

## **1.- CALCULO VENTILACION**

## **INDICE 1 MEMORIA DE INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN**

### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

### **1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.**

### **1.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.**

- 1.3.1 Cálculo de la ventilación:
- 1.3.2 Instalación de los equipos
- 1.3.3 Red de conductos
- 1.3.4 Selección de Rejillas
- 1.3.5 Mantenimiento

## **BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVA ANEXO I: ESTUDIOS DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS**

## **ANEXO II: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y FILTRADO**

## **ANEXO III: RELACIÓN DE CAUDALES POR MÁQUINAS Y ESTANCIA**

## **ANEXO IV: CÁLCULO DE TEMPERATURA DE MEZCLA**

## 1 MEMORIA DE INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

### 1.1 Introducción.

El objeto del presente estudio es definir y precisar los requisitos y características de la instalación de ventilación del edificio de uso docente para enseñanza secundaria.

Se trata de una obra nueva de ampliación de un edificio existente, situado en la avenida de Guadalajara nº 2 de Madrid.

Las Obras que nos ocupan, consisten en la construcción de una nueva fase formada por un edificio de dos plantas con las siguientes estancias a ventilar:

<b>SUPERFICIES DE CALCULO PI-Baja</b>	<b>337,84</b>
SEMINARIO-1_PB	15,78
SEMINARIO-2_PB	15,79
SEMINARIO_3_PB	15,79
SEMINARIO-4_PB	15,75
SEMINARIO-5_PB	15,07
AULA DE ESO-1_PB	51,00
LABORATORIO_PB	60,76
SEMINARIO-6_PB	16,47
SEMINARIO-7_PB	15,32
AULA DE ESO-2_PB	55,36
AULA DE PLASTICA_PB	60,75
<b>SUPERFICIES DE CALCULO PI-1ª</b>	<b>454,65</b>
SEMINARIO-8_P1	13,83
AULA PLASTICA_P1	60,43
BIBLIOTECA	77,72
AULA ESO 3	53,65
AULA INFORMATICA	59,17
SEMINARIO-9_P1	15,41
SEMINARIO-10_P1	15,37
AULA ESO-4	48,96
AULA TECNOLOGIA_P1	110,11
<b>TOTAL PI-Baja + PI-1ª</b>	<b>792,49</b>

Por tanto, el estudio de la ventilación se refiere a estancias del tipo aulas distribuidas en las dos plantas considerando las ocupaciones y superficies que se indican en apartados posteriores. Los aseos, llevarán un sistema de extracción aparte.

Con motivo de reducir los costes energéticos y de implantación de la ventilación, nos acogemos a la posibilidad de aplicar el diseño de la ventilación por el **método de Calidad de Aire Percibido de acuerdo con el RITE**.

Siguiendo la clasificación indicada en el RITE y según el uso destinado a este edificio se deberá considerar la siguiente clasificación de Calidad del Aire Interior:

Aulas de secundaria: Clase IDA 2

## 1.2 Descripción de la instalación de ventilación.

Se dispondrá de una instalación de renovación de aire mediante Unidades de Ventilación y Filtrado de la marca Entorno Inspira, modelos EI, de diferentes caudales, distribuyendo la ventilación en las distintas estancias mediante conductos, rejillas de difusión y de extracción a través del falso techo. La distribución del aire desde los EI'S a las distintas aulas puede comprobarse en planos.

La instalación de ventilación aportará el caudal necesario para mantener una calidad del aire necesaria para cumplir los requerimientos del RITE teniendo en cuenta el método de Calidad del Aire Percibido.

Se procede a la instalación de una sonda de calidad de aire en el conducto de retorno de cada unidad de ventilación (EI), de modo que, en función de la calidad del aire ambiente de las aulas a las que se da servicio, se variará el caudal de aire de ventilación aportado por el EI, con el consiguiente ahorro energético que esto supone.

Los EI'S se situarán en el falso techo, previendo el espacio y accesos necesarios para la realización de futuras tareas de mantenimiento como se indica en la I.T.3.4.4.3.

Con el fin de facilitar las labores de mantenimiento, en cada EI se instala un presostato conectado a un piloto, que nos indica el estado de suciedad de los filtros de los equipos.

Cuando los filtros están sucios, el presostato enciende el piloto de señalización ubicado en una placa de falso techo debajo de cada EI, indicando la necesidad de limpiar o sustituir los filtros.

### 1.3 Cálculos justificativos.

La ocupación considerada para los distintos espacios, es la siguiente:

Seminarios: 13 personas  
Aulas: 31 personas  
Biblioteca: 33 personas  
Aula Tecnología: 34 personas

El caudal de aire exterior mínimo de ventilación se puede calcular de acuerdo con diversos procedimientos:

Caudal de aire exterior por persona.  
Caudal de aire exterior basado en la calidad del aire percibido.  
Caudal de aire exterior basado en la concentración de dióxido de carbono.  
Caudal de aire exterior por superficie.

Para el caso que nos ocupa y para lograr la mejor calidad de aire posible, con el menor caudal de aire primario y la mejor ventilación posible, utilizaremos el Método Directo por Calidad de Aire Percibido.

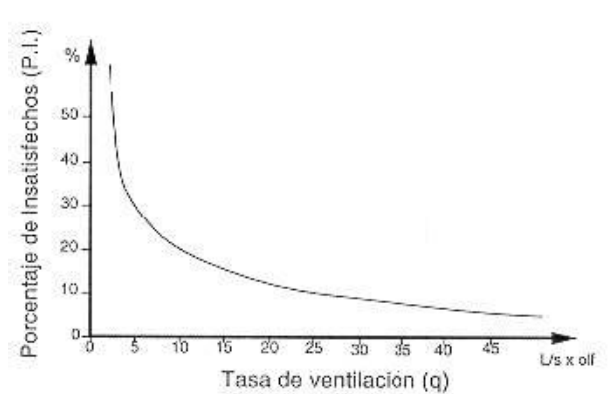
#### Método Directo por Calidad del Aire Percibido

Este método está basado en el informe CR 1752 (método olfativo) desarrollado principalmente por el profesor P. O. Fanger y su grupo de trabajo. Las conclusiones han sido aceptadas por la Comisión de la Comunidad Europea/Dirección General para la Ciencia, la Investigación y el Desarrollo, y han sido publicados con el título Guidelines for ventilation requirements in buildings.

En la norma UNE EN 13779 se permite mayor flexibilidad al método tradicional de determinación de caudales de ventilación requeridos.

Para esto desarrollaron dos nuevas unidades de medida olf y decipol

**Olf** (del latín olfactus) es la tasa de emisión de los contaminantes producidos por una persona estándar, adulta, (denominados bioefluentes) que trabaja en una oficina o en un puesto de trabajo de tipo no industrial, sedentario, en un ambiente térmico neutro, y con un nivel de higiene

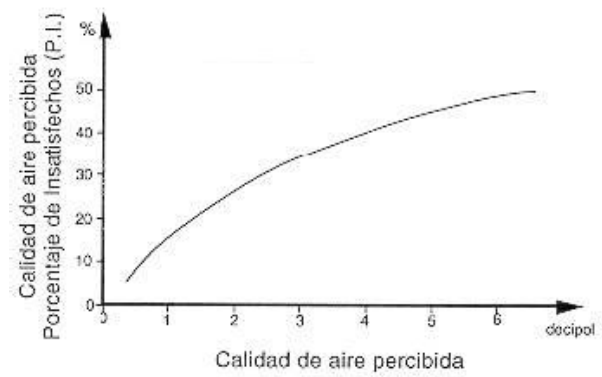


personal equivalente a 0,7 baños al día.

Fanger realizó estudios de campo con un gran número de personas que alojaba en entornos ventilados a diferentes tasas haciendo entrar a un panel de "oledores" al cabo de un cierto tiempo, preguntándoles si la calidad del aire interior les parecía aceptable.

Conocidos el número de personas y la tasa de ventilación fue capaz de desarrollar la gráfica presentada en la figura 1.1, que representa el porcentaje de personas que se declaran insatisfechas en un entorno ventilado con la tasa correspondiente.

**Decipol** (del latín pollutio) es la unidad de medida de la calidad del aire percibida y se define como la contaminación causada por una persona estándar (1 olf) con una tasa de ventilación de 10 l/s de aire no contaminado. 1 decipol = 0,1 olf/(l/s)



El decipol es directamente proporcional a la tasa de emisión de contaminantes e inversamente a la dilución originada por la ventilación. Figura 1.2

La figura 1.2 representa los mismos datos que la figura 1.1, pero en términos de decipol frente al porcentaje de insatisfechos.

La técnica para la determinación de caudales de ventilación se basa en la denominada carga sensorial de contaminación producida por los ocupantes y otros focos de contaminación, con lo que introduce un factor diferencial importante respecto de las técnicas clásicas que sólo consideraban los ocupantes como emisores de polución. Se trata de calcular los dos focos principales: personas y materiales; además de tener en consideración la calidad percibida del

aire exterior.

En cuanto a la carga sensorial aportada por las personas se pueden emplear los siguientes valores, siempre basados en datos experimentales aportados por Fanger:

Tasa de actividad	% fumadores (*)	Carga sensorial olf/ocupante
Sedentarios 1 a 1,2 met**	0 %	1
	20 %	2
	40 %	3
	100%	6
Ligera hasta 3 met	0 %	4
Moderada hasta 6 met		10
Alta (ejercicio físico) hasta 10 met		20
Guarderías (3 a 6 años) 2,7 met	No aplicable	1,2
Escuelas (6 a 16 años) 1,2 met		1,3
(*) Consumo promedio de 1,2 cigarrillos/hora (**) Medida del metabolismo (mide la energía consumida)		

En cuanto a la carga sensorial aportada por el edificio se pueden emplear los siguientes datos:

Tipo de edificio	Carga sensorial olf/m²	
	Promedio	Rango (*)
Oficinas convencionales	0,3	0,02 -0,95
Edificios poco contaminantes (por ejemplo con materiales de baja emisión certificada)	-	0,05 -0,1
Escuelas	0,3	0,12 – 0,54
Guarderías	0,4	0,20 – 0,74
Salón de actos	0,5	0,13 – 1,32

(\*) Datos obtenidos experimentalmente

Por último en cuanto al aire exterior.

Tipo de entorno	Calidad del aire percibida	Ejemplos de indicadores de contaminación (*)		
	Estimación Decipol	CO mg/m³	NO2 µg/m³	SO2 µg/m³
Entorno rural no contaminado	0	0-0,2	2	1
Entorno con contaminación ligera	<0,1	1-2	5-20	5-20
Entorno con contaminación elevada	>0,5	4-6	50-80	50-100

(\*) Valores promedio anuales

En correspondencia con el RITE del 13 de abril de 2013, se consideraran los siguientes valores de decipols en cuanto a la calidad del aire exterior

ODA 1 • 0,1 decipol ODA  
2 • 0,2 decipol ODA 3 •  
0,5 decipol

La norma UNE EN 13779 incluye en su sección 5.2.5.3 Clasificación de la calidad del aire interior por la calidad de aire percibida en decipols, la siguiente tabla:

Categoría	Calidad del aire interior percibida en decipols	
	Intervalo típico	Valor por defecto
IDA 1	< 1,0	0,8
IDA 2	1,0 – 1,4	1,2
IDA 3	1,4 – 2,5	2
IDA 4	> 2,5	3

### 1.3.1 Cálculo de la ventilación:

A continuación indicamos el cálculo de las necesidades de ventilación.

Se considera el edificio construido con materiales convencionales con las siguientes superficies a tratar y ocupación estimada.



PLANTA	DESCRIPCION	OCUPACION	AREA (M2)	IDA
Baja	Seminario 1	13	15,78	2
Baja	Seminario 2	13	15,79	2
Baja	Seminario 3	13	15,79	2
Baja	Seminario 4	13	15,75	2
Baja	Seminario 5	13	15,07	2
Baja	Aula ESO 1	31	51,00	2
Baja	Laboratorio	31	60,76	2
Baja	Seminario 6	13	16,47	2
Baja	Seminario 7	13	15,32	2

Baja	Aula ESO 2	31	55,36	2
Baja	Aula Música	31	60,75	2
Primera	Seminario 8	13	13,83	2
Primera	Aula de Plástica	31	60,43	2
Primera	Biblioteca	33	77,72	2
Primera	Aula ESO 3	31	53,65	2
Primera	Aula Informática	31	59,17	2
Primera	Seminario 9	13	15,41	2
Primera	Seminario 10	13	15,37	2
Primera	Aula ESO 4	31	48,96	2
Primera	Aula Tecnología	34	110,11	2

**OCUPACIÓN TOTAL: 445 PERSONAS**

**SUPERFICIE TOTAL 792,49 M2**

El Edificio se encuentra localizado en la Avenida de Guadalajara nº 126 de Madrid, correspondiéndose con la estación de medición de Moratalaz sita en la Avenida Moratalaz esquina Camino de Vinateros, perteneciente a la red de medición de calidad de aire de la Comunidad de Madrid, por lo que la contaminación del aire exterior es media. Es decir, calidad de aire exterior percibida es ODA 2 de acuerdo al RITE, le asignamos 0,2 decipol.

La ecuación general aplicable a la determinación de caudales de ventilación por C.A.P. (cantidad de aire percibida):

G

$Q = xEp$

$C_{int} - C_{ext}$

Para realizar los cálculos de acuerdo a la calidad del aire percibido, esta fórmula debe ser modificada como sigue:

$$Q = \frac{G_o}{C_{api} - C_{ape}} \cdot E_p$$

Donde:

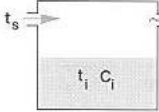
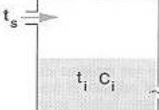
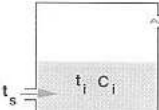
$G_o$  = Carga sensorial total en olf  $C_{api}$  = Calidad del aire interior percibida en decipol  $C_{ape}$  = Calidad del aire exterior percibida en decipol  $E_p$  = Ratio de eficacia de purificación

Se incluye el factor 10 por la conversión de olf a decipol

**Reducción de carga sensorial debida a la Eficacia de la purificación.**

Para lograr la reducción de la carga sensorial se utiliza el concepto de los sumideros de contaminación (DITE Calidad de Aire, Atecyr 2006). En este caso, se estima utilizar el sistema de purificación de aire marca Entorno Inspira (EI'S) que tiene una eficiencia probada del 91% , con lo que la carga sensorial disminuye notablemente.

Así mismo, debemos tener en cuenta la eficacia de la ventilación, al tratarse de un sistema de mezcla diferencial de temperatura aproximado de 0 a 2°C, tendremos una  $E_v$  de 0,9.

Principio de ventilación	Diferencia de temperaturas entre suministro de aire y zona respiratoria ( $t_s - t_i$ ) °C	Eficacia de la ventilación
Ventilación por mezcla 	$\leq 0$ 0 - 2 2 - 5 $> 5$	0,9 - 1,0 0,9 0,8 0,4 - 0,7
Ventilación por mezcla 	$\leq 5$ 0 - 5 $> 0$	0,9 0,9 - 1,0 1,0
Ventilación por desplazamiento 	$> 2$ 0 - 2 $\leq 0$	0,2 - 0,7 0,7 - 0,9 1,2 - 1,4

Por lo que podemos calcular lo siguiente:

$$G_o \cdot E_p \cdot 1$$

$$Q = 10 \cdot x$$

$$C_{api} - C_{ape} \cdot E_v$$

$E_p$  = Eficacia del sistema de purificación = 91% = 0,9  $E_v$  = Eficacia de la ventilación = 0,9

Con lo que tendremos:

$$Q = 10 \times \frac{G_0}{C_{pi} - C_{pe}}$$

Simplificando:

$$Q = 10 \times \frac{G_0}{C_{pi} - C_{pe}}$$

Por lo tanto, la utilización de sistemas de purificación (sumideros de contaminación) que reduzcan la carga sensorial implicará una reducción de los caudales de aire

primario de ventilación. Esto redundará en menores costes energéticos y una mejora de la calidad del aire.

#### Cálculo de la velocidad media del aire según la I.T.1.1.4.1.3.

Como se menciona, la difusión se hace por mezcla, por lo que la velocidad media se calcula como:

$$V = \frac{t}{100} = \frac{0,07}{100} = 0,0007 \text{ m/s}$$

Este valor está dentro de los límites de 0 a 1 m/s establecidos para una intensidad de turbulencia del 40% y un PPD por corrientes de aire del 15%.

#### Resultados:

Para que los EI'S tengan la eficacia anteriormente reseñada, se deben dimensionar para un número determinado de recirculaciones de aire (factor de recirculación). Este cálculo viene dado por los siguientes factores:

- Volumen del espacio a tratar.
- Caudal de aire Primario.
- Tasa de emisión de contaminantes: en el aire exterior e interior.
- Eficacia del sistema de filtración.

Todas las estancias tienen el mismo tipo de actividad e IDA, por lo que para simplificar los cálculos se

agrupan como se indica a continuación:

- **Aulas de Secundaria, Biblioteca y Seminarios**

Se debe alcanzar una calidad del aire interior media IDA 2 tal como exige el RITE (Tabla 8 Norma UNE EN 13779 de mayo 2008).

La carga sensorial total en olf es función de los factores siguientes:

Carga sensorial debida a los ocupantes:

- Para actividad de escuelas, corresponde 1,3 olf/ocupante.

445 ocupantes x 1,3 olf/ocupante= 578,50 olf

Carga sensorial debida al edificio:

- De acuerdo a la tipología del edificio se estiman 0,3 olf/m<sup>2</sup>  
 $792,49 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ olf/m}^2 = 237,75 \text{ olf}$

Carga sensorial aulas y seminarios: 816,25 olf

La calidad del aire exterior corresponde a ODA 2, por lo que se le asignan 0,2 decipols; y para una IDA 2 la calidad del aire interior percibida será de 1,2 decipols.

Go 816,25

$$Q = 10 \times xEp = 10 \times 0,10 = 816,25 \text{ l/s}$$

Capi- Cape 1,2 - 0,2

**De acuerdo a esta metodología en las aulas se requerirá un caudal de aire primario de 816,25 l/s.**

**El cauda de ventilación resultante es de 1,83 l/s-persona.**

### 1.3.2 Instalación de los equipos

#### Unidades de Ventilación y Filtrado marca Entorno Inspira (EI)

De acuerdo con los cálculos de requerimiento de aire primario de ventilación se deben instalar unidades EI S que consigan los siguientes caudales:

Caudal total de aire primario  $Q = 816,25 \text{ l/s} = 2.938,50 \text{ m}^3/\text{h}$   
Caudal de recirculación del EI'S

Para obtener valores de retención de contaminación del orden del 91%, los EI's deben recircular el Aire teniendo en cuenta la calidad del Aire exterior ODA, interior IDA y el caudal de Aire primario, en este caso: Para ODA2e IDA 2, Caudal de Aire total a tratar =  $3,3 \times Q$   $Q$  total =  $3,3 \times 2.938,50 = 9.697,05 \text{ m}^3/\text{h}$

Para lograr los citados caudales se instalarán un total de 4 Unidades EI'S de la marca ENTORNO INSPIRA; en planta baja se instalarán 2 uds modelo EI 1124 con un caudal de aire unitario de 2400 m<sup>3</sup>/h.; y en planta primera se instalarán 1 ud modelo EI 1130 con un caudal de aire unitario de 3000 m<sup>3</sup>/h; y 1 unidad modelo EI 1124 con un caudal de aire unitario de 2400 m<sup>3</sup>/h.

Todas estas unidades serán capaces de aportar y procesar el aire necesario según el método de diseño de Calidad de Aire Percibido del RITE. En el anexo III de esta memoria se indica la relación de caudales a considerar.

Los EI'S irán instalados en los falsos techos, dando servicio de la siguiente manera:

Conducción de aire hasta rejillas de impulsión desde la máquina en falsos techos.

Retorno de aire: conducido mediante conducto desde las rejillas de retorno de cada aula hasta el equipo.

Toma de aire primario desde el exterior a conectar con el conducto de retorno.

Los EI'S incluirán la siguiente batería de filtros:

G4 + F8 + CPZ + H14

Los mencionados niveles de filtrado son superiores a los exigidos en el RITE.

#### Cumplimiento de la I.T.1.1.4.2.5 aire de extracción

El aire recirculado, en función del apartado 1 de la I.T.1.1.4.2.5, puede clasificarse como **AE1 (bajo nivel de contaminación)**: aire extraído de oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones, espacios de uso, escaleras y pasillos.

Por lo que tal y como se indica en el apartado 3 de la misma instrucción del RITE, puede ser retornado al local.

Por otro lado, la I.T.1.2.4.5.2 sobre recuperación de calor del aire de extracción indica que cuando el caudal de aire expulsado al exterior por medios mecánicos supera  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1.800 \text{ m}^3/\text{h}$ ) la energía del aire expulsado ha de recuperarse.

El sistema introduce aire primario, lo mezcla con el aire extraído (AE1) y lo devuelve tratado, en función de las exigencias IDA/ODA del RITE. De esta forma el aire AE1 se convierte en caudal de recirculación no siendo expulsado al exterior, por lo que no se requiere recuperación de calor.

### 1.3.3 Red de conductos

#### Métodos de dimensionamiento

Tanto el circuito de impulsión como el circuito de retorno se han calculado usando el método de Rozamiento constante.

Método de rozamiento constante

Consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

El trazado de la red de conductos de ventilación desde la unidad de aportación y tratamiento de aire a las distintas dependencias se indica en el plano correspondiente, con las secciones necesarias en cada caso. Se realizará por los falsos techos en montaje suspendido del forjado según se indica en planos.

Los conductos cumplirán con las exigencias en materiales y fabricación exigidas en la UNE-EN 12237 para conductos metálicos y la UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

Conductos									
Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	□ (mm)	L (m)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
UTA-2-Planta baja	N62-Planta baja	2143.3	400x300	5.3	377.7	2.33		1.72	
UTA-2-Planta baja	N52-Planta baja	256.7	150x100	5.1	133.2	0.66		1.64	

Conductos									
Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	□ (mm)	L (m)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
UTA-2-Planta baja	N77-Planta baja	2400.0	400x300	5.9	377.7	1.57		64.48	
N53-Planta baja	N56-Planta baja	1565.3	400x250	4.7	343.3	4.07		70.88	
N53-Planta baja	A30-Planta baja	327.0	200x200	2.4	218.6	2.25	7.33	80.14	6.13
N56-Planta baja	N73-Planta baja	804.5	250x250	3.8	273.3	7.57		75.56	
N56-Planta baja	A19-Planta baja	760.9	300x300	2.5	327.9	2.22	10.27	85.11	1.16
N73-Planta baja	A27-Planta baja	402.2	200x200	3.0	218.6	3.04	7.20	84.36	1.90
N73-Planta baja	A26-Planta baja	402.2	200x200	3.0	218.6	0.89	7.20	86.27	
N54-Planta baja	N74-Planta baja	182.5	250x200	1.1	244.1	2.89		18.41	
N54-Planta baja	A31-Planta baja	15.0	100x100	0.4	109.3	1.61	0.05	19.72	37.33
N74-Planta baja	A29-Planta baja	93.8	100x100	2.8	109.3	7.05	0.29	26.32	30.73
N74-Planta baja	A28-Planta baja	88.7	100x100	2.6	109.3	0.89	0.11	57.05	
N52-Planta baja	N85-Planta baja	256.7	150x100	5.1	133.2	1.37		7.78	
UTA-1-Planta baja	A48-Planta baja	2280.0	400x300	5.7	377.7	4.26	7.44	20.11	
UTA-1-Planta baja	N76-Planta baja	150.0	100x100	4.4	109.3	9.60		28.60	
UTA-1-Planta baja	N14-Planta baja	2400.0	400x300	5.9	377.7	1.84		42.60	
A40-Planta baja	A40-Planta baja	25.0	100x100	0.7	109.3	0.40	0.03	31.03	3.90
N14-Planta baja	A37-Planta baja	839.5	250x250	4.0	273.3	1.58	5.57	49.84	18.94
N14-Planta baja	A37-Planta baja	554.3	250x200	3.3	244.1	2.01	5.27	52.43	16.35
N14-Planta baja	A37-Planta baja	277.0	200x150	2.7	188.9	5.31	5.26	56.47	12.31
N14-Planta baja	N84-Planta baja	1560.5	300x300	5.1	327.9	4.00		51.54	
N63-Planta baja	A43-Planta baja	612.5	250x250	2.9	273.3	5.65	6.65	67.43	1.35
N63-Planta baja	A42-Planta baja	682.9	250x200	4.1	244.1	2.73	5.19	66.24	2.54
N63-Planta baja	A42-Planta baja	341.5	200x200	2.5	218.6	3.89	5.19	68.78	
N76-Planta baja	A40-Planta baja	75.0	100x100	2.2	109.3	0.99	0.03	29.53	5.40
N76-Planta baja	A40-Planta baja	50.0	100x100	1.5	109.3	2.96	0.03	30.56	4.37
N76-Planta baja	A40-Planta baja	25.0	100x100	0.7	109.3	2.82		30.82	
N76-Planta baja	N78-Planta baja	75.0	100x100	2.2	109.3	5.30		32.97	
N78-Planta baja	A46-Planta baja	25.0	100x100	0.7	109.3	4.86	0.13	33.73	1.20

Conductos									
Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	□ (mm)	L (m)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
N78-Planta baja	A45-Planta baja	50.0	100x100	1.5	109.3	3.24	0.13	34.51	0.42
N78-Planta baja	A45-Planta baja	25.0	100x100	0.7	109.3	3.67	0.03	34.93	
N84-Planta baja	N63-Planta baja	1295.4	300x300	4.3	327.9	7.09		55.50	
N84-Planta baja	A41-Planta baja	265.2	200x150	2.6	188.9	7.30	4.82	65.61	3.17
N62-Planta baja	A36-Planta baja	2143.3	400x300	5.3	377.7	14.98	6.58	30.76	
N85-Planta baja	N54-Planta baja	197.5	150x100	3.9	133.2	4.98		19.62	
N85-Planta baja	N88-Planta baja	59.2	100x100	1.8	109.3	3.64	0.10	9.53	47.52
N85-Planta baja	N88-Planta baja	27.9	100x100	0.8	109.3	0.26		9.47	
N88-Planta baja	A52-Planta baja	27.9	100x100	0.8	109.3	4.99	0.08	10.35	46.70
N77-Planta baja	N53-Planta baja	1892.4	400x300	4.7	377.7	2.93		67.86	
N77-Planta baja	A47-Planta baja	507.6	250x200	3.0	244.1	5.74	9.44	80.86	5.41
N77-Planta baja	A47-Planta baja	238.9	200x150	2.4	188.9	12.00	7.46	85.25	1.02
UTA-PL-1ª-2-Planta 1ª	N97-Planta 1ª	2216.7	400x300	5.5	377.7	1.21		0.95	
UTA-PL-1ª-2-Planta 1ª	N73-Planta 1ª	783.3	200x200	5.8	218.6	2.06		3.48	
UTA-PL-1ª-2-Planta 1ª	N67-Planta 1ª	3000.0	600x300	5.1	457.0	2.53		34.81	
N48-Planta 1ª	A27-Planta 1ª	491.9	250x200	2.9	244.1	2.81	7.54	71.66	
N48-Planta 1ª	A26-Planta 1ª	282.4	200x150	2.8	188.9	6.25	0.62	70.03	1.63
N53-Planta 1ª	A34-Planta 1ª	100.0	100x100	3.0	109.3	0.96	0.06	27.06	2.01
N53-Planta 1ª	A30-Planta 1ª	187.1	150x150	2.5	164.0	5.81	0.84	29.07	
N55-Planta 1ª	N53-Planta 1ª	287.1	150x150	3.8	164.0	6.19		23.07	
N55-Planta 1ª	N57-Planta 1ª	200.0	150x100	4.0	133.2	2.16		21.32	
N57-Planta 1ª	A28-Planta 1ª	100.0	100x100	3.0	109.3	0.99	0.24	25.53	3.54
N57-Planta 1ª	A29-Planta 1ª	100.0	100x100	3.0	109.3	2.89	0.24	26.79	2.28
UTA-PL-1ª-1-Planta 1ª	A51-Planta 1ª	2850.0	500x300	5.7	420.0	10.82	11.63	29.26	



Conductos									
Tramo		Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	□ (mm)	L (m)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
UTA-PL-1ª-1-Planta 1ª	N75-Planta 1ª	150.0	100x100	4.4	109.3	4.67		13.15	
UTA-PL-1ª-1-Planta 1ª	N72-Planta 1ª	3000.0	600x300	5.1	457.0	1.76		42.19	
N65-Planta 1ª	A31-Planta 1ª	2216.7	400x300	5.5	377.7	2.92	7.04	23.24	
N97-Planta 1ª	N65-Planta 1ª	2216.7	400x300	5.5	377.7	1.02		5.27	
N68-Planta 1ª	A43-Planta 1ª	474.0	250x200	2.8	244.1	5.17	7.00	58.85	7.90
N68-Planta 1ª	A42-Planta 1ª	474.0	250x200	2.8	244.1	4.53	7.00	58.60	8.15
N72-Planta 1ª	N68-Planta 1ª	948.1	300x250	3.7	299.1	7.14		46.88	
N72-Planta 1ª	A45-Planta 1ª	537.7	250x250	2.5	273.3	8.34	5.13	55.14	11.61
N72-Planta 1ª	N70-Planta 1ª	1514.2	400x250	4.5	343.3	12.49		57.76	
N75-Planta 1ª	N80-Planta 1ª	125.0	100x100	3.7	109.3	6.96		28.55	
N75-Planta 1ª	A38-Planta 1ª	25.0	100x100	0.7	109.3	1.04	0.13	13.45	23.42
N67-Planta 1ª	N84-Planta 1ª	582.9	250x200	3.5	244.1	3.29		42.28	
N67-Planta 1ª	N22-Planta 1ª	2417.1	500x300	4.8	420.0	7.01		48.75	
N73-Planta 1ª	N55-Planta 1ª	487.1	200x150	4.8	188.9	6.84		15.30	
N73-Planta 1ª	N78-Planta 1ª	296.2	150x150	3.9	164.0	2.69		8.36	
N78-Planta 1ª	A48-Planta 1ª	56.1	100x100	1.7	109.3	5.02	0.17	12.75	16.32
N78-Planta 1ª	A50-Planta 1ª	185.3	150x150	2.4	164.0	2.35	0.30	11.52	17.55
N78-Planta 1ª	A49-Planta 1ª	54.8	100x100	1.6	109.3	2.41	0.16	7.09	21.98
N70-Planta 1ª	A44-Planta 1ª	755.2	300x250	3.0	299.1	6.98	6.34	66.41	0.34
N70-Planta 1ª	A46-Planta 1ª	759.0	300x300	2.5	327.9	1.14	6.41	66.75	
N84-Planta 1ª	N86-Planta 1ª	582.9	250x200	3.5	244.1	15.58		53.91	
N50-Planta 1ª	N48-Planta 1ª	774.3	250x250	3.7	273.3	2.85		63.96	
N50-Planta 1ª	A15-Planta 1ª	491.9	250x200	2.9	244.1	0.99	7.54	69.39	2.27
N22-Planta 1ª	N59-Planta 1ª	1841.6	400x300	4.6	377.7	5.03		51.27	
N22-Planta 1ª	A5-Planta 1ª	575.4	250x250	2.7	273.3	1.41	10.32	62.54	9.12
N59-Planta 1ª	N50-Planta 1ª	1266.2	300x300	4.2	327.9	6.48		58.04	
N59-Planta 1ª	A14-Planta 1ª	575.4	250x250	2.7	273.3	1.33	10.32	64.29	7.37

Conductos									
Tramo		Q (m <sup>3</sup> /h)	w x h (mm)	V (m/s)	□ (mm)	L (m)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
N52-Planta 1 <sup>a</sup>	A37-Planta 1 <sup>a</sup>	25.0	100x100	0.7	109.3	6.45	0.13	36.86	
N80-Planta 1 <sup>a</sup>	N96-Planta 1 <sup>a</sup>	125.0	100x100	3.7	109.3	1.41		32.21	
N74-Planta 1 <sup>a</sup>	N52-Planta 1 <sup>a</sup>	25.0	100x100	0.7	109.3	1.42		35.91	
N74-Planta 1 <sup>a</sup>	A33-Planta 1 <sup>a</sup>	50.0	100x100	1.5	109.3	0.75	0.06	36.80	0.06
N96-Planta 1 <sup>a</sup>	N74-Planta 1 <sup>a</sup>	75.0	100x100	2.2	109.3	3.99		35.73	
N96-Planta 1 <sup>a</sup>	A53-Planta 1 <sup>a</sup>	50.0	100x100	1.5	109.3	0.78	0.06	32.89	3.97
N86-Planta 1 <sup>a</sup>	A54-Planta 1 <sup>a</sup>	294.9	200x150	2.9	188.9	0.57	5.96	62.27	9.39
N86-Planta 1 <sup>a</sup>	A47-Planta 1 <sup>a</sup>	288.0	200x150	2.9	188.9	2.09	5.68	60.89	10.77
Abreviaturas utilizadas									
Q	Caudal			L	Longitud				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			□P <sub>1</sub>	Pérdida de presión				
V	Velocidad			□P	Pérdida de presión acumulada				
□	Diámetro equivalente.			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				

Difusores y rejillas									
Tipo	□ (mm)	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	P (dBA)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
A27-Planta baja: Rejilla de impulsión		525x125	402.2	360.00	7.5	< 20 dB	7.20	84.36	1.90
A19-Planta baja: Rejilla de impulsión		425x225	760.9	570.00	11.2	24.8	10.27	85.11	1.16
A26-Planta baja: Rejilla de impulsión		525x125	402.2	360.00	7.5	< 20 dB	7.20	86.27	0.00
A29-Planta baja: Rejilla de retorno		525x125	93.8	280.00		< 20 dB	0.29	26.32	30.73
A28-Planta baja: Rejilla de retorno		425x225	88.7	440.00		< 20 dB	0.11	57.05	0.00
A36-Planta baja: Rejilla de toma de aire		800x330	2143.3	1347.06		29.2	6.58	30.76	0.00
A31-Planta baja: Rejilla de retorno		225x125	15.0	110.00		< 20 dB	0.05	19.72	37.33
A37-Planta baja: Rejilla de impulsión		425x125	277.0	290.00	5.7	< 20 dB	5.26	56.47	12.31
A40-Planta baja: Rejilla de retorno		425x125	25.0	220.00		< 20 dB	0.03	31.03	3.90
A48-Planta baja: Rejilla de toma de aire		800x330	2280.0	1347.06		31.1	7.44	20.11	0.00
A43-Planta baja: Rejilla de impulsión		825x125	612.5	570.00	9.0	< 20 dB	6.65	67.43	1.35
A42-Planta baja: Rejilla de impulsión		525x125	341.5	360.00	6.3	< 20 dB	5.19	68.78	0.00
A46-Planta baja: Rejilla de retorno		225x125	25.0	110.00		< 20 dB	0.13	33.73	1.20
A45-Planta baja: Rejilla de retorno		425x125	25.0	220.00		< 20 dB	0.03	34.93	0.00
A41-Planta baja: Rejilla de impulsión		425x125	265.2	290.00	5.5	< 20 dB	4.82	65.61	3.17
A52-Planta baja: Rejilla de retorno		325x125	27.9	160.00		< 20 dB	0.08	10.35	46.70
A47-Planta baja: Rejilla de impulsión		325x125	238.9	210.00	5.8	< 20 dB	7.46	85.25	1.02
A30-Planta baja: Rejilla de impulsión		425x125	327.0	290.00	6.8	< 20 dB	7.33	80.14	6.13
A27-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	491.9	430.00	8.4	20.1	7.54	71.66	0.00
A26-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		425x325	282.4	860.00	3.4	< 20 dB	0.62	70.03	1.63
A31-Planta 1ª: Rejilla de toma de aire		800x330	2216.7	1347.06		30.2	7.04	23.24	0.00
A28-Planta 1ª: Rejilla de retorno		325x225	100.0	330.00		< 20 dB	0.24	25.53	3.54

Difusores y rejillas									
Tipo	□ (mm)	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	P (dBA)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
A29-Planta 1ª: Rejilla de retorno		325x225	100.0	330.00		< 20 dB	0.24	26.79	2.28
A34-Planta 1ª: Rejilla de retorno		425x325	100.0	660.00		< 20 dB	0.06	27.06	2.01
A51-Planta 1ª: Rejilla de toma de aire		800x330	2850.0	1347.06		37.8	11.63	29.26	0.00
A43-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	474.0	430.00	8.1	< 20 dB	7.00	58.85	7.90
A42-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	474.0	430.00	8.1	< 20 dB	7.00	58.60	8.15
A45-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		825x125	537.7	570.00	7.9	< 20 dB	5.13	55.14	11.61
A44-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		525x225	755.2	720.00	9.9	< 20 dB	6.34	66.41	0.34
A37-Planta 1ª: Rejilla de retorno		225x125	25.0	110.00		< 20 dB	0.13	36.86	0.00
A38-Planta 1ª: Rejilla de retorno		225x125	25.0	110.00		< 20 dB	0.13	13.45	23.42
A47-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		425x125	288.0	290.00	6.0	< 20 dB	5.68	60.89	10.77
A48-Planta 1ª: Rejilla de retorno		425x125	56.1	220.00		< 20 dB	0.17	12.75	16.32
A50-Planta 1ª: Rejilla de retorno		525x225	185.3	550.00		< 20 dB	0.30	11.52	17.55
A49-Planta 1ª: Rejilla de retorno		425x125	54.8	220.00		< 20 dB	0.16	7.09	21.98
A46-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		1025x125	759.0	720.00	10.0	< 20 dB	6.41	66.75	0.00
A15-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	491.9	430.00	8.4	20.1	7.54	69.39	2.27
A30-Planta 1ª: Rejilla de retorno		325x225	187.1	330.00		< 20 dB	0.84	29.07	0.00
A5-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	575.4	430.00	9.8	24.9	10.32	62.54	9.12
A14-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		325x225	575.4	430.00	9.8	24.9	10.32	64.29	7.37
A33-Planta 1ª: Rejilla de retorno		325x225	50.0	330.00		< 20 dB	0.06	36.80	0.06
A53-Planta 1ª: Rejilla de retorno		325x225	50.0	330.00		< 20 dB	0.06	32.89	3.97
A54-Planta 1ª: Rejilla de impulsión		425x125	294.9	290.00	6.1	< 20 dB	5.96	62.27	9.39
N14 -> A37, (2.60, -10.15), 1.58 m: Rejilla de impulsión		425x125	285.2	290.00	5.9	< 20 dB	5.57	49.84	18.94

Difusores y rejillas									
Tipo	□ (mm)	w x h (mm)	Q (m³/h)	A (cm²)	X (m)	P (dBA)	□P <sub>1</sub> (Pa)	□P (Pa)	D (Pa)
N14 -> A37, (2.60, -12.16), 3.58 m: Rejilla de impulsión		425x125	277.3	290.00	5.7	< 20 dB	5.27	52.43	16.35
N63 -> A42, (13.69, -5.85), 2.73 m: Rejilla de impulsión		525x125	341.5	360.00	6.3	< 20 dB	5.19	66.24	2.54
N76 -> A40, (4.64, -10.19), 0.99 m: Rejilla de retorno		425x125	25.0	220.00		< 20 dB	0.03	29.53	5.40
N76 -> A40, (4.64, -13.15), 3.95 m: Rejilla de retorno		425x125	25.0	220.00		< 20 dB	0.03	30.56	4.37
N78 -> A45, (9.54, -6.36), 2.84 m: Rejilla de retorno		225x125	25.0	110.00		< 20 dB	0.13	34.51	0.42
N85 -> N88, (4.64, -20.30), 3.64 m: Rejilla de retorno		325x125	31.3	160.00		< 20 dB	0.10	9.53	47.52
N77 -> A47, (1.41, -19.83), 5.74 m: Rejilla de impulsión		325x125	268.8	210.00	6.5	23.6	9.44	80.86	5.41
Abreviaturas utilizadas									
□	Diámetro		P	Potencia sonora					
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)		□P <sub>1</sub>	Pérdida de presión					
Q	Caudal		□P	Pérdida de presión acumulada					
A	Área efectiva		D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable					
X	Alcance								

## Exigencias de calidad de ambiente acústico

Conforme al documento básico DBHR: "El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido".

En la tabla B del REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, se indican los niveles máximos de ruido permitidos en el interior de los recintos para aulas no superará los 35dBs.

Los equipos, según características técnicas tienen una potencia sonora entre 32 y 48 dBs en función de la regulación. Los equipos se regularán para cumplir con la exigencia mencionada de 35dBs.

### 1.3.4 Selección de Rejillas

Se usarán rejillas y difusores terminales cuyo nivel de potencia generado por el paso del aire acondicionado cumplan la condición:

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T - 14 \text{ [dB]} \quad (3.36), \text{ siendo}$$

$L_w$  nivel de potencia acústica de la rejilla, [dB];

$L_{eqA,T}$  valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, establecido en la tabla D.1, del Anejo D, en función del uso del edificio, del tipo de recinto y del tramo horario, [dBA].

T tiempo de reverberación del recinto [s];

V volumen del recinto, [m<sup>3</sup>].

Se cumplirá con lo establecido en el DB HR 3.3.2.2, de modo que se seleccionarán siempre para el nivel sonoro, alcance y la pérdida de carga debida a las rejillas estén entre unos márgenes correctos de funcionamiento.

### 1.3.5 Mantenimiento

Para mantener los niveles de Calidad de Aire, Ventilación y Ahorro Energético, los Ei,s requieren de un mantenimiento periódico que consta una revisión y limpieza anual tal y como indica el RITE en la tabla 3.1. del apartado I.T.3.3 incluyendo la sustitución de filtros si se comprueba la necesidad y, en cualquier caso, se observarán las especificaciones indicadas por el fabricante.

## BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVA

Indoor Air Quality Handbook. McGraw Hill, John Spengler, Johnathan M. Sammet, John McCarthy. 2000. Bioaerosols. Assessment and Control. ACGIH. 1999 Bioaerosols. Center for Indoor Air Research. Harriet A.Burge. 1995 Indoor Air Quality Workbook. Jeff Burton. 1990 Building Air Quality. A guide for buildings owners and facility managers. EPA. 1991. Industrial ventilation. Jeff Burton. 1990 Handbook of Ventilation for Contaminant Control. Henty J. McDermott. 1996 Indoor Air Quality. Solutions and strategy. Steve M.Hays, Ronald V. Gobbel, Nicholas R. Ganick. McGraw Hill. 1995 Influence of air Diffuser Layout on the Ventilation Workstations. Contruction Technology Update No.37, June 2000 by C.Y. Shaw. DTIE Calidad de Aire Interior, Atecyr, Paulino Pastor, 2006 Reglamento de Instalaciones Técnicas de la Edificación. RITE Norma UNE EN 13779-Septiembre 2005 Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los distamas de ventilación y acondicionamiento de recintos. ASHRAE Standard 62-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE Standard 52.2-1999 Methods of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size. ASHRAE Standard 51.1-1992 Gravimetric and Dust Spot Procedures for Testing Air Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter.

Norma UNE En 779 Marzo 1996. Filtros de aire utilizador en ventilación general para eliminación de partículas. Requisitos, ensayos y marcado. VDI 6022 Hygienic Standards for Ventilation and Air Conditioning systems. NTP 343: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores. Ana Hernandez Calleja. INSHT

## ANEXO I: Estudios de eficiencia de los equipos y certificado CE



FACULTAD DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA  
"PROFESOR F. PINO PÉREZ"  
C/ PROFESOR GARCÍA GONZÁLEZ, 1  
TELÉF.: (95) 455 43 68-71 71  
FAX: (95) 455 71 68 E-Mail: [ajpose@us.es](mailto:ajpose@us.es)  
41.012 - SEVILLA

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Nº 2-306  
Facultad de Química, 3ª Planta  
Responsable: Prof. Antonio J. Fernández Espinosa  
Tel.: 954554368/9882 / Fax: 954557168 [ajpose@us.es](mailto:ajpose@us.es)

### INFORME TÉCNICO FINAL

#### **Ensayos sobre la unidad de ventilación EI-7516 de la empresa Entorno Inspira, SL**

Los resultados analíticos de este informe preliminar se han obtenido a través del proyecto de investigación (Ref. P2723/169) celebrado entre la Servicios Integrales de Metrología y Calibración S.L. (Simenycal) y la Universidad de Sevilla y gestionado a través de la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS).

#### **Ensayos de microbiología ambiental**

Los ensayos de contaminantes microbiológicos se realizaron en un aula-seminario de capacidad media (90 m<sup>3</sup>), para 25 personas. El procedimiento consistió en tomar muestras del aire interior cada cierto tiempo y cuantificar la concentración de microorganismos en unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire. La estrategia de estudio de reducción de la carga microbiana fue en dos etapas: 1ª, aumentar la carga microbiana en la sala mediante impartición de una clase real con alumnos y, al finalizar la clase estudiar la reducción microbiana con el tiempo, pero sin encender la unidad de ventilación, determinándose así la tasa de reducción natural de fondo que siempre existe en un ensayo "indoor" por dispersión y deposición a suelo o a materiales del mobiliario. 2ª, repetir el experimento en las mismas condiciones pero encendiendo la unidad.

#### **Características de la muestra**

**Microorganismo:** Mohos y bacterias totales, estafilococos y enterobacterias  
**Origen:** Aire interior de la sala de estudio  
**Método de cuantificación:** Incubación a 22°C y recuento a 5 días (mohos) Incubación a 37°C y recuento a 2 días (bacterias) (UNE-EN ISO 14698)

**Método de muestreo:** Muestreador microbiológico de aire  
**Tipo soporte:** Placas Petri 90 mm  
**Volumen aire:** 100 L de aire/placa  
**Volumen sala:** 90 m<sup>3</sup>

#### **Resultados analíticos:**

Microorganismo:	Bacterias totales	Mohos totales	Estafilococos	Enterobacterias
Reducción a las 1 h.	96%	84%	87%	88%
Reducción a las 2.5 h.	94%	92%	84%	100%
Reducción a las 4 h.	98%	93%	87%	100%
Reducción media (eficiencia)	242 UFC/m <sup>3</sup> .h 19 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	90 UFC/m <sup>3</sup> .h 7 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	107 UFC/m <sup>3</sup> .h 8 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	41 UFC/m <sup>3</sup> .h 3 UFC/m <sup>3</sup> .h.p
Reducción máxima	440 UFC/m <sup>3</sup> .h 34 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	160 UFC/m <sup>3</sup> .h 12 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	209 UFC/m <sup>3</sup> .h 15 UFC/m <sup>3</sup> .h.p	70 UFC/m <sup>3</sup> .h 5 UFC/m <sup>3</sup> .h.p
Reducción neta	97% más que sin unidad	329% más que sin unidad	146% más que sin unidad	196% más que sin unidad

UFC/m<sup>3</sup>.h.p. Unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire, por hora y por persona

**Interpretación:** En base a estos resultados cuantitativos, se califica el nivel de eficiencia la unidad como de ALTO, pues la reducción de la carga microbiológica es grande y muy rápida respecto de la reducción natural sin unidad. Las bacterias se eliminan más fácilmente. Los mohos siempre existen en el aire y son más persistentes y difíciles de eliminar, tanto por filtración como por otros métodos como la ionización. Hay que tener en cuenta que la mayoría de ensayos realizados sobre equipos que dicen reducir las sustancias inhalables del aire interior no comparaban previamente la reducción natural sin el equipo, no conociéndose así la reducción neta de dichos equipos. En este caso los valores de reducción y eficiencia son más representativos de la realidad.

En Sevilla, a 15 de junio de 2016

Fdo.: Antonio J. Fernández Espinosa  
Director del proyecto de investigación



## INFORME TÉCNICO FINAL

### Ensayos la unidad de ventilación EI-7516 de la empresa Entorno Inspira, SL

Los resultados analíticos de este informe preliminar se han obtenido a través el proyecto de investigación (Ref. P2723/169) celebrado entre la Servicios Integrales de Metrología y Calibración S.L. (Simetrycal) y la Universidad de Sevilla y gestionado a través de la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS)

### Ensayos de compuestos orgánicos volátiles (COVs)

Los ensayos de contaminantes químicos se realizaron en un aula-seminario de capacidad media (90 m<sup>3</sup>), para 25 personas. El procedimiento consistió en tomar muestras del aire interior cada cierto tiempo y cuantificar la concentración de COVs en microgramos por metro cúbico de aire y en partes por millón. La estrategia de estudio de reducción de la carga volátil fue en dos etapas: 1ª, introducir en el aire una concentración de 1850 µg m<sup>-3</sup> de varios compuestos volátiles en la sala sin personas en el interior y estudiar la reducción de compuestos con el tiempo, pero sin encender la unidad de ventilación, determinándose así la tasa de reducción natural de fondo que siempre existe en un ensayo "maduro" por dispersión. 2ª, repetir el experimento en las mismas condiciones pero encendiendo la unidad.

#### Características de la muestra

**Contaminante:** Compuestos orgánicos volátiles: Benceno, Tolueno, Etil-benceno, Xilenos, suma 4 anteriores (BTExs), Tetracloroetileno, Tricloroetileno, Formaldehído, Benzaldehído, Hexano, Acetona y Suma 10 COVs  
**Origen:** Aire interior de la sala de estudio  
**Volumen sala:** 90 m<sup>3</sup>  
**Método de muestra:** Captación activa de COVs por adsorción en tubos  
**Tipo soporte:** Releño específico de orgánicos volátiles (Tenax®)  
**Volumen aire:** 45 l. de aire/tubo  
**Método de cuantificación:** Desorción térmica, separación y detección por cromatografía de gases-espectrometría de masas (UNE-EN ISO 16017)

#### Resultados analíticos:

Contaminante:	Benceno	Tolueno	Etil-benceno	Xilenos	BTExs	Tetracloroetileno
Reducción a las 1 h.	87%	74%	98%	30%	67%	70%
Reducción a las 2.5 y 4 h.	90% (100% 4 h.)	80% (100% 4 h.)	100%	49% (100% 4 h.)	74% (100% 4 h.)	82% (100% 4 h.)
Reducción media (eficiencia)	913 µg/m <sup>3</sup> .h 61 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.28 ppmv/h	808 µg/m <sup>3</sup> .h 54 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.22 ppmv/h	894 µg/m <sup>3</sup> .h 60 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.22 ppmv/h	448 µg/m <sup>3</sup> .h 30 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.10 ppmv/h	2150 µg/m <sup>3</sup> .h 143 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.54 ppmv/h	790 µg/m <sup>3</sup> .h 53 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.10 ppmv/h
Reducción instantánea	1612 µg/m <sup>3</sup> .h 107 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.50 ppmv/h	1373 µg/m <sup>3</sup> .h 92 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.36 ppmv/h	1625 µg/m <sup>3</sup> .h 108 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.37 ppmv/h	552 µg/m <sup>3</sup> .h 37 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.12 ppmv/h	3550 µg/m <sup>3</sup> .h 237 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.84 ppmv/h	1300 µg/m <sup>3</sup> .h 87 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.21 ppmv/h
Reducción neta	113% más que sin unidad	87% más que sin unidad	82% más que sin unidad	25% más que sin unidad	26% más que sin unidad	92% más que sin unidad

µg/m<sup>3</sup>.h.p: Microgramo por metro cúbico de aire, por hora y por persona; ppmv/h: Partes por millón en volumen por hora



FACULTAD DE QUÍMICA  
 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA  
 "PROFESOR F. PINO PEREZ"  
 C./ PROFESOR GARCÍA GONZÁLEZ, 1  
 TELÉF.: (95) 455 43 68-71 71  
 FAX: (95) 455 71 68 E-Mail: anjose@us.es  
 4) 012 - SEVILLA

Contaminante	Tricloroetileno	Formaldehído	Benzaldehído	Hexano	Acetona	Suma COVs
Reducción a las 1 h.	76%	52%	32%	47%	66%	60%
Reducción a las 2.5 y 4 h.	77% (100% 4 h.)	88% (100% 4 h.)	40% (100% 4 h.)	82% (100% 4 h.)	100%	77% (100% 4 h.)
Reducción media (eficiencia)	810 µg/m <sup>3</sup> .h 54 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.14 ppuv/h	694 µg/m <sup>3</sup> .h 46 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.56 ppuv/h	450 µg/m <sup>3</sup> .h 30 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.12 ppuv/h	659 µg/m <sup>3</sup> .h 44 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.19 ppuv/h	809 µg/m <sup>3</sup> .h 54 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.34 ppuv/h	6467 µg/m <sup>3</sup> .h 431 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.94 ppuv/h
Reducción máxima	1398 µg/m <sup>3</sup> .h 93 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.25 ppuv/h	967 µg/m <sup>3</sup> .h 64 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.77 ppuv/h	593 µg/m <sup>3</sup> .h 40 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.15 ppuv/h	871 µg/m <sup>3</sup> .h 58 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.25 ppuv/h	1226 µg/m <sup>3</sup> .h 82 µg/m <sup>3</sup> .h.p 0.52 ppuv/h	10048 µg/m <sup>3</sup> .h 670 µg/m <sup>3</sup> .h.p 1.45 ppuv/h
Reducción neta	80% más que sin unidad	93% más que sin unidad	208% más que sin unidad	33% más que sin unidad	143% más que sin unidad	66% más que sin unidad

µg/m<sup>3</sup>.h.p: Microgramo por metro cúbico de aire, por hora y por persona; ppuv/h: Partes por millón en volumen por hora

*Interpretación:* En base a estos resultados cuantitativos, se califica el nivel de eficiencia la unidad como de MUY ALTO, pues la reducción de la carga volátil es muy grande y muy rápida respecto de la reducción natural sin unidad. El etil-benceno, frecuente en algunos insecticidas y gasolina, es el que se elimina más fácilmente. Tricloroetileno y sobre todo formaldehído, procedentes de reparos de motorerie y de los barcos, respectivamente, son los más persistentes en el aire. Hay que tener en cuenta que la mayoría de ensayos realizados sobre equipos que dicen reducir las sustancias insalubres del aire interior no comprobaban previamente la reducción natural sin el equipo, no conociéndose así la reducción neta de dichas equipos. En este caso los valores de reducción y eficiencia son más representativos de la realidad.

En Sevilla, a 15 de junio de 2016

Fdo.: Antonio J. Fernández Espinosa  
 Director del proyecto de investigación



FACULTAD DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA  
"PROFESOR F. PINO PÉREZ"  
C/ PROFESOR GARCÍA GONZÁLEZ, 1  
TELÉF.: (95) 455 43 68-71 71  
FAX: (95) 455 71 68 E-Mail: [ajose@us.es](mailto:ajose@us.es)  
41.012 - SEVILLA

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Nº 2-306  
Facultad de Química, 3ª Planta  
Responsable: Prof. Antonio J. Fernández Espinosa  
Tel.: 954554368/9882 / Fax: 954557168 [ajose@us.es](mailto:ajose@us.es)

## INFORME TÉCNICO FINAL

### Ensayos la unidad de ventilación EI-7516 de la empresa Entorno Inspira, SL

Los resultados analíticos de este informe preliminar se han obtenido a través el proyecto de investigación (Ref. P2723/169) celebrado entre los Servicios Integrales de Metrología y Calibración S.L. (Simetrycal) y la Universidad de Sevilla y gestionado a través de la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS)

#### Ensayos de aerobiología

Los ensayos se realizaron en una sala de 18 m<sup>3</sup>. El procedimiento consistió en tomar muestras del aire interior antes y después de introducir en la sala concentraciones (5.6 mg/m<sup>3</sup> y 16.8 mg/m<sup>3</sup>) de una mezcla de pólenes y comparando la cantidad y concentración de pólenes recolectado con y sin funcionamiento de la unidad de ventilación.

#### Características de la muestra:

**Organismo biológico:** Mezcla de 4 pólenes de olivo y gramíneas: *Sp. Olea europaea* var. *Mastanilla*, *Sp. Olea europaea* var. *Piscual*, *Sp. Dactylis glomerata* y *Sp. Phragmites communis*  
**Origen:** Aire interior de la sala de estudio  
**Método de cuantificación:** Gravimetría. Determinación de la masa de polen recolectado en cada filtro y medida del volumen de aire (UNE-EN ISO 12341)

**Método de muestreo:** Captador de bajo volumen  
0.85-5.00 L/min

**Tipo soporte:** Filtros de cuarzo de 7 mm Ø  
**Volumen aire:** 600-900 L de aire filtro  
**Volumen sala:** 18 m<sup>3</sup>

#### Resultados analíticos:

Contaminante biológico:	Mezcla polínica (100 mg; 5.6 mg/m <sup>3</sup> )	Mezcla polínica (300 mg; 16.8 mg/m <sup>3</sup> )
Reducción octonaria:	94.5%	90.5%
Reducción	0.37 mg/m <sup>3</sup> h 0.024 mg/m <sup>3</sup> h p	0.93 mg/m <sup>3</sup> h 0.062 mg/m <sup>3</sup> h p
Reducción media (eficiencia)	92.5% 0.65 mg/m <sup>3</sup> h 0.043 mg/m <sup>3</sup> h p	

mg/m<sup>3</sup> h p: Miligramo por metro cúbico de aire, por hora y por persona

**Interpretación:** La eficiencia promedio de eliminación de pólenes del aire interior fue del 92%. Teniendo en cuenta que la concentración de polen introducida es muy superior a la que puede haber naturalmente en el aire normal de la época primaveral, este nivel de eficiencia es más que suficiente para eliminar prácticamente todos los gránulos de polen de una sala interior en condiciones normales.

En Sevilla, a 15 de junio de 2016

Fdo.:   
Antonio J. Fernández Espinosa  
Director del proyecto de investigación



FACULTAD DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA  
"PROFESOR F. PINO PÉREZ"  
C/ PROFESOR GARCÍA GONZÁLEZ, 1  
TELÉF.: (95) 455 43 68-71 71  
FAX: (95) 455 71 66 E-Mail: [mpose@us.es](mailto:mpose@us.es)  
41012 - SEVILLA

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Nº 2-306  
Facultad de Química, 3ª Planta  
Responsable: Prof. Antonio J. Fernández Espinosa  
Tel.: 954554368/9882 / Fax: 954557168 [ajose@us.es](mailto:ajose@us.es)

## INFORME TÉCNICO FINAL

### Ensayos la unidad de ventilación EI-7516 de la empresa Entorno Inspira, SL

Los resultados analíticos de este informe preliminar se han obtenido a través el proyecto de investigación (Ref. P2723/169) celebrado entre la Servicios Integrales de Metrología y Calibración S.L. (Simariscal) y la Universidad de Sevilla y gestionado a través de la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla (FIUS).

#### Ensayos de olores

Los ensayos se realizaron en una sala de 18 m<sup>3</sup>. El procedimiento consistió en medir la intensidad del olor del aire interior antes y después de introducir en la sala concentraciones de una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas responsables de olores desagradables (sulfuro de hidrógeno, potrescina y otras aminas biogénicas). Las medidas se realizaron cada cierto tiempo tras la introducción de las sustancias en la sala. La estrategia de estudio de reducción del olor fue en dos etapas: 1ª, introducir en el aire una concentración de 50 µg m<sup>-3</sup> de varios compuestos en la sala sin personas en el interior y estudiar la reducción de compuestos con el tiempo, pero sin encender la unidad de ventilación, determinándose así la tasa de reducción natural de fondo que siempre existe en un ensayo 'indoor' por dispersión; 2ª, repetir el experimento en las mismas condiciones pero encendiendo la unidad.

#### Características de la muestra

**Contaminante:** Mezcla de diferentes olores desagradables procedente de varias sustancias volátiles  
**Origen:** Aire interior de la sala de estudio  
**Método de cuantificación:** Olfatometría dinámica manual (UNE-EN 13725)

**Método de medida:** Olfatómetro manual con diluente y filtros  
**Tipo soporte:** Filtro de carbón activo  
**Volumen sala:** 18 m<sup>3</sup>

#### Resultados analíticos:

Contaminante:	Olores
Reducción a las 1 h.	54%
Reducción a las 2,5 h.	31%
Reducción a las 4 h.	39%
Reducción media (eficiencia)	1 OUE/m <sup>3</sup> h 1 OUE/m <sup>3</sup> h.p.
Reducción máxima	12 OUE/m <sup>3</sup> h 2 OUE/m <sup>3</sup> h.p.
Reducción neta	38% más que sin unidad

OUE/m<sup>3</sup> h.p.: Unidad de Olor Europeo por metro cúbico de aire, por hora y por persona

**Interpretación:** La eficiencia promedio de eliminación de olores del aire interior fue del 91%. Teniendo en cuenta que la concentración introducida de compuestos responsables de olor desagradable es muy superior a la que puede haber realmente en el aire normal contaminado, este nivel de eficiencia es más que suficiente para eliminar prácticamente todos los olores de una sala interior en condiciones normales.

En Sevilla, a 15 de junio de 2016

Fdo.: Antonio J. Fernández Espinosa  
Director del proyecto de investigación

## ANEXO II: Características Técnicas de los EI'S

SERIE EI

Modelo EI-1124

Unidades de ventilación y filtrado de aire para instalar en línea, para conductos, con bajo nivel sonoro y cuatro etapas de filtración.

**Características constructivas:**

- \* Envoltorio en chapa de acero galvanizado de gran espesor con perfilado de aluminio, recubierto de aislamiento acústico. Tapa en la base que permita extraer fácilmente los filtros para la sustitución.
- \* Tornos para presostatos y sonda de calidad de aire.
- \* Espacio para bobinas de calor o refrigeración de agua o eléctricas.
- \* Filtros de calidades G4+P8+CPZ+H14
- \* Ventilador centrífugo con rodete de álabes a reacción con oído de admisión. Rodete y oído metálicos pintados en resina epoxi

**Motorización:**

- \* Grupo motoventilador sobre bastidor independiente que facilita su mantenimiento.
- \* Motor asincrónico, trifásico con rotor de jaula de ardilla, 2 polos, IP55 clase F de alta eficiencia. Construcción según EN 2015
- \* Temperatura máxima del aire a circular: 50°C
- \* Variador de frecuencia

**Características Técnicas:**

Tensión 220 v monofásico			Caudal nominal m <sup>3</sup> /h	Etapas de filtrado		Peso unidad kg
Modelo	Intensidad (A)	Potencia (W)		Grav + Opacos	Absor: +Absoluto	
EI-1124	5	1100	2400	G4 + P8	CPZ + H14	< 50

**Dimensiones:**

		Envoltorio	Filtro G4	Filtro P8	Filtro CPZ	Filtro H14
ancho (mm)	eje Y	640	592	592	592	592
alto (mm)	eje Z	340	287	287	287	287
largo (mm)	eje X (mm)	1500	48	48	292	292

**Motoventilador**

**Prestaciones**

presión estática	780	P <sub>st</sub>
presión dinámica	71	P <sub>d</sub>
Presión Total	851	P <sub>0</sub>
Potencia abs.	817	P <sub>0</sub>

**Ruido**

Potencia sonora	32<N1<48	dB
-----------------	----------	----

## SERIE EI Modelo EI-1130

Unidades de ventilación y filtrado de aire para instalar en línea, para conductos, con bajo nivel sonoro y cuatro etapas de filtración.

### Características constructivas:

- ° Envoltente en chapa de acero galvanizado de gran espesor con perfilera de aluminio, recubierto de aislamiento acústico. Tapa en la base que permite extraer fácilmente los filtros para la sustitución.
- ° Tomas para presostatos y sonda de calidad de aire
- ° Espacio para baterías de calor o refrigeración de agua o eléctricas.
- ° Filtros de calidades G4+F8+CPZ+H14
- ° Ventilador centrífugo con rodete de álabes a reacción con oído de admisión. Rodete y oído metálicos acabados en resina epoxi

### Motorización:

- ° Grupo motoventilador sobre bastidor independiente que facilita su mantenimiento.
- ° Motor asíncrono, trifásico con rotor de jaula de ardilla. 2 polos, IP55 clase F de alta eficiencia. Construcción según ErP-2015
- ° Temperatura máxima del aire a circular: 50°C
- ° Variador de frecuencia

### Características Técnicas:

Modelo	Tensión 220 v monofásico		Caudal nominal m3/h	Etapas de filtrado		Peso unidad kgs
	Intensidad (A)	Potencia (w)		Grav + Opacim	Absor. + Absoluto	
EI-1130	6,08	1400	3000	G4 + F8	CPZ + H14	< 50

### Dimensiones:

		Envoltente	Filtro G4	Filtro F8	Filtro CPZ	Filtro H14
ancho (mm)	eje Y	640	592	592	592	592
alto (mm)	eje Z	340	287	287	287	287
largo (mm)	eje X (aire)	1500	48	48	292	292

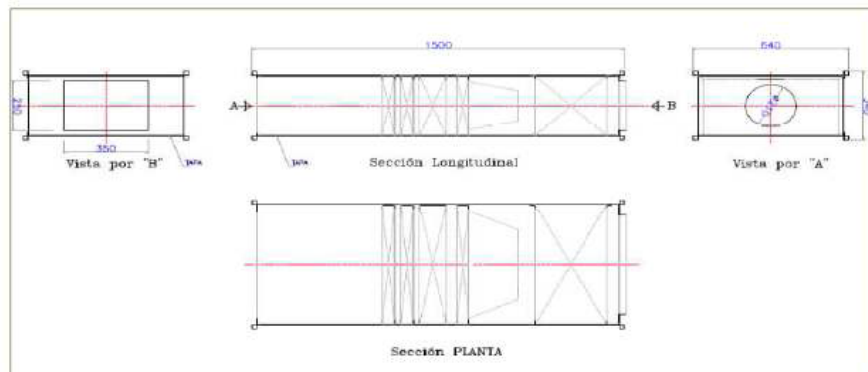
### Motoventilador

#### Prestaciones

presión estática	780	Pa
presión dinámica	71	Pa
Presión Total	851	Pa
Potencia abs.	817	W

#### Ruido

Potencia sonora	32<NL<48	dB
-----------------	----------	----





### ANEXO III: Relación de caudales y máquinas por estancia

VENTILACION SEGÚN METODO DE CALCULO DE CALIDAD DE LAIRE PERCIBIDA															
ESPACIO	AREA	CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	CATEGORIA	RATIO OCUPACION (m2/PERSONA)	OCUPACION PERSONA	OLF / OCUPANTE	CARGA SENSORIAL DEBIDA A OCUPACION (OLF)	OLF7m2	CARGA SENSORIAL DEBIDA AL EDIFICIO (OLF)	CARGA SENSORIAL TOTAL (OLF)	CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR (DECIPOL)	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (DECIPOL)	CAUDAL AIRE PRIMARIO (L/S)	VENTILACION TOTAL (l/s)	VENTILACION TOTAL (m3/h)
<b>SUPERFICIES DE CALCULO PI-Baja</b>	<b>337,84</b>														<b>4.525</b>
SEMINARIO-1_PB	15,78	ODA 2	IDA 2	1,21	13	1,3	16,9	0,3	4,7	21,6	0,2	1,2	21,63	71,39	257,01
SEMINARIO-2_PB	15,79	ODA 2	IDA 2	1,21	13	1,3	16,9	0,3	4,7	21,6	0,2	1,2	21,64	71,4	257,05
SEMINARIO-3_PB	15,79	ODA 2	IDA 2	1,21	13	1,3	16,9	0,3	4,7	21,6	0,2	1,2	21,64	71,4	257,05
SEMINARIO-4_PB	15,75	ODA 2	IDA 2	1,21	13	1,3	16,9	0,3	4,7	21,6	0,2	1,2	21,63	71,36	256,90
SEMINARIO-5_PB	15,07	ODA 2	IDA 2	1,16	13	1,3	16,9	0,3	4,7	21,4	0,2	1,2	21,42	70,69	254,49
AULA DE ESO-1_PB	51,00	ODA 2	IDA 2	1,65	31	1,3	40,3	0,3	15,3	55,6	0,2	1,2	55,6	183,48	660,54
LABORATORIO_PB	60,76	ODA 2	IDA 2	1,96	31	1,3	40,3	0,3	18,2	58,5	0,2	1,2	58,53	193,14	695,32
SEMINARIO-6_PB	16,47	ODA 2	IDA 2	1,27	13	1,3	16,9	0,3	4,9	21,8	0,2	1,2	21,84	72,08	259,49
SEMINARIO-7_PB	15,32	ODA 2	IDA 2	1,18	13	1,3	16,9	0,3	4,6	21,5	0,2	1,2	21,5	70,94	255,39
AULA DE ESO-2_PB	55,36	ODA 2	IDA 2	1,79	31	1,3	40,3	0,3	16,6	56,9	0,2	1,2	56,91	187,8	676,10
AULA DE PLASTICA_PB	60,75	ODA 2	IDA 2	1,96	31	1,3	40,3	0,3	18,2	58,5	0,2	1,2	58,53	193,13	695,28
<b>SUPERFICIES DE CALCULO PI-1ª</b>	<b>464,65</b>														<b>5.173</b>
SEMINARIO-8_P1	13,63	ODA 2	IDA 2	1,06	13	1,3	16,9	0,3	4,1	21	0,2	1,2	21,05	69,46	250,06
AULA PLASTICA_P1	60,43	ODA 2	IDA 2	1,95	31	1,3	40,3	0,3	18,1	58,4	0,2	1,2	58,43	192,82	694,17
BIBLIOTECA	77,72	ODA 2	IDA 2	2,36	33	1,3	42,9	0,3	23,3	66,2	0,2	1,2	66,22	218,51	786,65
<b>AULA ESO 3</b>	<b>53,65</b>	<b>ODA 2</b>	<b>IDA 2</b>	<b>1,73</b>	<b>31</b>	<b>1,3</b>	<b>40,3</b>	<b>0,3</b>	<b>16,1</b>	<b>56,4</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>56,4</b>	<b>186,1</b>	<b>669,98</b>
<b>AULA INFORMATICA</b>	<b>59,17</b>	<b>ODA 2</b>	<b>IDA 2</b>	<b>1,91</b>	<b>31</b>	<b>1,3</b>	<b>40,3</b>	<b>0,3</b>	<b>17,8</b>	<b>58,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>58,05</b>	<b>191,57</b>	<b>689,67</b>
SEMINARIO-9_P1	15,41	ODA 2	IDA 2	1,19	13	1,3	16,9	0,3	4,6	21,5	0,2	1,2	21,52	71,03	255,71
SEMINARIO-10_P1	15,37	ODA 2	IDA 2	1,18	13	1,3	16,9	0,3	4,6	21,5	0,2	1,2	21,51	70,99	255,57
<b>AULA ESO-4</b>	<b>48,96</b>	<b>ODA 2</b>	<b>IDA 2</b>	<b>1,58</b>	<b>31</b>	<b>1,3</b>	<b>40,3</b>	<b>0,3</b>	<b>14,7</b>	<b>55</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>54,99</b>	<b>181,46</b>	<b>653,27</b>
<b>AULA TECNOLOGIA_P1</b>	<b>110,11</b>	<b>ODA 2</b>	<b>IDA 2</b>	<b>3,24</b>	<b>34</b>	<b>1,3</b>	<b>44,2</b>	<b>0,3</b>	<b>33</b>	<b>77,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,2</b>	<b>77,23</b>	<b>254,87</b>	<b>917,55</b>
<b>TOTAL PI-Baja + PI-1ª</b>	<b>792,49</b>				<b>445,00</b>		<b>578,50</b>		<b>237,60</b>	<b>815,90</b>			<b>816,27</b>	<b>2693,62</b>	<b>9697,26</b>

#### ANEXO IV: Cálculo de temperatura de mezcla

Cálculo de la temperatura de mezcla

$V \cdot T$

$$T = \frac{rR}{Ff} + T$$

Ff

V

T

Siendo: Vr = Volumen de recirculación  $\Delta TR$  = Diferencial de temperaturas ( $T^a$  interior- $T^a$  exterior min) VT  
= Volumen total Tf = Temperatura exterior mínima

Los resultados se obtienen de tomar como temperatura exterior mínima, -3,8°C para Madrid y 22°C de temperatura interior.

PLANTA	DESCRIPCION	CAUDAL AIRE 1º (M3/H)	CAUDAL AIRE TOTAL VENTILACION (M3/H)	CAUDAL DE AIRE DE RECIRCULACION (M3/h)	Tª DE AIRE DE MEZCLA (°c)
Baja	Seminario 1	77,88	257,01	179,13	13,6
Baja	Seminario 2	77,89	257,05	179,15	13,6
Baja	Seminario 3	77,89	257,05	179,15	13,6
Baja	Seminario 4	77,85	256,91	179,06	13,6
Baja	Seminario 5	77,12	254,48	177,37	13,6
Baja	Aula ESO 1	200,16	660,53	460,37	13,6
Baja	Laboratorio	210,70	695,31	484,61	13,6
Baja	Seminario 6	78,63	259,47	180,84	13,6
Baja	Seminario 7	77,39	255,37	177,99	13,6
Baja	Aula ESO 2	204,87	676,07	471,20	13,6
Baja	Aula Música	210,69	695,28	484,59	13,6
Primera	Seminario 8	75,78	250,06	174,29	13,6
Primera	Aula Plástica	210,34	694,14	483,79	13,6
Primera	Biblioteca	238,38	786,65	548,27	13,6
Primera	Aula ESO 3	203,02	669,97	466,95	13,6
Primera	A. Informática	208,98	689,65	480,66	13,6
Primera	Seminario 9	77,48	255,69	178,21	13,6
Primera	Seminario 10	77,44	255,55	178,11	13,6
Primera	Aula ESO 4	197,96	653,26	455,30	13,6
Primera	A. Tecnología	278,04	917,53	639,49	13,6