



12 DE SEPTIEMBRE DE 2016

**INFORME DE MEDIDA Y VERIFICACIÓN
DE AHORROS
PROTOCOLO IPMVP
AENA AEROPUERTO MADRID**

ABEL BASCUÑANA AVILA
PROFESIONAL CERTIFICADO EN MEDIDA Y VERIFI-
CACIÓN



Resultado del Test

Este test refleja, como cambia, disminuye el consumo de energía de los equipos enfriadores, acondicionadores por aire si los suministran con equipo "Smart cooling" de la nueva generación del condensador adiabático de pre-cooling BY 70, junto con el dispositivo de enfriamiento Trane RTAC 185.



Indice

Objetivo	2
Sistema y Equipos de Medición.....	4
Alcance.....	6
Periodo de Medición	6
Ahorro medio en el periodo demostrativo.....	7
Estimación del ahorro con la enfriadora operativa al 100%.....	9
Anexo I – Certificado Profesional de Medida y Verificación	

Objetivo

La Medida y Verificación (M&V) es el proceso que consiste en utilizar la medida para establecer de forma fiable el ahorro real generado en una instalación dentro de un programa o acción de gestión energética. El ahorro no se puede medir de forma directa, puesto que representa la ausencia del consumo de energía. Por este motivo, el ahorro se tiene que determinar comparando del consumo de antes y después de la implementación de un proyecto de eficiencia energética, a la vez que se realizan los ajustes oportunos según la variación de las condiciones iniciales.

En la figura siguiente se muestra un esquema del proceso para determinar el ahorro tras la implantación de una medida de mejora de la eficiencia energética (MMEE)

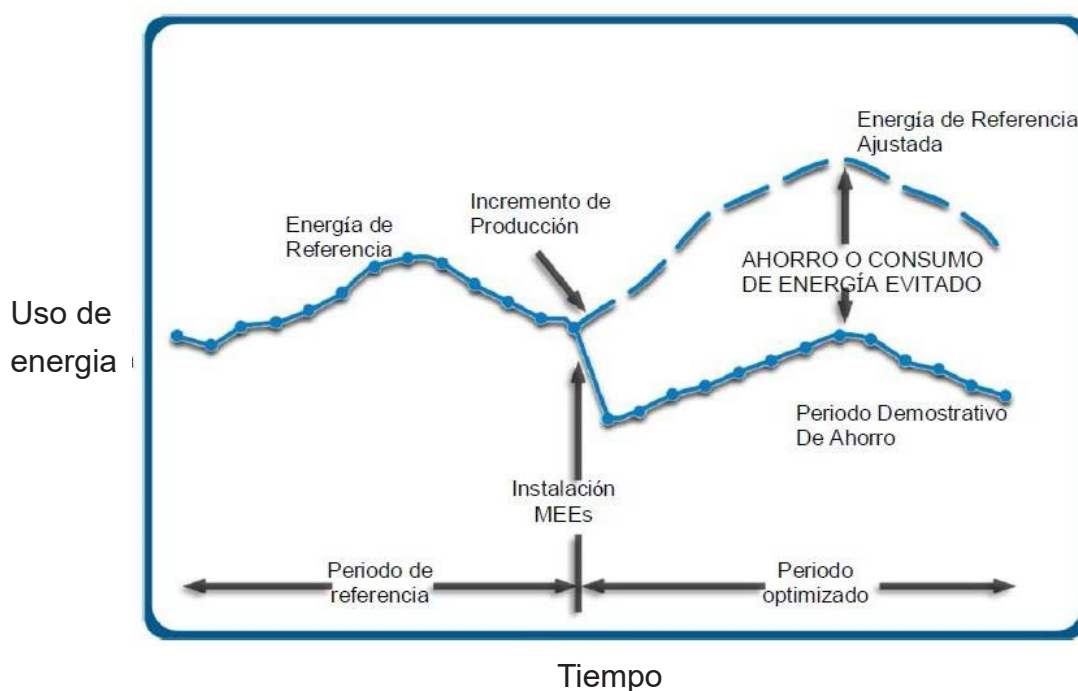


Gráfico 1- Ahorro de energía acorde al protocolo de Medida & Verificación de EVO

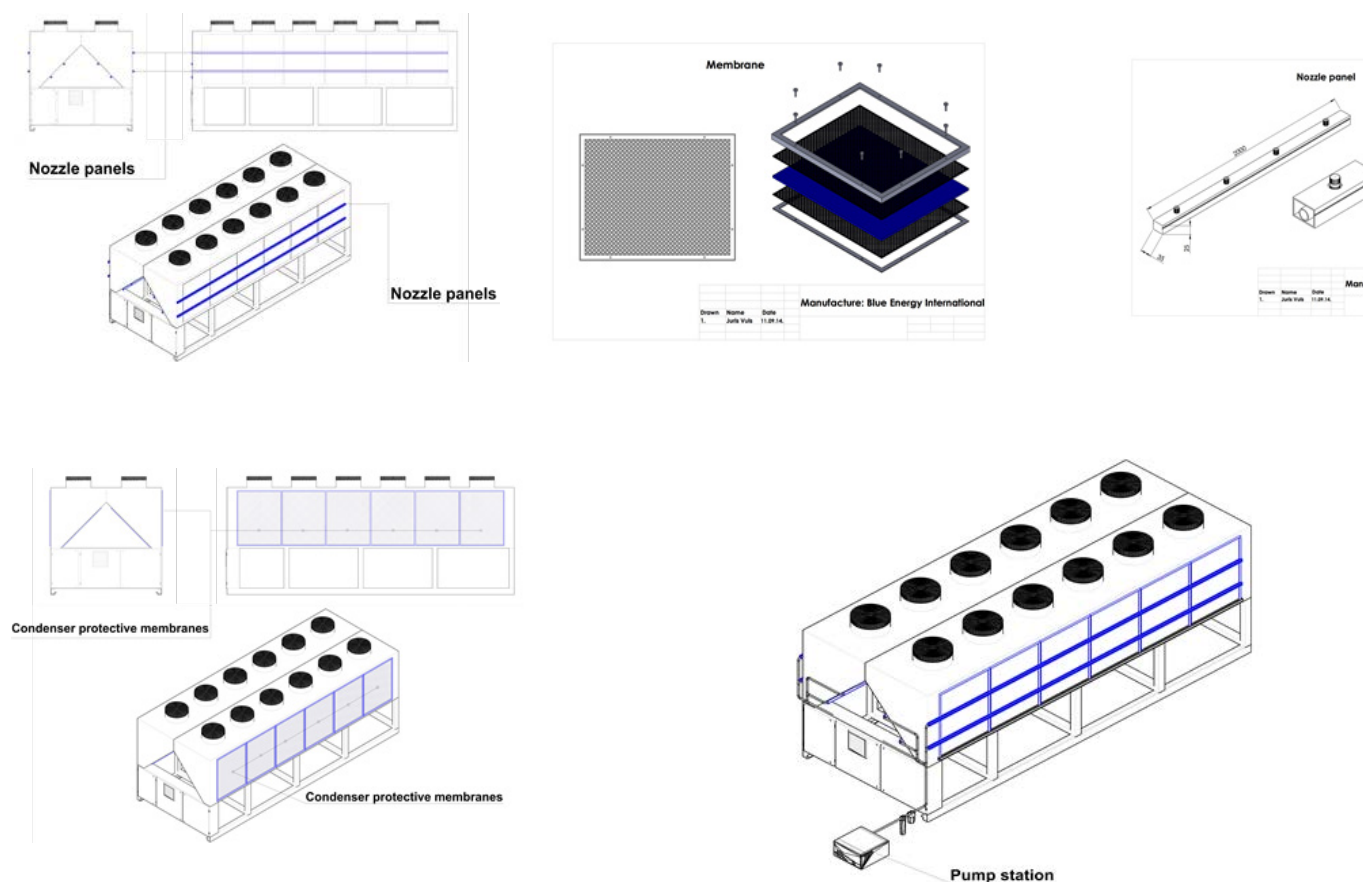
El ahorro de energía, al no poderse medir de forma directa (no se puede medir la ausencia de consumos de energía), se determina comparando el consumos, o la demanda, antes y después de la implementación de un proyecto de eficiencia energética, al tiempo que se realizan los ajustes necesarios según la variación de las condiciones iniciales.

El siguiente informe de Medida & Verificación de ahorros acorde al Protocolo Internacional de Medida y Verificación de Ahorros (IPMVP) de EVO (Efficiency Valuation Organization) se ha realizado para determinar los ahorros conseguidos desde el 24 de Julio al 3 de Septiembre en una enfriadora, como resultado de la implantación del sistema de pre-enfriamiento adiabático "Smart Cooling™" sobre una unidad enfriadora TRANE mod. RTAC 185 en Aeropuerto Madrid Barajas T3.

El sistema se activa (consigna de funcionamiento) cuando la T^a exterior es igual o mayor a 24°C , funcionando con 3 algoritmos: uno para T^a de 24°C a 27^a , el segundo de 27°C a 32°C y el tercero para temperaturas mayores a 32°C .



Ilustración 1- Sistema de enfriamiento adiabático Smart Cooling instalado en enfriadora.



Sistema y Equipos de Medición

Se ha utilizado la plataforma de Gestión Energética blauLabs para la captación, registro y monitorización de los datos.

- Plataforma de gestión energética blauLabs

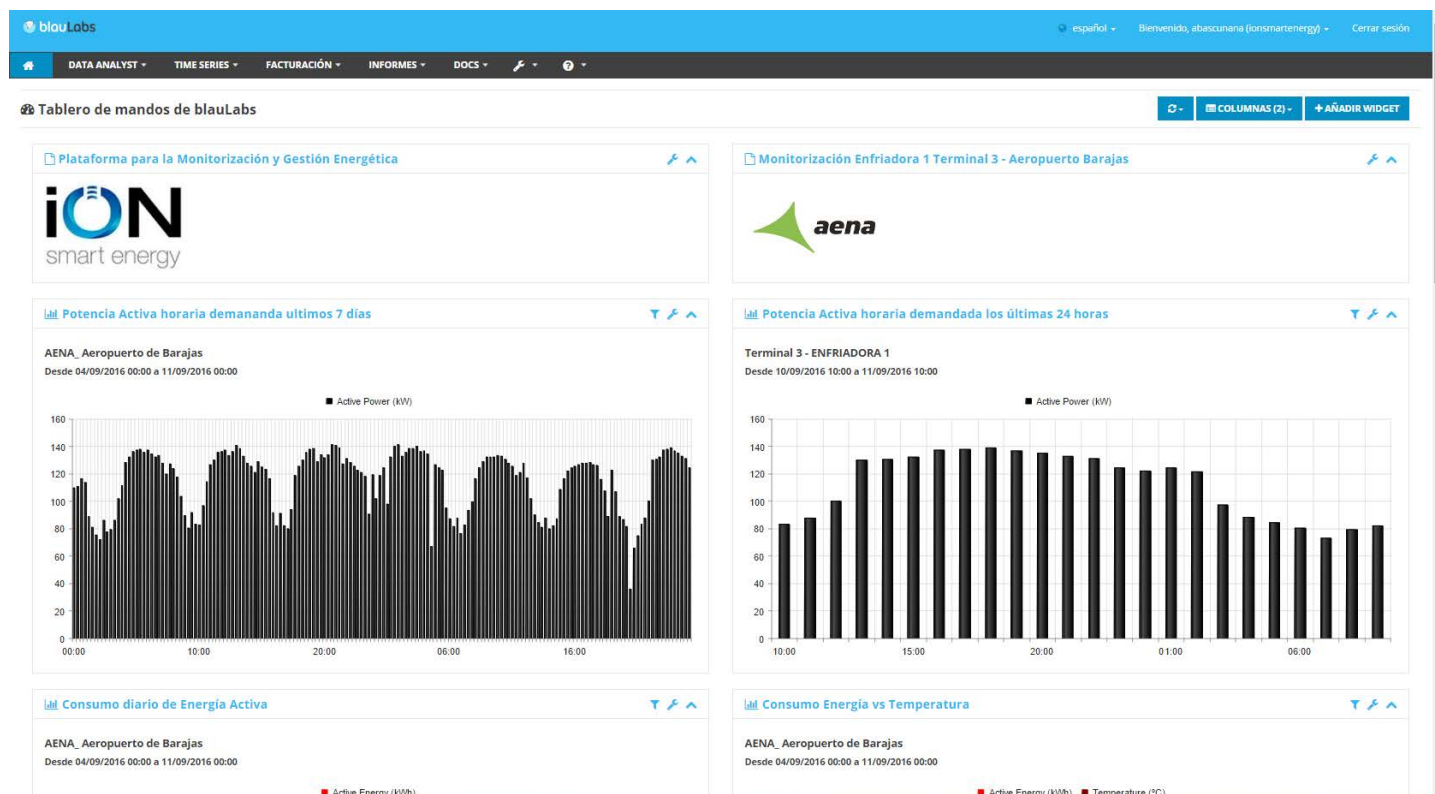


Ilustración 3- Plataforma blauLabs para la medición y gestión energética.

En la plataforma se han registrado con frecuencia cuarto-horaria los siguientes valores de consumo:

- Energía Activa (kWh)
- Potencia (kW)
- Volumen de Agua (m3)
- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (Hr)

Para la medición de los datos de consumo y parámetros de temperatura y humedad relativa se han utilizado los siguientes dispositivos:

- Analizador de Redes EM24 con protocolo M-Bus.



- Sensor de Tª y Hr Cma20 con protocolo M-Bus.



- Gateway GPRS M-Mus Cme2100



- Contador de agua COMBI con protocolo M-Bus



Alcance

Para la verificación de ahorros se ha utilizado la opción del protocolo IPMVP: Opción B. Medida aislada de todos los parámetros para el consumo de Electricidad de la enfriadora donde se ha instalado el sistema de mejora de eficiencia energética.

Esta opción implica el uso de los datos medidos por el analizador de redes instalado en la enfriadora objeto de la mejora y los datos de T^a medidos por el sensor instalado en el mismo terrado donde se encuentra la enfriadora.

Estos son los valores de en los distintos parámetros y variables en la medida realizada:

- Periodo de Medición:	24 de Julio de 2016 al 3 de Septiembre
- Variable independiente:	Temperatura (oC)
- Opción de verificación utilizada:	Opción B – Medida aislada de todos los parámetros del sistema (enfriadora).
- Medición de energía:	Analizador de Redes instalado en enfriadora.
- Medición de Temperatura:	Sensor de Temperatura instalado en terrado.
- Medición de Agua:	Contador de Agua fría instalado en la tubería de suministro de agua al sistema.

Periodo de Medición

Se han utilizado las medidas realizadas desde el 24 de julio hasta el 3 de septiembre, donde el sistema se ha ido activando y desactivando para poder comparar el consumo de la maquina en cada estado. Durante este periodo la enfriadora no ha funcionado siempre a pleno rendimiento (los dos compresores) ya que desde el 10 de Agosto la máquina lleva funcionando al 50% debido a un fallo en una tarjeta del panel de control de uno de los circuitos de frio.

También hay días donde el sistema ha estado funcionando intermitentemente (horas encendido y horas apagado en un mismo día), lo que dificulta la realización de la medida y verificación de ahorros bajo unas misma condiciones de funcionamiento. En este sentido, a fin de normalizar lo máximo posible a pesar de esta variedad de funcionamiento del sistema y enfriadora, se han tenido en cuenta solo días enteros de una misma condición de funcionamiento de sistema (o con la mayor parte del día encendido o apagado) y se ha separado en análisis del sistema ON-OFF en los días de funcionamiento de dos compresores y los días de funcionamiento de un solo compresor.

Para el sistema con dos compresores funcionando de han tomado los siguientes días:

- ON: del 1 al 8 de agosto.
- OFF: del 24 de julio al 31 de julio y el 9 de agosto.

Para el sistema con un compresor funcionando:

- ON: del 13 al 14 de agosto y del 29 de agosto al 3 de septiembre.
- OFF: del 16 al 23 de agosto.

Ahorro medio en el periodo demostrativo

A continuación se muestran los datos de medición para el periodo analizado, el estado del sistema y el ratio medio por hora de kWh consumido por °C de temperatura.

Datos de Medición para Sistema funcionado con 2 compresores

Dia	Sistema	Tª media	kWh totales	kWh medios	kWh/°C medio OFF
24-jul	OFF	31,746	3999,7	215,100	6,776
25-jul	OFF	30,618	4898,1	203,179	6,636
26-jul	OFF	32,126	4958,6	206,604	6,431
28-jul	OFF	35,628	4227,4	209,992	5,894
29-jul	OFF	33,354	4643,2	196,209	5,883
30-jul	OFF	31,532	4842,3	202,117	6,410
31-jul	OFF	29,889	4891,9	204,859	6,854
09-ago	OFF	29,635	4566,1	187,850	6,339
8		31,816	37027,3	203,239	6,403
Total dias		Media	Total	Media	Media

Tabla 1- Datos de medición sistema OFF con dos compresores operativos.

Dia	Sistema	Tª media	kWh totales	m3 totales	kWh medios	kWh/°C medio ON
1-ago	ON	33,350	4317,3	2,512	186,125	5,581
2-ago	ON	31,833	4124,9	5,372	172,038	5,404
3-ago	ON	30,581	2444,3	3,87	158,362	5,178
4-ago	ON	33,353	2791,2	3,546	200,350	6,007
5-ago	ON	31,006	3514,1	4,915	145,996	4,709
6-ago	ON	33,084	3512,7	2,087	188,079	5,685
7-ago	ON	31,103	4293,6	2,456	191,148	6,146
8-ago	ON	27,621	4601,3	1,128	158,136	5,725
8		31,491	29599,4	25,886	175,029	5,554
Total dias		Media		Total	Media	Media

Tabla 2-Datos de medición sistema ON con dos compresores operativos.

El ahorro medio del sistema con los 2 compresores operativos en función de la temperatura para los días analizados ha sido del 13,2%

$$\text{Ahorro medio} = 1 - ((\text{kWh}/^{\circ}\text{C medio ON}) / (\text{kWh}/^{\circ}\text{C medio OFF})) \times 100$$

$$\text{Ahorro medio} = 1 - ((5,554) / (6,403)) \times 100 = \underline{13,20 \%}$$

Datos de Medición para Sistema funcionado con 1 compresor

Día	Sistema	Tª media	kWh totales	kWh medios	kWh/°C medio OFF
16-ago	OFF	29,405	2978,8	124,408	4,231
17-ago	OFF	29,214	2328,7	96,604	3,307
18-ago	OFF	29,546	2724,5	114,192	3,865
19-ago	OFF	29,780	2812,8	117,029	3,930
20-ago	OFF	29,970	3033,1	107,850	3,599
21-ago	OFF	28,856	2584,6	107,850	3,737
22-ago	OFF	29,980	2717,5	113,271	3,778
23-ago	OFF	30,701	2816,5	115,933	3,776
8		29,681	21996,5	112,142	3,778
Total días		Media	Total	Media	Media

Tabla 3- Datos de medición sistema OFF con 1 compresor operativo.

Día	Sistema	Tª media	kWh totales	m3 totales	kWh medios	kWh/°C medio ON
13-ago	ON	28,662	2387,7	3,139	100,392	3,503
14-ago	ON	28,093	2685,7	3,218	111,879	3,982
29-ago	ON	30,833	2866	3,078	118,350	3,838
30-ago	ON	28,893	2392,7	3,12	99,208	3,434
31-ago	ON	29,351	2483,2	3,054	103,642	3,531
01-sep	ON	29,285	2579	3,053	107,254	3,662
02-sep	ON	29,633	2498,2	3,064	104,446	3,525
03-sep	ON	30,210	2544,1	3,141	106,013	3,509
8		29,370	20436,6	24,867	106,398	3,623
Total días		Media		Total	Media	Media

Tabla 4- Datos de medición sistema ON con 1 compresor operativo.

El ahorro medio del sistema con 1 compresor operativo en función de la temperatura para los días analizados ha sido del 13,2%

Ahorro medio = $1 - ((\text{kWh}/^{\circ}\text{C medio ON}) / (\text{kWh}/^{\circ}\text{C medio OFF})) \times 100$

Ahorro medio = $1 - ((3,623) / (3,778)) \times 100 = 4,10 \%$

Estimación del ahorro con la enfriadora

El ahorro medio obtenido en función de la temperatura para la enfriadora operativa al 100 % (2 compresores funcionando) ha sido del 13,20%. Para los días analizados con estas condiciones para el sistema OFF para una T^a media de 31,8 °C en consumo medio a la hora ha sido de 203,239 kWh, lo que supone que estimando las mismas condiciones durante un día es un consumo medio de 4.877,732 kWh diarios, extrapolando mismas condiciones a un mes de 30 días, el consumo medio mensual estimado de la enfriadora con el sistema OFF es de 146.332 kWh (146 MWh).

Teniendo en cuenta el ahorro medio del 13,20% obtenido cuando el sistema está ON para la enfriadora totalmente operativa, la estimación consumo de energía activa evitada para un mes es de 19.315,82 kWh.

Teniendo en cuenta un precio medio de 0,11 €/kWh, el coste evitado mensual por consumo de activa es de 2.124,74 € mensuales.

ANEXO I: Certificado Profesional de Medida y Verificación

