENTO EN CODOS SECCIÓN CIRCULAR

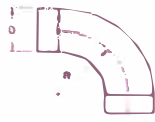
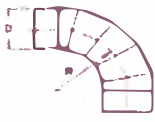



DIÁMETRO DEL CODO (cm)	LISO DE 90°	90° 5 PIEZAS	90° 3 PIEZAS	45° 3 PIEZAS	45° LISO
	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5
LONGITUD EQUIVALENTE ADICIONAL DE CONDUCTO RECTO (METROS)					
8	0,73	0,96	1,92	0,48	0,34
10	0,89	1,20	2,40	0,60	0,44
12	1,08	1,44	2,88	0,72	0,54
14	1,26	1,66	3,32	0,83	0,63
16	1,44	1,90	3,80	0,95	0,73
18	1,63	2,18	4,32	1,08	0,82
20	1,81	2,40	4,80	1,20	0,92
22		2,64	5,28	1,32	
24		2,88	5,76	1,44	
26		3,12	6,24	1,56	
28		3,36	6,72	1,68	
32		3,84	7,68	1,92	
36		4,34	8,68	2,17	
40		4,82	9,84	2,41	
44		5,30	10,60	2,65	
48		5,78	11,52	2,88	
52		6,24	12,48	3,12	
56		6,70	13,40	3,35	
60		7,20	14,40	3,60	

TABLA I. 27 ROZAMIENTO EN ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS CIRCULARES

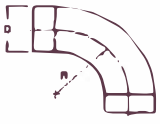
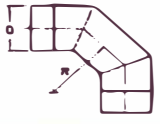
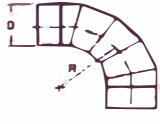

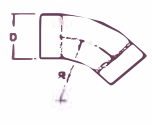
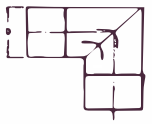
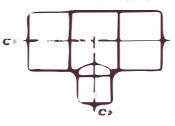
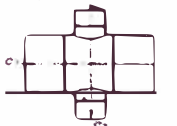
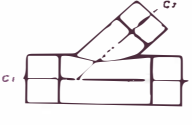

ELEMENTO	CONDICIÓN	RELACIÓN L/D *
Codo liso de 90° 	R/D = 1.5	9
Codo de 90° de 3 piezas 	R/D = 1.5	24
Codo de 90° de 5 piezas 	R/D = 1.5	12
Codo de 45° de 3 piezas 	R/D = 1.5	6
Codo de 45° liso 	R/D = 1.5	4.5
Codo recto de 90° 	Con guías Sin guías	22 65
ELEMENTO	CONDICIÓN	VALOR DE n **
T de 90° *** Cruz de 90°, 135° y 180°  	$\frac{C_2}{C_1} = \begin{cases} 0.2 \\ 0.5 \\ 1.0 \\ 5.0 \end{cases}$	1.21 0.60 0.53 0.48
Pérdida de presión en la rama = n p _{0,2}		
T de 45° *** 	$\frac{C_2}{C_1} = \begin{cases} 0.8 \\ 1.0 \\ 2.0 \\ 3.0 \end{cases}$	0.03 0.13 0.36 0.44
Pérdida de presión en la rama = n p _{0,2}		

TABLA I. 28 ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DUCTOS CILÍNDRICOS (CONTINUACIÓN)

ELEMENTO	CONDICIÓN	VALOR DE n^{**}
<p>T cónica de 90° y cruz cónica de 180°</p>  <p>Pérdida de presión en la rama = $n P_{\text{rama}}$</p>	$\frac{C_2}{C_1} = \begin{cases} 0.5 \\ 1.0 \\ 2.0 \\ 5.0 \end{cases}$	<p>0.06 0.15 0.30 0.38</p>

* L y D están en metros. D es el diámetro del codo. L es la longitud equivalente adicional del conducto sumado a la longitud medida. La longitud equivalente L es igual a D multiplicada por la relación indicada.

** La T o la cruz pueden ser reducidas o se puede adoptar la misma dimensión en tramo recto.

TABLA I. 29 ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DUCTOS RECTANGulares

TABLA 9 - ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS RECTANGulares





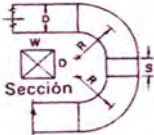
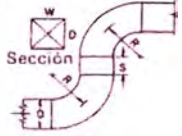
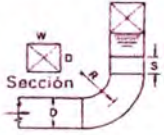
ELEMENTO	CONDICIONES	RELACION L/D **																																									
Codo de radio de sección rectangular 	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">W/D</th> <th colspan="5">R/D</th> </tr> <tr> <th>0,5</th> <th>0,75</th> <th>1,00</th> <th>1,25 *</th> <th>1,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="5">Relación L/D</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>33</td> <td>14</td> <td>9</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>18</td> <td>11</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>80</td> <td>30</td> <td>14</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>125</td> <td>40</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	W/D	R/D					0,5	0,75	1,00	1,25 *	1,50		Relación L/D					0,5	33	14	9	5	4	1	45	18	11	7	4	3	80	30	14	8	5	6	125	40	18	12	7	
W/D	R/D																																										
	0,5	0,75	1,00	1,25 *	1,50																																						
	Relación L/D																																										
0,5	33	14	9	5	4																																						
1	45	18	11	7	4																																						
3	80	30	14	8	5																																						
6	125	40	18	12	7																																						
Codo de radio de sección rectangular con guías 	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Número de guías</th> <th colspan="4">R/D</th> </tr> <tr> <th>0,50</th> <th>0,75</th> <th>1,00</th> <th>1,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="4">Relación L/D</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>18</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Número de guías	R/D				0,50	0,75	1,00	1,50		Relación L/D				1	18	10	8	7	2	12	8	7	7	3	10	7	7	6													
Número de guías	R/D																																										
	0,50	0,75	1,00	1,50																																							
	Relación L/D																																										
1	18	10	8	7																																							
2	12	8	7	7																																							
3	10	7	7	6																																							
Codo de X° 	Codo de radio con o sin guías	X/90 multiplicado por el valor correspondiente a codo análogo de 90°																																									
Codo recto rectangular 	Sin guías Guías de cambio de dirección de simple espesor Guías de cambio de dirección de doble espesor	60 15 10																																									
Doble codo 	S = 0 S = D	15 10																																									
Doble codo 	S = 0 S = D	20 22																																									
Doble codo 	S = 0 S = D	15 16																																									

TABLA I. 30 ROZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONDUCTOS RECTANGULARES (CONTINUACIÓN)

Doble codo		$S = O$	15																												
$W/D < 1$, $R_1/D = 1,25$ para ambos		$S = D$	16																												
Doble codo		Dirección de la flecha	45																												
$W/D \geq 2$, $R_1/D = 1,25$, $R_2/D = 0,5$		Dirección inversa	40																												
Doble codo		Dirección de la flecha	17																												
$W/D = 4$, $R_1/D = 1,25$ para ambos codos		Dirección inversa	18																												
Transformación		$V_2 = V_1$ Pérdida de presión = $n p_{\text{ext}}$	0,04																												
Expansión		« n » Anulo « a » <table border="1"> <thead> <tr> <th>V_2/V_1</th> <th>5°</th> <th>10°</th> <th>15°</th> <th>20°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,20</td> <td>0,25</td> <td>0,22</td> <td>0,20</td> <td>0,18</td> <td>0,15</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>0,40</td> <td>0,27</td> <td>0,25</td> <td>0,23</td> <td>0,22</td> <td>0,20</td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>0,60</td> <td>0,28</td> <td>0,26</td> <td>0,25</td> <td>0,24</td> <td>0,24</td> <td>0,23</td> </tr> </tbody> </table> Ganancia de presión = $n (h_{v_1} - h_{v_2})$	V_2/V_1	5°	10°	15°	20°	30°	40°	0,20	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,13	0,40	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,60	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	
V_2/V_1	5°	10°	15°	20°	30°	40°																									
0,20	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,13																									
0,40	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19																									
0,60	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23																									
Contracción		<table border="1"> <thead> <tr> <th>a</th> <th>30°</th> <th>45°</th> <th>60°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>0,311</td> <td>0,317</td> <td>0,326</td> </tr> </tbody> </table> Pérdida de presión = $n (h_{v_1} - h_{v_2})$ **** Pendiente 25 %	a	30°	45°	60°	n	0,311	0,317	0,326																					
a	30°	45°	60°																												
n	0,311	0,317	0,326																												
Entrada abrupta		Pérdida de presión = $n p_{\text{ext}}$	0,10																												
Entrada suave			0,009																												
Salida abrupta		Pérdida de presión o ganancia consideradas nulas																													
Salida suave																															
Entrada reentrante		Pérdida de presión = $n p_{\text{ext}}$	0,25																												
Orificio redondo de borde agudo		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A_2/A_1</th> <th>0</th> <th>0,25</th> <th>0,50</th> <th>0,75</th> <th>1,00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>0,76</td> <td>0,70</td> <td>0,57</td> <td>0,33</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> Pérdida de presión = $n p_{\text{ext}}$	A_2/A_1	0	0,25	0,50	0,75	1,00	n	0,76	0,70	0,57	0,33	0																	
A_2/A_1	0	0,25	0,50	0,75	1,00																										
n	0,76	0,70	0,57	0,33	0																										
Contracción abrupta		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V_1/V_2</th> <th>0</th> <th>0,25</th> <th>0,50</th> <th>0,75</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>0,40</td> <td>0,37</td> <td>0,29</td> <td>0,15</td> </tr> </tbody> </table> Pérdida de presión = $n p_{\text{ext}}$	V_1/V_2	0	0,25	0,50	0,75	n	0,40	0,37	0,29	0,15																			
V_1/V_2	0	0,25	0,50	0,75																											
n	0,40	0,37	0,29	0,15																											
Expansión abrupta		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V_2/V_1</th> <th>0,20</th> <th>0,40</th> <th>0,60</th> <th>0,80</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>0,09</td> <td>0,14</td> <td>0,14</td> <td>0,09</td> </tr> </tbody> </table> Ganancia de presión = $n p_{\text{ext}}$	V_2/V_1	0,20	0,40	0,60	0,80	n	0,09	0,14	0,14	0,09																			
V_2/V_1	0,20	0,40	0,60	0,80																											
n	0,09	0,14	0,14	0,09																											

Anexo II

TABLA II. 1 EQUIPOS- UNIDADES INTERIORES

Nivel	Ambiente	Equipo	BTU/H	Toneladas	Caudal
9	Comedor	UE-09-01	48000	4	1600
9	Comedor	UE-09-02	48000	4	1600
9	Comedor	UE-09-03	48000	4	1600
9	Comedor	UE-09-04	48000	4	1600
8	Hall de ascensores	UE-08-01	12000	1	400
8	Gerente Municipal	UE-08-02	18000	1,5	600
8	Oficina	UE-08-03			0
8	Secretarias y Asistentes	UE-08-04	24000	2	800
8	Gerente de Planeamiento y Presupuesto	UE-08-05	18000	1,5	600
8	Secretaria	UE-08-06	12000	1	400
8	Sala de reuniones	UE-08-07	12000	1	400
8	Asesor de alcaldía	UE-08-08	12000	1	400
8	Evaluación de proyectos, Secretaria, Área de planeamiento y presupuestos, Área de estadística, Área de procesos	UE-08-09	36000	3	1200
8	Directorio	UE-08-10	24000	2	800
8	Subgerente de planeamiento y presupuesto, Subgerente de desarrollo corporativo	UE-08-11	12000	1	400
8	Oficina de Alcalde	UE-08-12	12000	1	400
7	Hall de ascensores	UE-07-01	12000	1	400
7	Sala de reuniones	UE-07-02	24000	2	800
7	Oficina	UE-07-03	12000	1	400
7	Gerente de desarrollo	UE-07-04	18000	1,5	600
7	Subgerente Catastro	UE-07-05	12000	1	400
7	Oficina	UE-07-06	18000	1,5	600
7	Equipo de trabajo , Asesores	UE-07-07	36000	3	1200
7	Mantenimiento, informatica	UE-07-08	36000	3	1200
7	Equipo de trabajo 1 y 2	UE-07-09	36000	3	1200
7	Equipo de verificaciones catastrales	UE-07-10	36000	3	1200
7	Equipo de trabajo 3 Expedientes	UE-07-11	12000	1	400
6	Hall de recepciones	UE-06-01	12000	1	400
6	Personal tecnico de campo	UE-06-02	24000	2	800
6	Gerente de tecnologia de la información	UE-06-03	12000	1	400
6	Personal tecnico de campo	UE-06-04	24000	2	800
6	Jefe organico control interno	UE-06-05	18000	1,5	600
6	Sala de capacitación	UE-06-06	12000	1	400
6	Taller de reparaciones	UE-06-07	24000	2	800
6	Equipo de trabajo 1	UE-06-08	18000	1,5	600
6	Sala de reuniones	UE-06-09	12000	1	400
6	Area de trabajo	UE-06-10	24000	2	800
6	Equipo de trabajo 2	UE-06-11	18000	1,5	600
5	Recepción	UE-05-01	12000	1	400
5	Sala de reuniones	UE-05-02	24000	2	800
5	Asistente	UE-05-03	12000	1	400
5	Gerente de administración y finanzas	UE-05-04	18000	1,5	600
5	Sub gerencia de contabilidad , Equipo de trabajo	UE-05-05	24000	2	800
5	Sub gerente de contabilidad	UE-05-06	12000	1	400
5	Sub gerencia de tesorería, Apoyo administrativo	UE-05-07	24000	2	800
5	Sub gerencia de tesorería	UE-05-08		0	0
5	Equipo de trabajo	UE-05-09	12000	1	400
5	Secretaria	UE-05-10	12000	1	400
5	Jefatura de almacén y control patrimonial	UE-05-11	12000	1	400
4	Recepción	UE-04-01	24000	2	800
4	Sala de reuniones	UE-04-02	24000	2	800
4	Cuarto de Enlace (Archivos)	UE-04-03	18000	1,5	600
4	Area administrativa, Secretaria Sub gerencia de logística	UE-04-04	18000	1,5	600

TABLA II. 2 EQUIPOS – UNIDADES INTERIORES (CONTINUACIÓN)

Nivel	Ambiente	Equipo	BTU/H	Toneladas	Caudal
4	Sub gerente Logística	UE-04-05	18000	1,5	600
4	Gerente de RRHH	UE-04-06	18000	1,5	600
4	Secretaria	UE-04-07	12000	1	400
4	Area administrativa EFACO	UE-04-08	24000	2	800
4	Equipo de trabajo	UE-04-09	36000	3	1200
4	Area Administrativa EFSG	UE-04-10	24000	2	800
4	Sub gerente RRHH	UE-04-11	24000	2	800
4	Planillas	UE-04-12	18000	1,5	600
4	Sala de capacitación	UE-04-13	24000	2	800
3	Ejecutor y auxiliares coactivos	UE-03-01	48000	4	1600
3	Recepción	UE-03-02	24000	2	800
3	Sala de reuniones	UE-03-03	36000	3	1200
3	Sala de control y notificaciones	UE-03-04	24000	2	800
3	Personal administrativo	UE-03-05		0	0
3	Gerente de administración tributaria	UE-03-06	18000	1,5	600
3	Sub gerente de ejecutoria coactiva	UE-03-07	24000	2	800
3	Personal administrativo	UE-03-08	24000	2	800
3	Sub gerente de control y recaudación, especialista en cobranzas	UE-03-09	48000	4	1600
3	Fiscalización tributaria	UE-03-10	36000	3	1200
3	Personal registro tributario, Personal expedientes	UE-03-11	36000	3	1200
3	Archivo, Registro, Fiscalización tributaria	UE-03-12	12000	1	400
3	Call center	UE-03-13	12000	1	400
2	Sub gerente de defensa civil	UE-02-01	24000	2	800
2	Recepción	UE-02-02	12000	1	400
2	Sala de comisiones tecnicas	UE-02-03	24000	2	800
2	Inspecciones tecnicas	UE-02-04		0	0
2	Asistente legal, Secretarias	UE-02-05	24000	2	800
2	Sub gerente de obras privadas	UE-02-06	18000	1,5	600
2	Sub gerente de acceso al mercado	UE-02-07	24000	2	800
2	Practicante	UE-02-08	12000	1	400
2	Parametros precalificación y finalización de obra	UE-02-09	24000	2	800
2	Apoyo administrativo, Gerencia de autorizaciones y control urbano	UE-02-10	24000	2	800
2	Sub gerencia de acceso al mercado.	UE-02-11	24000	2	800
2	Sala de reuniones	UE-02-12	12000	1	400
2	Inspección ocular, Control y supervisión de obras	UE-02-13	24000	2	800
2	Gerente de autorizaciones y control urbano	UE-02-14	18000	1,5	600
1	Sectorista	UE-01-01	36000	3	1200
1	Recepción	UE-01-02	18000	1,5	600
1	Hall	UE-01-03	36000	3	1200
1	Hall	UE-01-04	36000	3	1200
1	Sum /Sala interna	UE-01-05	18000	1,5	600
1	Hall	UE-01-06	36000	3	1200
1	Hall	UE-01-07	36000	3	1200
1	Sum	UE-01-08	36000	3	1200
1	Hall	UE-01-09	36000	3	1200
1	Hall	UE-01-10	36000	3	1200
1	Sum	UE-01-11	24000	2	800
1	Atencion VPSI	UE-01-12	36000	3	1200
1	Supervisión de atención VPSI	UE-01-13	12000	1	400
5	Oficina 1	UE-S-01	12000	1	400
5	Gestión documentaria	UE-S-02	18000	1,5	600
5	Oficina 3	UE-S-03	12000	1	400
5	Oficina 2	UE-S-04	12000	1	400

Anexo III

TABLA III. 1 TABLA DE SELECCIÓN

Nominal		6"				9"				12"				15"				18"				21"			
Vios		2	3	4		2	3	4		2	3	4		2	3	4		2	3	4		2	3	4	
Q	Ak	0,013 m ²				0,028 m ²				0,048 m ²				0,074 m ²				0,105 m ²				0,143 m ²			
200 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)	4,3 m/s 14 Pa 27 dB(A) 2,4 1,7 1,4 1,2																							
250 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)	5,4 m/s 22 Pa 34 dB(A) 2,9 2,1 1,7 1,5																							
300 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)	6,5 m/s 32 Pa 40 dB(A) 3,5 2,5 2,0 1,8				3,0 m/s 7 Pa < 20 dB(A) 2,4 1,7 1,4 1,2																			
400 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)	8,7 m/s 56 Pa 49 dB(A) 4,7 3,3 2,7 2,4				4,0 m/s 12 Pa 28 dB(A) 3,2 2,3 1,9 1,6																			
500 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)					5,0 m/s 19 Pa 35 dB(A) 4,0 2,8 2,3 2,0				2,9 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 3,0 2,1 1,8 1,5															
600 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)					6,0 m/s 27 Pa 41 dB(A) 4,8 3,4 2,8 2,4				3,5 m/s 9 Pa 25 dB(A) 3,6 2,6 2,1 1,8				2,2 m/s 4 Pa < 20 dB(A) 2,9 2,1 1,7 1,5											
800 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)					8,0 m/s 48 Pa 50 dB(A) 6,4 4,5 3,7 3,2				4,6 m/s 16 Pa 35 dB(A) 4,9 3,4 2,8 2,4				3,0 m/s 7 Pa 22 dB(A) 3,9 2,8 2,3 2,0											
1.000 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)									5,8 m/s 25 Pa 42 dB(A) 6,1 4,3 3,5 3,0				3,7 m/s 10 Pa 30 dB(A) 4,9 3,5 2,8 2,4				2,6 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 4,1 2,9 2,4 2,0							
1.250 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)									7,2 m/s 39 Pa 49 dB(A) 7,6 5,4 4,4 3,8				4,7 m/s 16 Pa 37 dB(A) 6,1 4,3 3,5 3,1				3,3 m/s 8 Pa 27 dB(A) 5,1 3,6 3,0 2,6				2,4 m/s 4 Pa < 20 dB(A) 4,4 3,1 2,5 2,2			
1.500 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)													5,6 m/s 24 Pa 43 dB(A) 7,3 5,2 4,2 3,7				3,9 m/s 12 Pa 33 dB(A) 6,1 4,3 3,5 3,1				2,9 m/s 6 Pa 24 dB(A) 5,3 3,7 3,0 2,6			
2.000 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)													7,5 m/s 42 Pa 52 dB(A) 9,8 6,9 5,6 4,9				5,2 m/s 21 Pa 42 dB(A) 8,2 5,8 4,7 4,1				3,9 m/s 11 Pa 34 dB(A) 7,0 5,0 4,1 3,5			
2.500 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)																	6,5 m/s 32 Pa 49 dB(A) 10,2 7,2 5,9 5,1				4,8 m/s 18 Pa 41 dB(A) 8,8 6,2 5,1 4,4			
3.000 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25} (m)																					5,8 m/s 25 Pa 47 dB(A) 10,6 7,5 6,1 5,3			

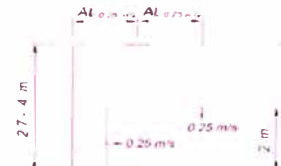
< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
>45 dB(A)

- Q** Caudal (m³/h) Airflow (m³/h) Débit (m³/h)
- ΔP** Pérdida de presión (Pa) Pressure loss (Pa) Perte de charge (Pa)
- L_w(A)** Potencia sonora (dB(A)) Sound power level (dB(A)) Puissance sonore (dB(A))
- V_k** Velocidad efectiva (m/s) Effective velocity (m/s) Vitesse effective (m/s)
- A_k** Área efectiva (m²) Effective area (m²) Aire effective (m²)
- Al_{0,25}** Alcance para velocidad max. de 0,25 (m/s) Throw for max. velocity of 0,25 (m/s) Portée pour vitesse max. de 0,25 (m/s)

La compuerta de regulación modifica la pérdida de carga y la potencia sonora del difusor según los factores que se detallan en la siguiente tabla

The apparatus blades change or modify the pressure loss and the sound power level of the diffuser according to the factors that are detailed in the following table

Le registre modifie la perte de charge et la puissance sonore du diffuseur selon les facteurs qui apparaissent ci-dessous



Apertura Compuerta <small>Blade (register opening) / Vitesse de registre</small>	FDP			F _{Lw} (A) (dB(A))		
	100%	50%	25%	100%	50%	25%
0	+1	+3,5	+12	+0	+18	+36
0,5	+1	+3	+10	+0	+12	+24
1	+2	+4	+5	+0	+1	+3
1,5	+3	+5,5	+14	+0	+18	+36