# INTERCOMPARACIÓN DE PARTÍCULAS PM10 EN LA ESTACIÓN DE ARGUEDAS



INFORME

JUNIO DE 2011

INGENIEROS ASESORES S.A.
MEDIO AMBIENTE

# INTERCOMPARACIÓN DE PARTÍCULAS PM10 EN LA ESTACIÓN DE ARGUEDAS.

La medición de las partículas PM10 en la estación de Arguedas, perteneciente a la red de vigilancia de la calidad del aire de las Centrales de Ciclo Combinado de Castejón, se realiza mediante un analizador automático Met One BAM 1020, que emplea la técnica de absorción de radiación Beta como principio de medida.

La legislación indica que el método de referencia para el muestreo y análisis de PM10 será el descrito en la norma UNE-EN 12341 «Calidad del aire-Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión. "Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia".

Sin embargo, dicha legislación también permite el empleo de cualquier método si se puede demostrar que da resultados equivalentes al método anterior, o si se puede demostrar que presenta una relación coherente con el método de referencia. En tal caso, los resultados obtenidos deberán corregirse mediante un factor pertinente para producir resultados equivalentes a los que se habrían obtenido con el método de referencia.

El Grupo de la Comisión Europea sobre material particulado, elaboró la "GUIA PARA LOS ESTADOS MIEMBROS DE LA UE SOBRE MEDIDA E INTERCOMPARACIONES DE MEDIDAS DE PM10 CON EL METODO DE REFERENCIA" como documento orientativo para realizar la intercomparación de cualquier equipo de medida de partículas frente al método de referencia, documento que se ha seguido para la realización del presente estudio

Esta guía indica que:

- Deben realizarse dos campañas de medida de al menos 30 días en distintas épocas del año.
- Los datos deben haber sido comparados con equipos de referencia de la norma EN12341 o en su defecto con un instrumento equivalente probado.
- Para demostrar la validez del método automático la regresión de la intercomparación debe ser $R^2 \geq 0.8$.
- La constante en la ecuación de regresión (b en y=ax+b) en valor absoluto debe ser <5.
- Únicamente serán utilizados los periodos cuya medida sea >10 µg PM10 /m3.

Con las premisas anteriores fijadas por la guía, se inició la campaña de intercomparación en la estación de Arguedas, realizadose dos campañas, la primera entre el 1 de marzo y el 16 de mayo y la segunda entre el 11 de octubre y el 22 de noviembre y cuyos resultados exponemos a continuación.

## INTERCOMPARACIÓN FRENTE AL MÉTODO DE REFERENCIA (CAMPAÑA INVIERNO – PRIMAVERA)

El analizador de la estación es un monitor Met One BAM 1020 n/s B3867.

Como instrumento de referencia se empleó un captador IND Derenda modelo LVS3.1, con secuenciador para 15 días PSN15.

Los filtros fueron tarados y pesados en el laboratorio de Ingenieros Asesores S.A.

Se obtuvieron 70 pares de datos de los cuales 53 estaban por encima de 10 µg/m$^3$, que han sido los valores empleados para el cálculo del factor de correlación.

Los resultados se reflejan en la siguiente tabla.

| FILTRO | FECHA MUESTREO | DATO BAM 1020 | DATOS REF |
|---|---|---|---|
| 1 | 1-3-11 | 7 | 8,7 |
| 2 | 2-3-11 | 30 | 27,7 |
| 3 | 3-3-11 | 38 | 35,1 |
| 4 | 4-3-11 | 21 | 18,5 |
| 5 | 5-3-11 | 13 | 13,8 |
| 6 | 6-3-11 | 10 | 9 |
| 7 | 7-3-11 | 13 | 11,8 |
| 8 | 8-3-11 | 25 | 20,3 |
| 9 | 9-3-11 | 28 | 22,2 |
| 10 | 10-3-11 | 53 | 46,2 |
| 11 | 11-3-11 | 38 | 33,2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | 12-3-11 | 5 | 5,9 |
| 13 | 13-3-11 | 6 | 11 |
| 14 | 14-3-11 | 9 | 10,9 |
| 15 | 16-3-11 | 6 | 12,6 |
| 16 | 17-3-11 | 19 | 20,3 |
| 17 | 18-3-11 | 5 | 5,7 |
| 18 | 19-3-11 | 7 | 5,9 |
| 19 | 20-3-11 | 6 | 4,8 |
| 20 | 21-3-11 | 21 | 20,3 |
| 21 | 22-3-11 | 9 | 10 |
| 22 | 23-3-11 | 11 | 13,8 |
| 23 | 24-3-11 | 13 | 11,5 |
| 24 | 25-3-11 | 21 | 16,2 |
| 25 | 26-3-11 | 31 | 31,4 |
| 26 | 27-3-11 | 7 | 8,2 |
| 27 | 28-3-11 | 5 | 7,6 |
| 28 | 29-3-11 | 5 | 6,3 |
| 29 | 31-3-11 | 13 | 15,1 |
| 30 | 1-4-11 | 15 | 16,3 |
| 31 | 2-4-11 | 16 | 18,4 |
| 32 | 3-4-11 | 11 | 14,2 |
| 33 | 4-4-11 | 5 | 6,6 |
| 34 | 5-4-11 | 21 | 20,1 |
| 35 | 6-4-11 | 33 | 35,8 |
| 36 | 7-4-11 | 29 | 32,2 |
| 37 | 8-4-11 | 34 | 37,2 |
| 38 | 9-4-11 | 56 | 52,6 |
| 39 | 10-4-11 | 8 | 10,2 |
| 40 | 11-4-11 | 10 | 11,8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 41 | 12-4-11 | 9 | 8,2 |
| 42 | 13-4-11 | 12 | 10,5 |
| 43 | 16-4-11 | 27 | 29,5 |
| 44 | 17-4-11 | 22 | 23,2 |
| 45 | 18-4-11 | 24 | 21,3 |
| 46 | 19-4-11 | 27 | 25,8 |
| 47 | 20-4-11 | 27 | 24 |
| 48 | 21-4-11 | 24 | 24,9 |
| 49 | 22-4-11 | 11 | 12,5 |
| 50 | 23-4-11 | 13 | 15,1 |
| 51 | 24-4-11 | 7 | 9,6 |
| 52 | 25-4-11 | 10 | 15,5 |
| 53 | 26-4-11 | 26 | 24 |
| 54 | 27-4-11 | 36 | 31,3 |
| 55 | 28-4-11 | 31 | 25,8 |
| 56 | 29-4-11 | 19 | 20,3 |
| I-43 | 3-5-11 | 15 | 11,1 |
| I-44 | 4-5-11 | 14 | 9,6 |
| I-45 | 5-5-11 | 18 | 15,9 |
| I-46 | 6-5-11 | 26 | 27,7 |
| I-47 | 7-5-11 | 14 | 10,3 |
| I-48 | 8-5-11 | 8 | 6,5 |
| I-49 | 9-5-11 | 13 | 11,6 |
| I-50 | 10-5-11 | 23 | 18,5 |
| I-51 | 11-5-11 | 22 | 20,3 |
| I-52 | 12-5-11 | 17 | 12,6 |
| I-53 | 13-5-11 | 22 | 15,1 |
| I-54 | 14-5-11 | 12 | 8,3 |
| I-55 | 15-5-11 | 9 | 7,6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| I-56 | 16-5-11 | 14 | 11,6 |

**Tabla 1. Valores obtenidos**

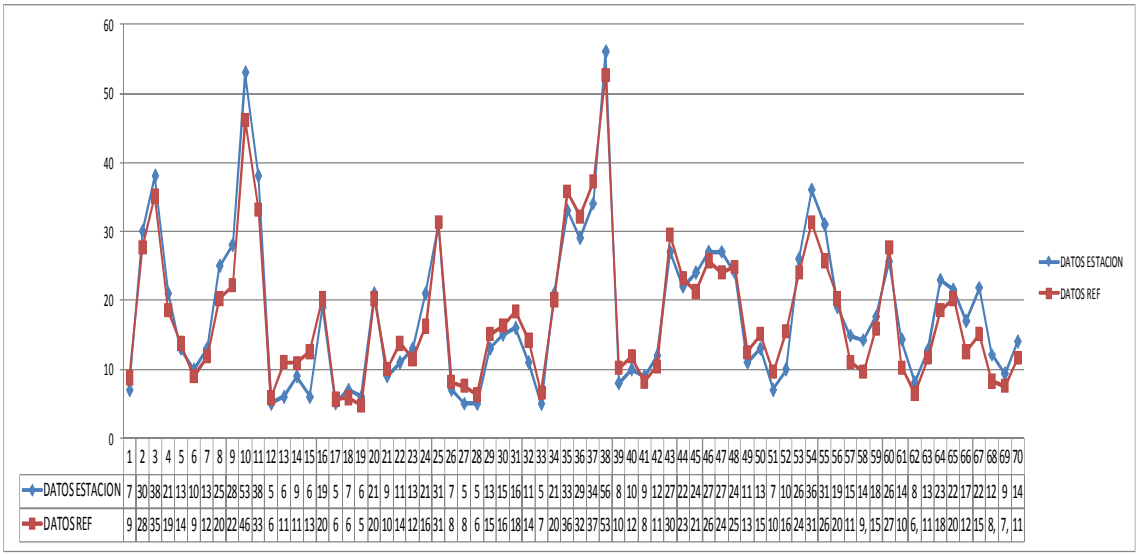



**Ilustración 1. Comparación datos estación y referencia**

En la ilustración 2 se recoge el tratamiento estadístico realizado de acuerdo a la "Guía a los Estados miembros sobre el muestreo de PM10 e intercomparación con el método de referencia", publicado en Enero de 2002 por el Grupo de Trabajo de la Comisión Europea sobre Material Particulado.

El tratamiento realizado es una regresión lineal tipo y = ax + b, donde la variable y corresponde a los resultados obtenidos por el método gravimétrico, y la variable x a los resultados obtenidos por el analizador automático. (Considerando únicamente los valores del método gravimétrico mayores de 10 µg/m$^3$).

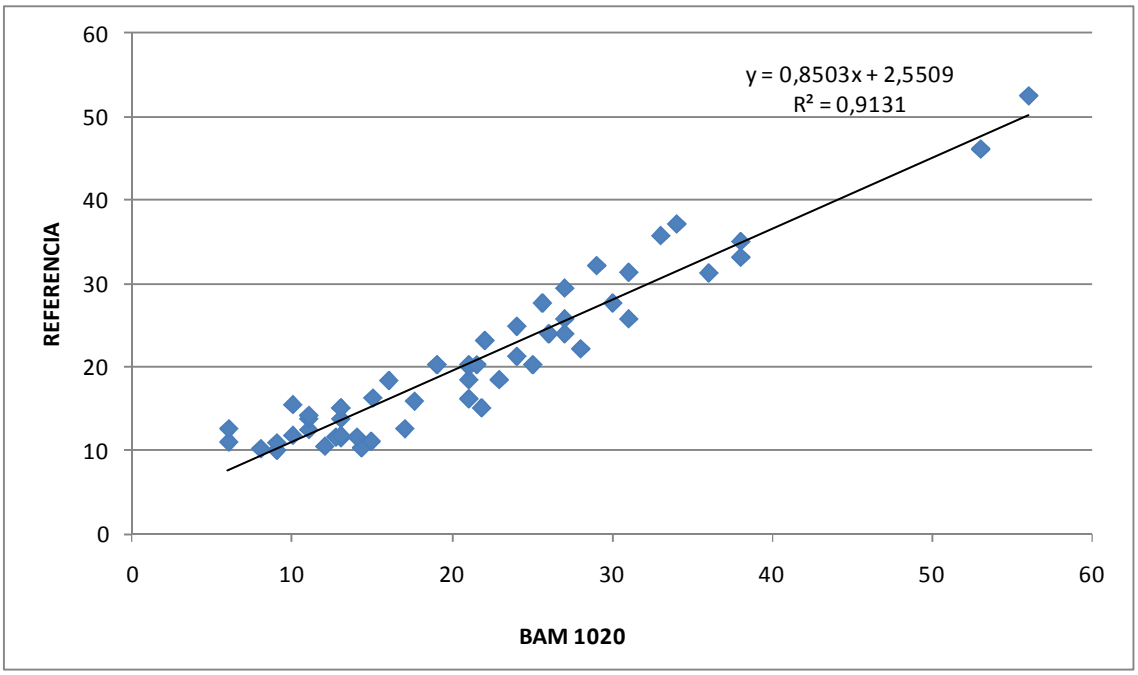



**Ilustración 2. Intercomparación Referencia vs BAM1020.**

Tanto el valor de $R^2$ (0,9131) como de la ordenada en el origen b (2,5509) cumplen los criterios de validez de la guía del grupo de trabajo de material particulado por lo que se considera válido el método automático empleado, debiendo utilizarse la siguiente ecuación de correlación:

$$Y = 0{,}8503X+2{,}5509$$

**Alternativamente** se puede utilizar una regresión lineal tipo y = ax donde la variable y corresponde a los resultados obtenidos por el método gravimétrico, y la variable x a los resultados obtenidos por el analizador automático. (Considerando únicamente los valores del método gravimétrico mayores de 10 µg/m$^3$).

Los resultados se reflejan en la ilustración 3.

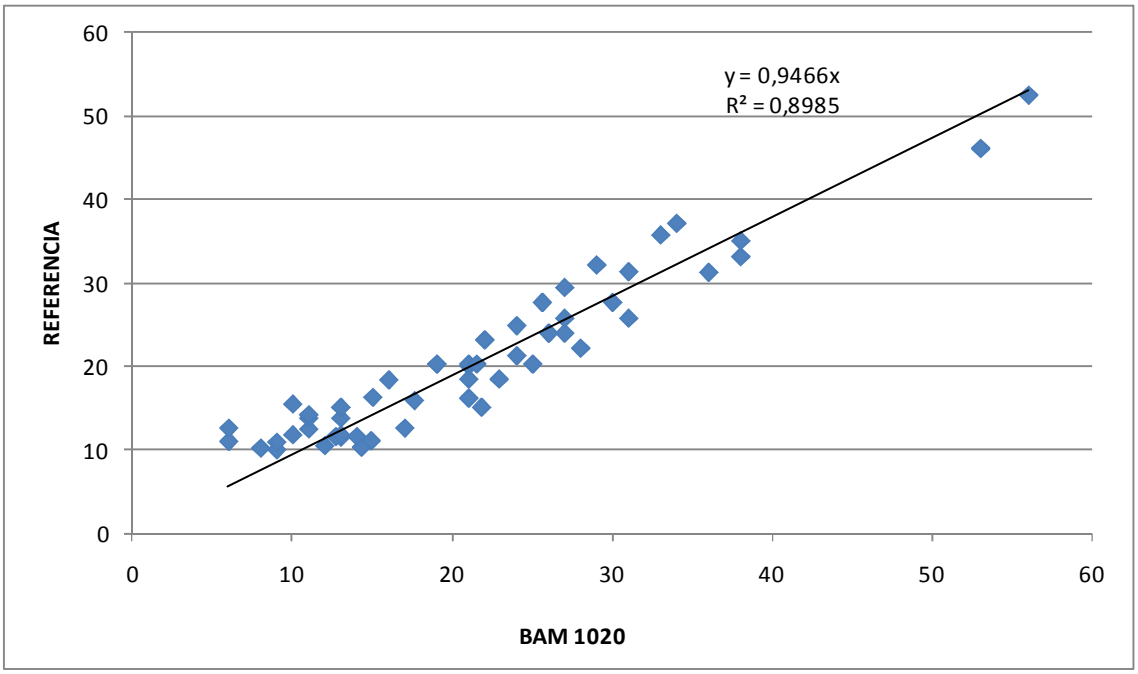



**Ilustración 3. Intercomparación Referencia vs BAM1020.**

Aquí también se cumple que $R^2$ es mayor de 0,8 siendo b=0 por lo que también se cumplen los criterios de la guía y en este caso la ecuación de correlación sería:

$$Y = 0{,}9466x$$

## INTERCOMPARACIÓN FRENTE AL MÉTODO DE REFERENCIA (CAMPAÑA OTOÑO)

Con las premisas anteriores fijadas por la guía, se inició la campaña de intercomparación en la estación de Arguedas.

El analizador de la estación es un monitor Met One BAM 1020 n/s B3867.

Como instrumento de referencia se empleó un captador IND Derenda modelo LVS3.1, con secuenciador para 15 días PSN15.

Los filtros fueron tarados y pesados en el laboratorio de Ingenieros Asesores S.A.

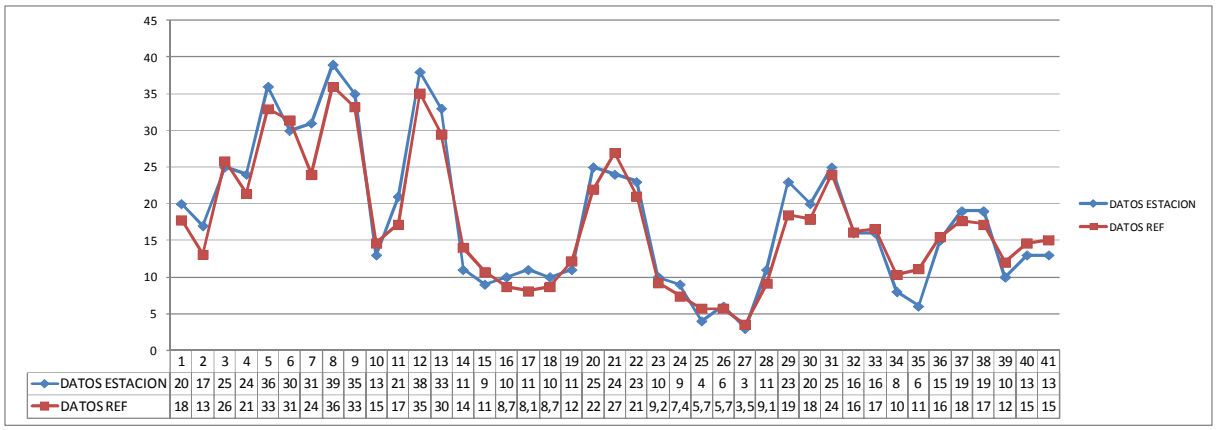
Se obtuvieron 41 pares de datos de los cuales 32 estaban por encima de 10 µg/m$^3$, que han sido los valores empleados para el cálculo del factor de correlación.

Los resultados se reflejan en la siguiente tabla.

| FILTRO | FECHA MUESTREO | DATO BAM 1020 | DATOS REF |
|---|---|---|---|
| 1 | 11-10-11 | 20 | 17,8 |
| 2 | 12-10-11 | 17 | 13,1 |
| 3 | 13-10-11 | 25 | 25,8 |
| 4 | 14-10-11 | 24 | 21,4 |
| 5 | 15-10-11 | 36 | 33,0 |
| 6 | 16-10-11 | 30 | 31,4 |
| 7 | 17-10-11 | 31 | 24,0 |
| 8 | 18-10-11 | 39 | 36,0 |
| 9 | 19-10-11 | 35 | 33,2 |
| 10 | 20-10-11 | 13 | 14,6 |
| 11 | 21-10-11 | 21 | 17,2 |
| 12 | 22-10-11 | 38 | 35,1 |
| 13 | 23-10-11 | 33 | 29,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14 | 24-10-11 | 11 | 14,0 |
| 15 | 26-10-11 | 9 | 10,7 |
| 16 | 27-10-11 | 10 | 8,7 |
| 17 | 28-10-11 | 11 | 8,1 |
| 18 | 29-10-11 | 10 | 8,7 |
| 19 | 30-10-11 | 11 | 12,2 |
| 20 | 31-10-11 | 25 | 22,0 |
| 21 | 1-11-11 | 24 | 27,0 |
| 22 | 2-11-11 | 23 | 21,0 |
| 23 | 3-11-11 | 10 | 9,2 |
| 24 | 4-11-11 | 9 | 7,4 |
| 25 | 5-11-11 | 4 | 5,7 |
| 26 | 6-11-11 | 6 | 5,7 |
| 27 | 7-11-11 | 3 | 3,5 |
| 28 | 8-11-11 | 11 | 9,1 |
| 29 | 10-11-11 | 23 | 18,5 |
| 30 | 11-11-11 | 20 | 17,9 |
| 31 | 12-11-11 | 25 | 24,0 |
| 32 | 13-11-11 | 16 | 16,1 |
| 33 | 14-11-11 | 16 | 16,6 |
| 34 | 15-11-11 | 8 | 10,3 |
| 35 | 16-11-11 | 6 | 11,1 |
| 36 | 17-11-11 | 15 | 15,5 |
| 37 | 18-11-11 | 19 | 17,7 |
| 38 | 19-11-11 | 19 | 17,2 |
| 39 | 20-11-11 | 10 | 12,0 |
| 40 | 21-11-11 | 13 | 14,6 |
| 41 | 22-11-11 | 13 | 15,1 |

**Tabla 2. Valores obtenidos**




| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATOS ESTACION | 20 | 17 | 25 | 24 | 36 | 30 | 31 | 39 | 35 | 13 | 21 | 38 | 33 | 11 | 9 | 10 | 11 | 10 | 11 | 25 | 24 | 23 | 10 | 9 | 4 | 6 | 3 | 11 | 23 | 20 | 25 | 16 | 16 | 8 | 6 | 15 | 19 | 19 | 10 | 13 | 13 |
| DATOS REF | 18 | 13 | 26 | 21 | 33 | 31 | 24 | 36 | 33 | 15 | 17 | 35 | 30 | 14 | 11 | 8,7 | 8,1 | 8,7 | 12 | 22 | 27 | 21 | 9,2 | 7,4 | 5,7 | 5,7 | 3,5 | 9,1 | 19 | 18 | 24 | 16 | 17 | 10 | 11 | 16 | 18 | 17 | 12 | 15 | 15 |

**Ilustración 4. Comparación datos estación y referencia**

En la ilustración 2 se recoge el tratamiento estadístico realizado de acuerdo a la "Guía a los Estados miembros sobre el muestreo de PM10 e intercomparación con el método de referencia", publicado en Enero de 2002 por el Grupo de Trabajo de la Comisión Europea sobre Material Particulado.

El tratamiento realizado es una regresión lineal tipo y = ax + b, donde la variable y corresponde a los resultados obtenidos por el método gravimétrico, y la variable x a los resultados obtenidos por el analizador automático. (Considerando únicamente los valores del método gravimétrico mayores de 10 µg/m$^3$).

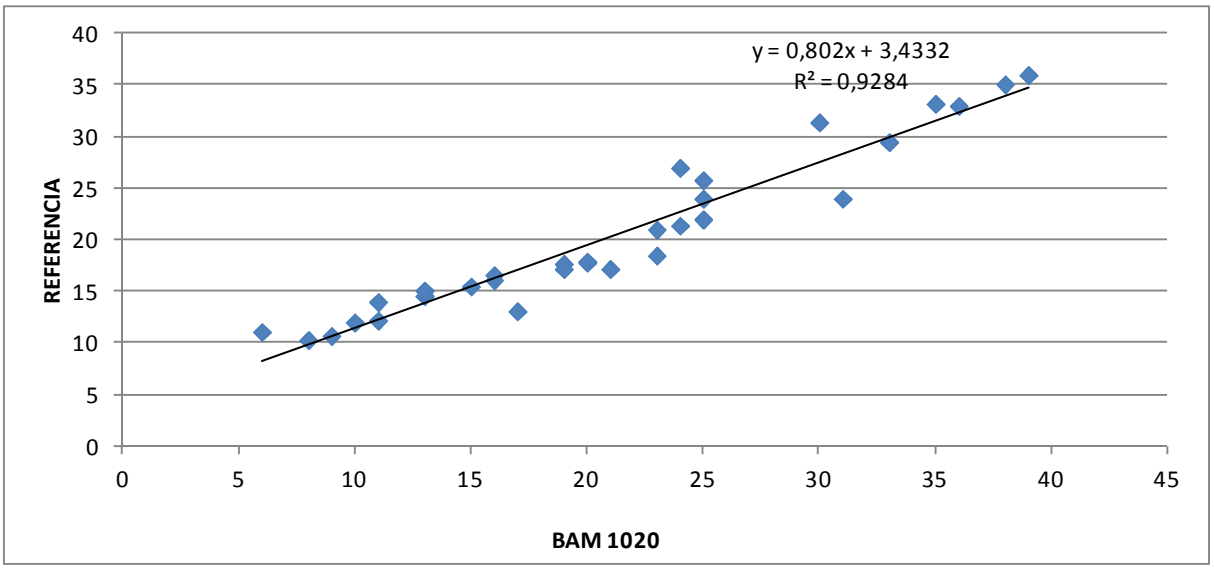



**Ilustración 5. Intercomparación Referencia vs BAM1020 (y=ax+b).**

Tanto el valor de $R^2$ (0,9284) como de la ordenada en el origen (3,4332) cumplen los criterios de validez de la guía del grupo de trabajo de material particulado por lo que se considera válido el método automático empleado.

$$Y=0,802x+3,4332$$

**Alternativamente** se puede utilizar una regresión lineal tipo y = ax donde la variable y corresponde a los resultados obtenidos por el método gravimétrico, y la variable x a los resultados obtenidos por el analizador automático. (Considerando únicamente los valores del método gravimétrico mayores de 10 µg/m$^3$).

Los resultados se reflejan en la ilustración 3.

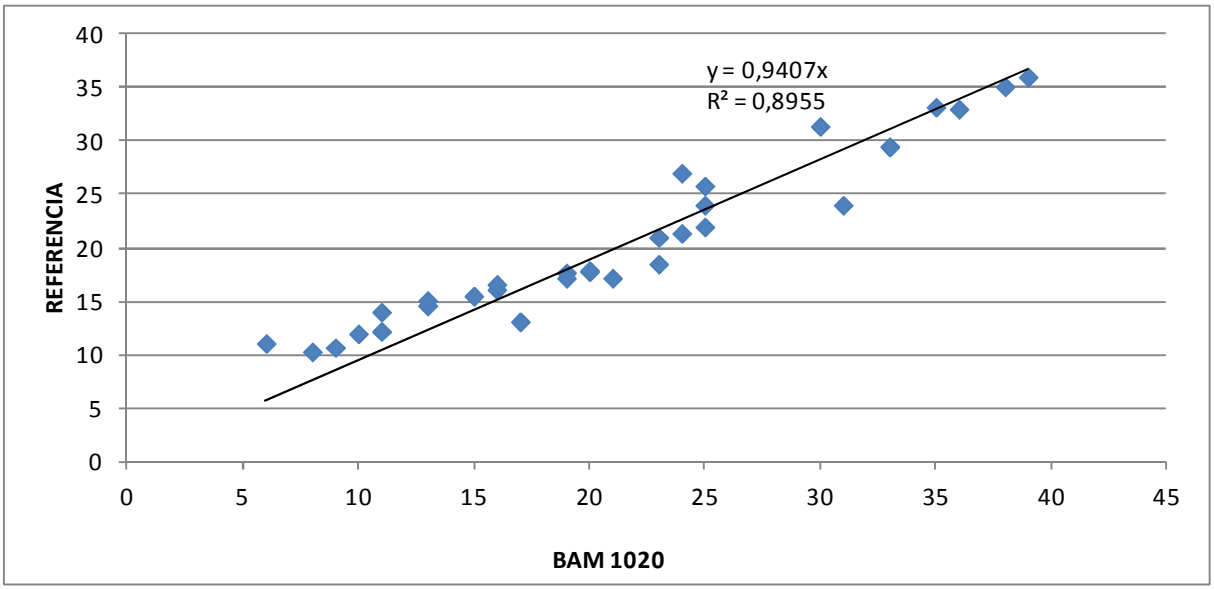



**Ilustración 6. Intercomparación Referencia vs BAM1020 (y=ax)**

Aquí también se cumple que $R^2$ es mayor de 0,8 siendo b=0 por lo que también se cumplen los criterios de la guía y en este caso la ecuación de correlación sería:

$$Y=0,9407x$$

## CONCLUSIONES A LAS CAMPAÑAS

Una vez finalizadas las campañas se observa que las rectas de correlación entre el periodo de verano e invierno difieren muy poco, (ver tabla 3) cumpliéndose siempre los requisitos de la guía para la intercomparación, por lo que se han obtenido las siguientes rectas que incluyen todos los puntos de ambas campañas en las que la concentración del método de referencia era > 10 µg/m$^3$, siendo por tanto la recta que se debe aplicar.

| Recta | Recta regresión | $R^2$ |
|---|---|---|
| y=ax+b 1ª campaña | y= 0,8503X+2.5509 | 0,9131 |
| y=ax+b 2ª campaña | y=0.802x+3.4332 | 0,9284 |
| y=ax+b Total dos campañas | y= 0.836x+2.8057 | 0,9166 |
| y=ax 1ª Campaña | y= 0.9466x | 0,8985 |
| y=ax 2ª campaña | y=0.9407x | 0,8955 |
| y=ax Total dos campañas | y= 0.9445x | 0,8976 |

**Tabla 3. Rectas obtenidas en cada campaña**

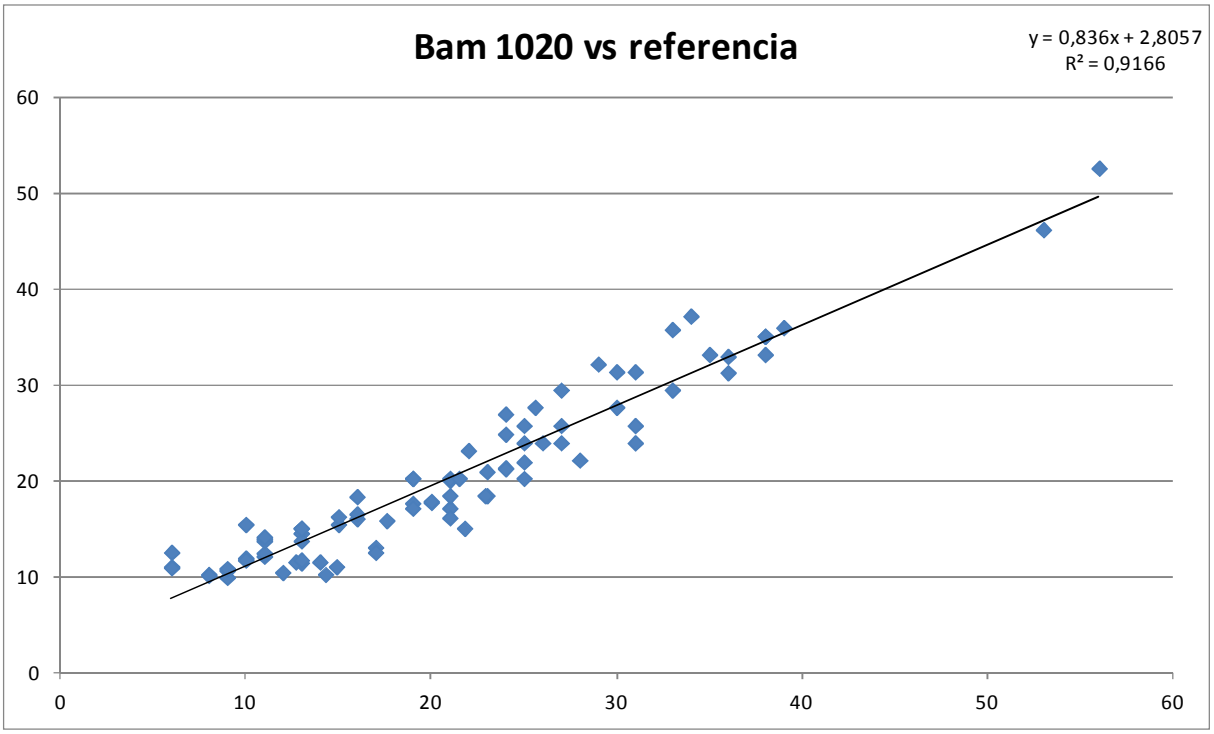



**Ilustración 7. Intercomparación Referencia vs BAM1020 (y=ax+b)**

Recta de correlación y= 0,836x+2,8057

O alternativamente

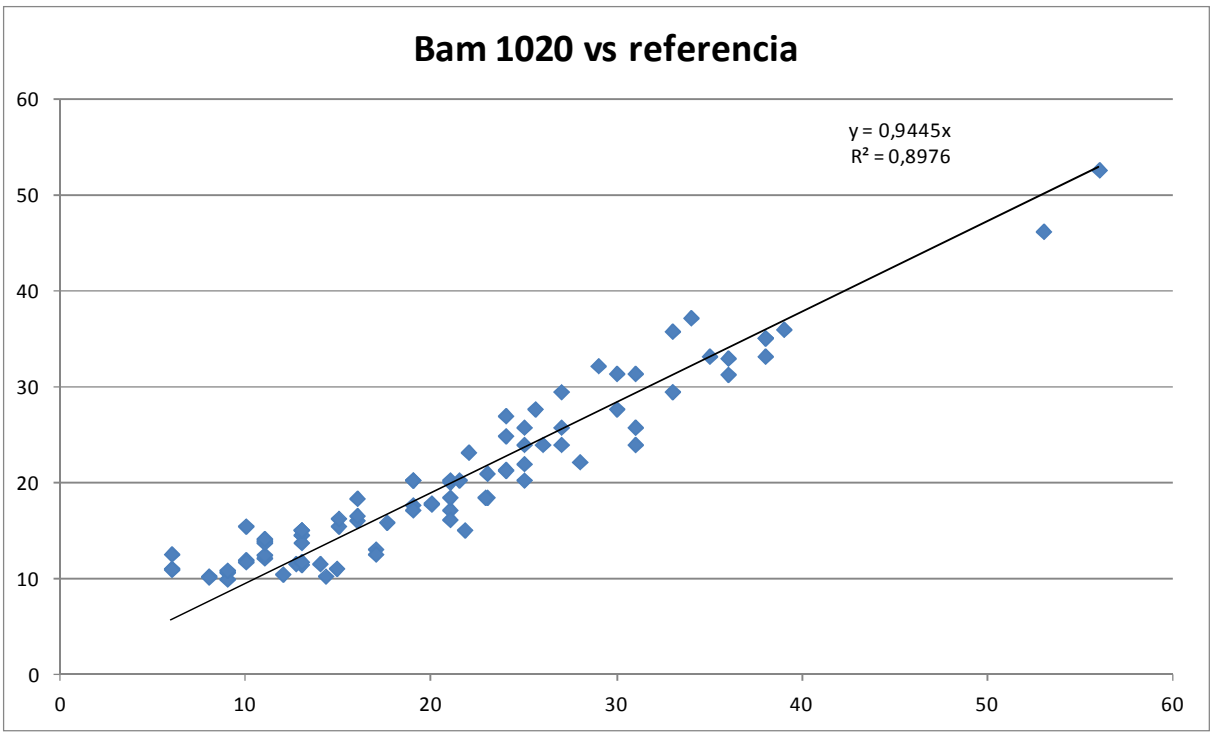



**Ilustración 8. Intercomparación Referencia vs BAM1020 (y=ax)**

Recta de correlación y= 0,9445x

En Llanera, a 16 de diciembre de 2011

Ingenieros Asesores, S.A.
Parque Tecnológico de Asturias, 39
33192 Llanera - Asturias
Teléfono: 985 98 00 50
Fax: 985 98 00 51

Fdo. Luís García Riera

SISTEMAS DE CONTROL