



---

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

GM Proyectos  
Ambientales

---

## INDICE

1. Introducción
  - 1.1 Objetivo
  - 1.2 Legislación
  
- 2 Características zonales
  - 2.1 Demografía
  - 2.2 Medio Ambiente
    - 2.2.1 Geología
    - 2.2.2 Edafología
    - 2.2.3 Flora destacable
    - 2.2.4 Fauna destacable
    - 2.2.5 Climatología
  
- 3 Descripción Campaña
  - 3.1 Equipos
  - 3.2 Localización puntos
  - 3.3 Condiciones ambientales durante la campaña
  - 3.4 Descripción contaminantes
  
- 4 Resultados obtenidos
  - 4.1 SO<sub>2</sub>
    - 4.1.1 Parque Hernández
    - 4.1.2 Aeropuerto
    - 4.1.3 Pinares de Rostro Gordo
  - 4.2 NO<sub>2</sub>
    - 4.2.1 Parque Hernández
    - 4.2.2 Aeropuerto
    - 4.2.3 Pinares de Rostro Gordo
  - 4.3 CO
    - 4.3.1 Parque Hernández

- 4.3.2 Aeropuerto
- 4.3.3 Pinares de Rostro Gordo
- 4.4 O<sub>3</sub>
  - 4.4.1 Parque Hernández
  - 4.4.2 Aeropuerto
  - 4.4.3 Pinares de Rostro Gordo
- 4.5 PM<sub>10</sub>
  - 4.5.1 Parque Hernández
  - 4.5.2 Aeropuerto
  - 4.5.3 Pinares de Rostro Gordo
- 4.6 PM<sub>25</sub>
  - 4.6.1 Parque Hernández
  - 4.6.2 Aeropuerto
  - 4.6.3 Pinares de Rostro Gordo
- 4.7 Materia Particulada en conjunto
- 4.8 BTEX
  - 4.8.1 Parque Hernández
  - 4.8.2 Aeropuerto
  - 4.8.3 Pinares de Rostro Gordo
  
- 5 Interpretación resultados
  - 5.1 Pinares de Rostrogordo
  - 5.2 Parque Hernández
  - 5.3 Aeropuerto
- 6 Comparación campañas anteriores
  - 6.1 Comparación con campaña 1999
  - 6.2 Comparación con campaña 2005
- 7 Anexos

## 1. **INTRODUCCIÓN**

---

### **1.1 Objetivo**

En este documento se va a realizar la descripción y análisis de la campaña de mediciones de calidad de aire llevada a cabo por la empresa SGS durante las fechas del veinticuatro de Octubre de 2013 hasta el cuatro de Diciembre de 2013.

La Ley 34/2007, de Calidad de Aire y Protección de la atmósfera, otorga competencia a las Comunidades Autónomas para la realización de mediciones y control de las emisiones, adoptando en su caso planes de actuación para reducir los niveles en la zonas conflictivas, entendiéndose por zona conflictiva aquellas en las que los valores de uno o más contaminantes se encuentren por encima de los valores regulados. Ésta Ley, establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica, para poder evitar cuando, o en su caso, disminuir los posibles daños para las personas, medio ambiente y demás bienes, quedan excluidos de su ámbito de aplicación los ruidos y vibraciones, las radiaciones ionizantes y no ionizantes y los contaminantes biológicos, que quedarán regulados por su normativa específica.

La Ciudad Autónoma de Melilla, carece de estaciones y redes de medición de fondo de contaminantes atmosféricos en continuo, por lo que en años anteriores se han realizado campañas de medición de la calidad del aire, concretamente en 1999 y en 2005 en cooperación con el Ministerio de Medio Ambiente, para tener constancia de la calidad de aire existente en la Ciudad Autónoma y así poder tomar medidas con los contaminantes que afectasen a la población Melillense.

Para la realización de la campaña se dispuso de una unidad móvil de medida que se situó en tres puntos, considerados estratégicos de la Ciudad Autónoma, ya que se trata de lugares representativos de la misma, pudiendo obtener unos resultados homogéneos de las concentraciones de sustancias en los distintos ambientes de Melilla.

## 1.2 Legislación

A continuación se dispone una relación de la legislación en materia de atmósfera que se ha consultado tanto a fondo como tangencialmente para la elaboración del informe que se desarrolla posteriormente.

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE)
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 101/2011, de 28 de enero, por el que se establecen las normas básicas que han de regir los sistemas de acreditación y verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y los datos toneladas-kilómetro de los operadores aéreos y de las solicitudes de asignación gratuita transitoria de instalaciones fijas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 1402/2007, de 29 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012.
- Real Decreto 1031/2007, de 20 de julio, por el que se desarrolla el marco de participación en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto.
- Real Decreto 227/2006, de 24 de febrero, por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos.

### **Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades (Vigente hasta el 01 de Junio de 2015)
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 717/1987, de 27 de mayo, por el que se modifica parcialmente el decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo.

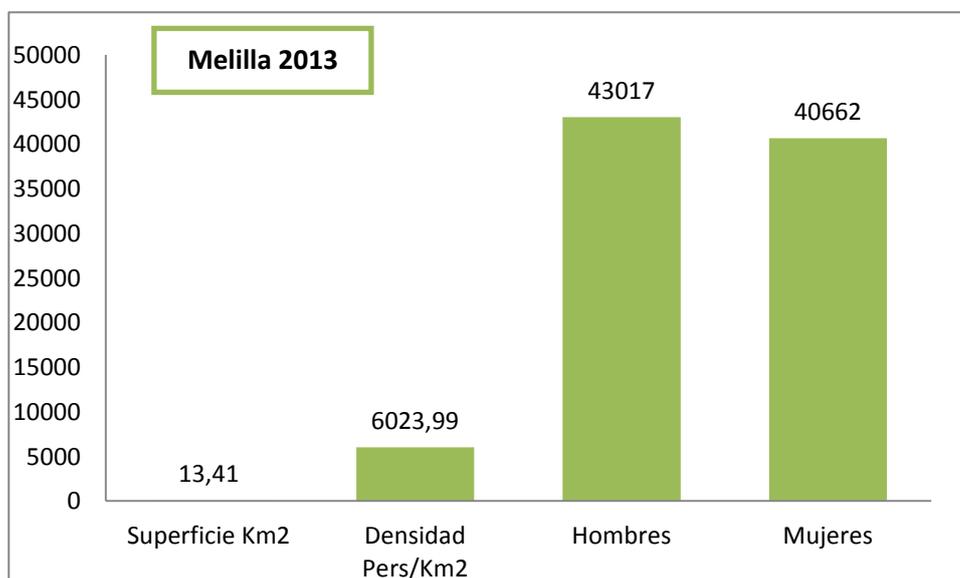
## 2. CARACTERÍSTICAS ZONALES

### 2.1 Demografía

Melilla es una ciudad norteafricana situada en la costa oriental del cabo Tres Forcas, al sur del mar de Alborán. Por esta razón, uno de los principales elementos de su carácter histórico viene dado por el permanente contacto con el mar Mediterráneo, hecho que ha determinado un continuo transcurrir de los pueblos que han surcado sus mares y se han instalado en sus orillas, aportándole una gran riqueza cultural. La forma de la ciudad es la de un semicírculo cuyo diámetro correspondería a su fachada marítima.

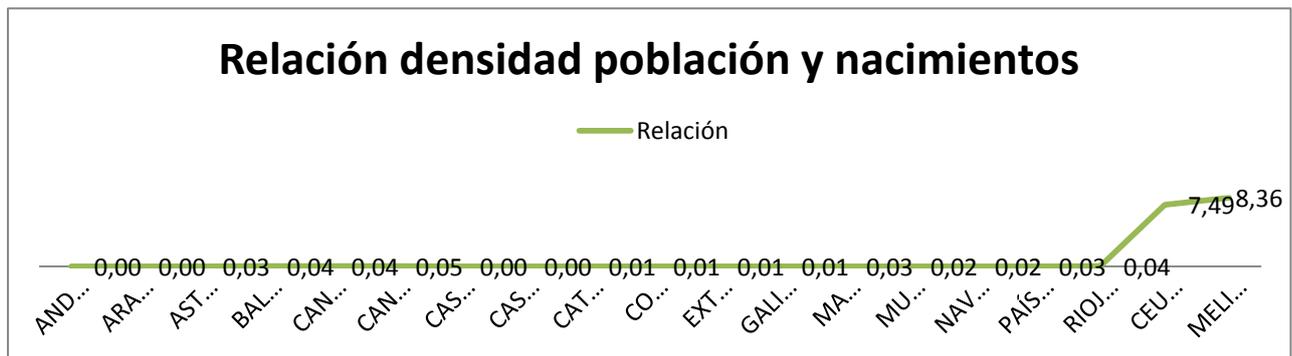
Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, la población censada en Melilla en 2013 es de ochenta y tres mil seiscientos setenta y nueve personas, de los cuales cuarenta y tres mil diecisiete de esas personas son hombres y cuarenta mil seiscientos sesenta y dos son mujeres. Pero la situación especial de Melilla con las fronteras de Marruecos tan próximas hace que la población existente durante la jornada laboral ascienda como consecuencia de la gran cantidad de gente que cruza las fronteras por la mañana temprano para iniciar su jornada laboral y abandona la ciudad en las últimas horas del día, datos no contrastados por el INE mencionan que la población Melillense asciende diariamente a los noventa mil habitantes en horario de trabajo.

Toda esta población que se menciona, se encuentra sobre una superficie de trece con cuarenta y un kilómetros cuadrados, según datos del INE, obteniendo como resultado una densidad de población de seis mil veintitrés con noventa y nueve personas por kilómetro cuadrado.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Además de esta peculiaridad que caracteriza a Melilla en cuanto a su superficie y población, coincide con la alta tasa de nacimientos que se suceden en la ciudad tanto por parte de Melillenses como por parte de madres procedentes de otros países, si se compara la relación de nacimientos acontecidos en Melilla en la densidad poblacional de la misma con el total de nacimientos acontecidos en otros puntos de la geografía española, indica que tiene el mayor índice de natalidad del territorio español, siendo este de setecientos veintiuno.



	Densidad	Nacimientos	Relación
ANDALUCÍA	96,46	40.793	0,00
ARAGÓN	28,28	5.829	0,00
ASTURIAS, PRINCIPADO DE	101,61	3.480	0,03
BALEARS, ILLES	224,26	5.071	0,04
CANARIAS	284,46	7.034	0,04
CANTABRIA	111,49	2.369	0,05
CASTILLA Y LEÓN	27,02	9.099	0,00
CASTILLA-LA MANCHA	26,7	9.528	0,00
CATALUÑA	235,92	35.347	0,01
COMUNITAT VALENCIANA	220,57	21.539	0,01
EXTREMADURA	26,62	4.485	0,01
GALICIA	94,05	10.072	0,01
MADRID, COMUNIDAD DE	809,52	31.952	0,03
MURCIA, REGIÓN DE	130,32	7.878	0,02
NAVARRA, COMUNIDAD FORAL DE	62,04	3.046	0,02
PAÍS VASCO	303,32	9.870	0,03
RIOJA, LA	64,14	1.509	0,04
CEUTA	4.313,74	576	7,49
MELILLA	6.023,99	721	8,36

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Melilla a su vez es conocida como una fuente de diversidad cultural importante, ya que en esta ciudad conviven cuatro culturas sin renunciar a sus señas de identidad propias, favoreciendo de este modo un enriquecimiento cultural de sus habitantes, siendo estas religiones la cristiana, musulmana con la mayoría de sus miembros de origen bereber, hebrea e hindú. Según datos del Centro de Investigaciones Sociológicas en el periodo de septiembre a octubre de 2012 así es como se encuentran las proporciones.

	%	(N)
Católico/a	46,3	185
Creyente en otra religión	37,5	150
No creyente	8,8	35
Ateo/a	3,3	13
N.C.	4,3	17
TOTAL	100	400

Las religiones mayoritarias en Melilla son la cristiana y la musulmana, hebreos e hindúes se encuentran significativamente representados pero no en las mismas cantidades que las otras religiones mencionadas. Lejos de connotaciones folklóricas la ciudad de Melilla se caracteriza por la interculturalidad y las fortalecidas relaciones con otros grupos étnicos y culturalmente diversos, lo que han generado una riqueza en patrimonio monumental, histórico y cultural generando el frágil tesoro de Melilla.

Tema que atañe especialmente a la situación actual de Melilla, es el delicado aspecto de la inmigración que presenta la ciudad, las causas que llevan a las personas a efectuar estas actividades son diversas, lo principal son el hambre y la pobreza que asola sus zonas de origen, como consecuencia de guerras y países desestructurados.

La economía Melillense se encuentra principalmente basada en el sector comercial, la hostelería y comercios son las principales fuentes económicas de Melilla, seguido del sector manufacturero, elementos metálicos destinados a la construcción.

## 2.2 Medio Ambiente

A continuación se va a hacer una descripción de los factores ambientales considerados relevantes a tener en cuenta para la elaboración del presente informe de Medidas de Calidad de Aire de la Ciudad Autónoma.

### 2.2.1 Geología

La Ciudad Autónoma de Melilla se encuentra en el arranque este del Cabo Tres Forcas. En la parte sur del cabo, adentrándose parcialmente en el territorio de la ciudad, se encuentra el complejo volcánico del Gurugú, cuyo edificio principal está formado por un estratovolcán complejo que alcanza los 900 metros de altura.

*Geológicamente* se constituye como el conjunto de la región litoral del Rif, formada por materiales secundarios y terciarios afectados por movimientos alpinos y por emisiones volcánicas. El accidente geológico más significativo es el sistema de fallas que originaron el basculamiento, en el Pleistoceno, de la meseta de Tres Forcas hacia el este y a consecuencia del cual se produjo el curso actual del río de Oro sobre uno de los bloques hundidos

La parte central del cabo, incluyendo la práctica totalidad de Melilla, está cubierta por sedimentos marinos someros de edad Tortonense y más recientes. El extremo norte está constituido por otro complejo volcánico de domos con cantidades subordinadas de tobas, formadas por riolitas de la serie calcoalcalina potásica. Al sur de este complejo volcánico se encuentra un asomo de forma triangular de unos 5 km<sup>2</sup> de rocas metamórficas fuertemente tectonizadas.

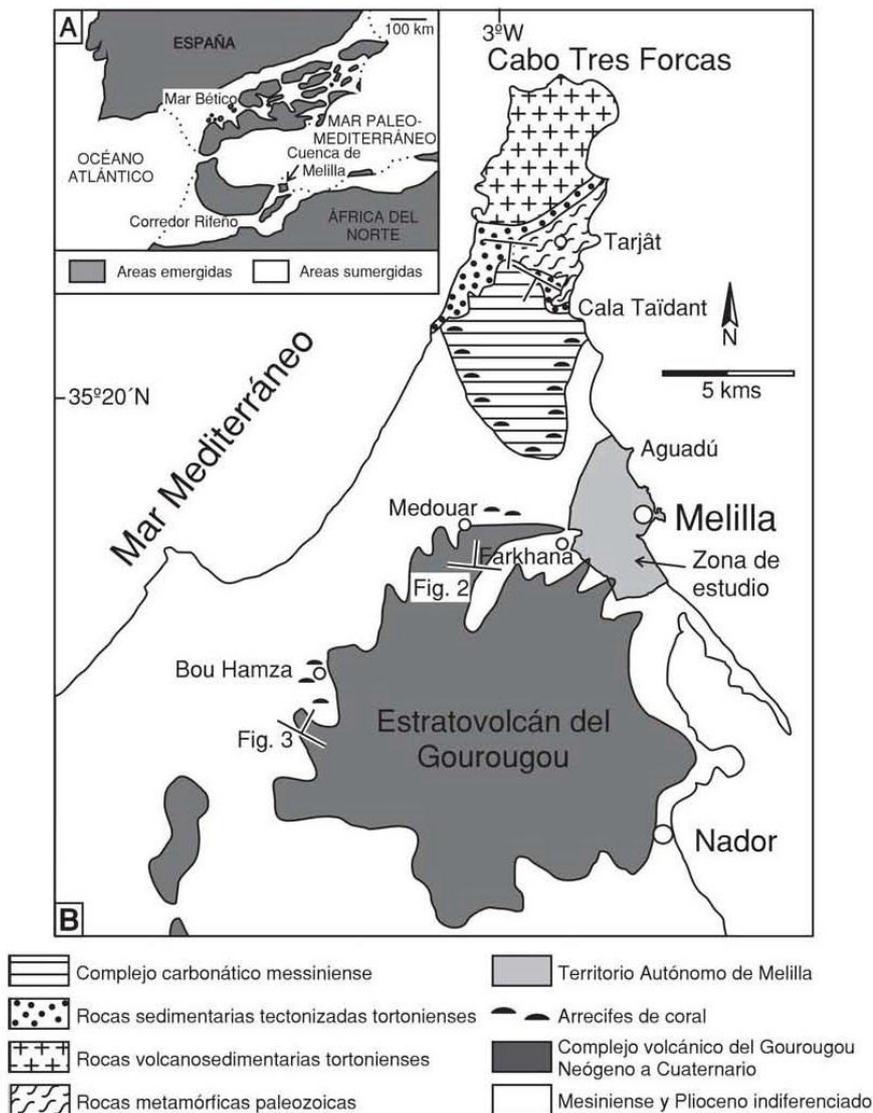
Tres unidades metamórficas, claramente diferenciadas, se disponen separadas por fallas de bajo ángulo. El despegue se ve afectado por pliegues de gran radio cuyo eje hunde 10° hacia N 240. Los pliegues involucran a los sedimentos circundantes que permiten datarlos como Tortonense superior. La unidad inferior (Unidad de Tarita), que aparece penetrativamente foliada, está formada a muro con filitas grises con cloritoide y a techo cuarcitas y carbonatos. Sobre ella se encuentra la Unidad de Taidant, que en las partes mejor preservadas muestra pizarras verdes oscuras y conglomerados con cantos de cuarzo y algunos restos de areniscas rojas micáceas. Entre estas dos unidades tectónicas existe un cuerpo fusiforme de serpentinitas que está incluido, al igual que la mayor parte de las otras unidades, en una zona ancha de cizalla frágil con gran desarrollo de cataclasitas y estructuras indicativas de sentido de desplazamiento hacia el SO.

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Discordante sobre estas rocas y sobre las rocas volcánicas se deposita un conjunto de sedimentos que comienza en el Tortonense medio-superior en los que se ha llamado cuenca de Melilla. La sedimentación comienza siendo silicitaclástica, con un nivel de conglomerados recubiertos por margas marinas, todo ello en la actualidad plegado y tectonizado.

Sobre estos sedimentos y el basamento se dispone el Tortonense Superior-Messiniense formado por calcarenitas depositadas en ambientes de plataforma somera con intercalaciones de carbonatos arrecifales coralinos. La secuencia estratigráfica es compleja, con alternancia de calcarenitas, calizas arrecifales y areniscas en los bordes de la cuenca, que hacia el centro pasan a ser predominantemente margas de cuenca pelágica.

La sedimentación es contemporánea con el vulcanismo del Gurugú, instalándose algunos de los arrecifes en las laderas del volcán.



Desde el punto de vista estratigráfico, en el territorio de Melilla se pueden diferenciar dos unidades carbonáticas separadas por una unidad siliciclástica de carácter detrítico propios de borde. Diferenciamos tres unidades estratigráficas fácilmente reconocibles, como son una secuencia de carbonatos arrecifales y calcarenitas a muro (Unidad carbonática inferior), la unidad detrítica intermedia depositada en ambientes deltaicos (Unidad detrítica intermedia) y a techo calcarenitas oolíticas y calizas estromatolíticas (Unidad carbonática superior). Estos materiales se pueden observar a lo largo de la costa comprendida entre el puerto de Melilla y el extremo norte del territorio (zona de Aguadú):

- Unidad carbonática inferior: Aflora en los dos extremos de la zona de costa antes mencionada y pierde su continuidad cartográfica en la parte intermedia de la misma coincidiendo con la zona donde se ubica el vertedero de la ciudad. En la zona entre Melilla la Vieja y el vertedero, los afloramientos más espectaculares de esta unidad se encuentran en los acantilados que limitan la ciudad, sobre todo en el sector de costa comprendido entre el Faro de Melilla y la ensenada de los Galápagos.

- Unidad detrítica intermedia: Está constituida por areniscas y limos con abundante cuarzo, bioclastos y fragmentos de rocas depositadas en un ambiente deltaico, representado por facies de llanura deltaica y de frente deltaico que progradan hacia el sureste. Esta unidad rellena la paleotopografía dejada por la unidad inferior y tendría su área fuente en la parte septentrional de la Península de las Tres Forcas.

Unidad carbonática superior: Esta constituida fundamentalmente por calcisilitas y calcarenitas, de tamaño muy fino a grueso, y generalmente muy oolíticas (grainstones oolíticos), en las que se intercalan diferentes niveles estromatolíticos. Los principales afloramientos de esta unidad se encuentran en el acantilado entre el vertedero de la ciudad y Aguadú.

En el Plioceno se destaca una serie estratigráfica constituida, de más antigua a más moderna, por margas, calizas y areniscas. Las margas forman la base del Plioceno y sobre ellas se sitúan calizas arenosas con algunas intercalaciones arcillosas. Hacia el sur se reduce su espesor, aumentando la proporción de arcillas y arenas. Sobre estas calizas aflora un paquete de areniscas silíceas de color amarillento que terminan como calcarenitas. Hacia el sur cambian lateralmente a arcillas.

Constituyendo el cuaternario de esta área se detectan depósitos de travertinos, aluviales, coluviales y marinos de playa. Los travertinos afloran al norte, estando constituidos por un paquete de potencia variable, de costras calcáreas que se sitúan sobre las areniscas

infrayacentes. Estos depósitos de travertinos no afloran al sur, apareciendo en este caso un conjunto de arcillas, arenas y gravas de naturaleza calcárea que forman parte de los depósitos coluviales.

Asociados a los cursos de agua de mayor entidad, aparece una alternancia de arenas, gravas y arcillas correspondientes a los depósitos aluviales. Los depósitos coluviales están formados por cantos y arenas de mineralogía volcánica, procedentes de la erosión de los montes de origen volcánico situados en los alrededores de Melilla.

Por último aparecen sedimentos cuaternarios de clara influencia marina, formados por las típicas arenas de playa.

### 2.2.2 Edafología

La mayor parte de los suelos de la zona son de escaso desarrollo, básicos, de textura gruesa, mala estructura, carentes de horizontes de acumulación de materia orgánica, y con humus escaso. La mayoría de ellos están desprovistos de cubierta vegetal y forman *litosoles* en los que debido a la erosión se produce un constante rejuvenecimiento. Los terrenos excavados por las fuertes lluvias torrenciales dan paso en las laderas a la aparición de *fluvisoles*, que a veces pueden tener un espesor superior a 100 cms. De forma más puntual encontramos *arenosoles*, producto de la erosión de las areniscas. Los distintos tipos de suelos que nos podemos encontrar en la zona son:

- *Litosoles*: poco desarrollados, con espesor de menos de 10 cm y con bajo contenido en materia orgánica. Aparece sobre rocas sedimentarias.

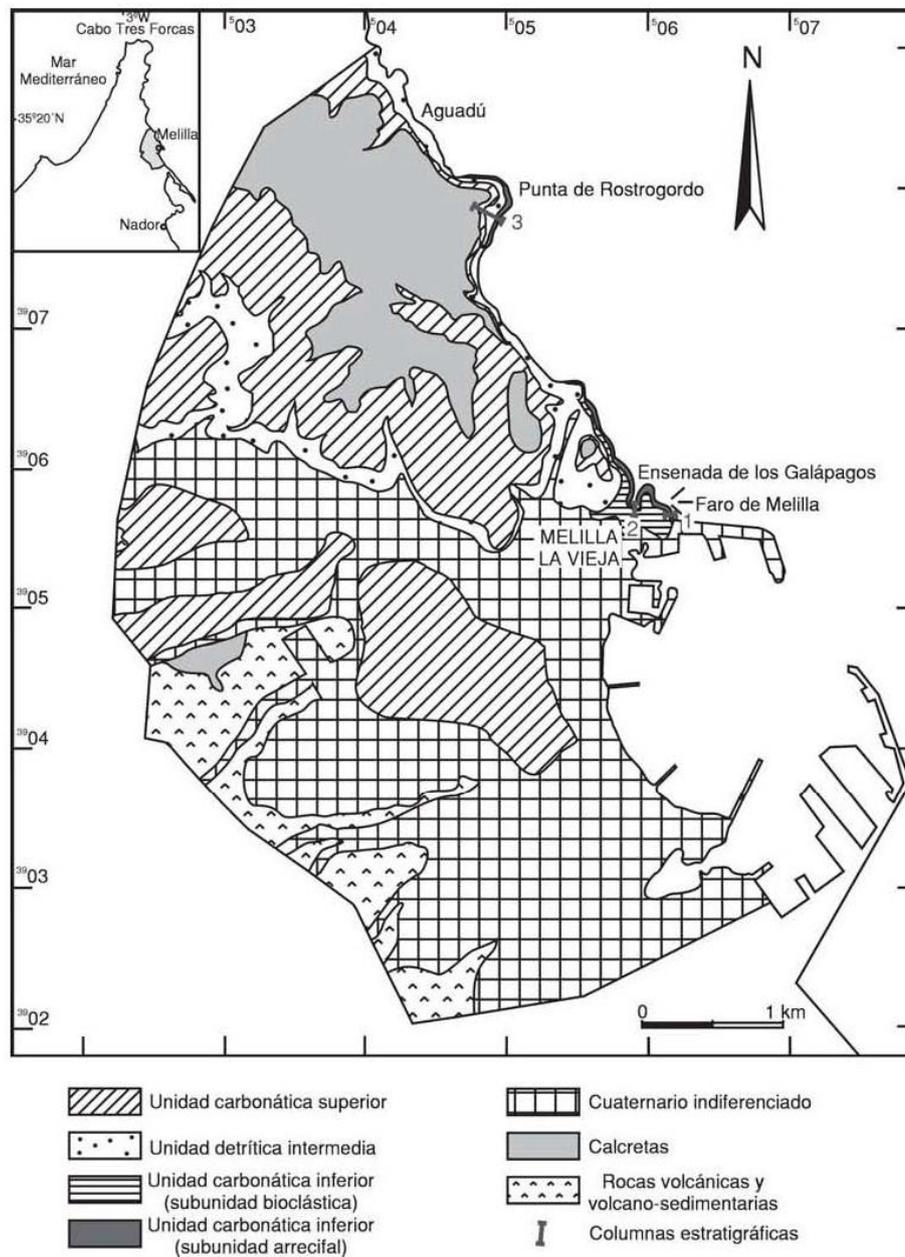
- *Regosoles*: Poco evolucionados, aunque algo más desarrollados con espesores de 20-25 cm, fuertemente calcáreos. Aparece especialmente en la cuenca fluvial, y en lugares de topografía suave o llana.

- *Fluvisoles*: suelos desarrollados sobre materiales fluviales con espesor de hasta 100 cm o más. Aparecen en el fondo de barrancos y arroyos. Están formados por un conglomerado de matriz arcillosa con cantos basálticos heterométricos. Suelos profundos pero poco diferenciados, con gran riqueza mineral y buena alimentación hídrica.

- *Rendzinas*: suelos carentes de horizonte B, la roca madre es carbonatada y si la actividad biológica y la meteorización es importante, da un horizonte A oscuro. Ocupa zona del pinar de Rostrogordo, está claramente meteorizado hacia un litosol.

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

- *Arenosoles*: Suelos muy pocos desarrollados, limitados a la vegetación sammófila y nitrófila. Ocupa la franja costera y en los acantilados de areniscas.



La *geomorfología* de la zona se incluye en un contexto territorial regional donde Melilla se encuentra en la región natural de Guelaya. Esta comprende desde el punto de vista naturalístico el Cabo Tres Forcas, accidente geográfico que con su orientación norte-sur corta los vientos dominantes de este-oeste (levante y poniente). En la base del cabo destaca la mole del Gurugú, con más de 800 metros de altura, que separa el relieve tortuoso y abarrancado de Tres Forcas con las llanuras de Zeluan al sur, salvando las estribaciones del macizo de Beni Bou

Ifrur, las antiguas Minas del Rif. En este conjunto, que por el oeste tiene sus límites en el río Kert y su desembocadura, presenta por el este un peculiar ecosistema, la laguna costera de la Mar Chica.

Las rocas sedimentarias constituyen la litología general de la zona, con travertinos, areniscas y molasas, arcillas y margas, especialmente en la meseta de Rostrogordo. Estas llanuras pliocénicas están alteradas por fenómenos volcánicos en la punta del Cabo Tres Forcas y en el sur de la región, en el Gurugú, en donde aparecen andesitas, traquiandesitas, dacitas, y en su base basaltos. En Melilla se pueden observar coladas volcánicas a pocos metros de la superficie, sobre todo al suroeste de la ciudad, por la mayor proximidad al estratovolcán del Gurugú.

El relieve resultante, sometido a una fuerte erosión favorecida por fuertes inclinaciones y el efecto de la arroyada tras lluvias torrenciales, ha sido modelado por arroyos y barrancos que confluyen en el centro en el Río de Oro o Uad Meduar (el que serpentea), cuyo valle separa el Cabo Tres Forcas al norte del Gurugú al sur.

El litoral melillense presenta dos sectores claramente diferenciados, una costa baja y arenosa formando playas en el sur, y una costa acantilada al norte.

### 2.2.3 Flora destacable

La vegetación tiene características distintas en función del tipo de factores ambientales que las determinan. Predominan los factores climáticos, fundamentalmente precipitaciones y temperatura, así como factores asociados a las características de los suelos sobre los que se asientan (yesos, salinas, riberas, etc.). La Ciudad Autónoma de Melilla, pertenece a la provincia corológica Muluyense. Asentada sobre el piso bioclimático termomediterráneo, bajo un clima semiárido, Melilla, se caracteriza por temperaturas medias anuales situadas en torno a los 18°C, inviernos suaves, ausencia de heladas tardías y precipitaciones medias anuales alrededor de los 388 mm.

En este contexto bioclimático, en el territorio melillense, la vegetación potencial 12parición, correspondería a bosques xerotermófilos de *Tetraclinis articulata* (araar) y de *Olea* – *Ceratonia* (acebuches y algarrobos), típicos de ambientes predesérticos. Como especies

acompañantes de estas formaciones se destaca la presencia de arbustos y matorrales endémicos del sur – sureste ibérico y norteafricano.

La vegetación actual es el resultado de la presión histórica ejercida sobre la vegetación potencial de la zona. A continuación se enumera la flora actual predominante en Melilla:

- Ciprés de Cartagena (*Tetraclinis articulata*): En Melilla se encuentran en acantilados escarpados o en zonas que han permanecido aisladas de la influencia humana. Estas áreas se reducen al Barranco del Nano, Horcas Coloradas o acantilados de la Punta de Rostrogordo.

- Sosa, barrilla zagua (*Salsola oppositifolia*): Su presencia en Melilla, se limita a los acantilados de Horcas Coloradas, la Punta de Rostrogordo y Aguadú, siempre en un hábitat escarpado con alta presencia salina en el aire. Cohabitan con esta especie otras típicas del litoral acantilado mediterráneo como *Limonium algarvense*, *Lycium intricatum*, *Lygeum spartum*, *Atriplex halimus*, etc. Conforme nos acercamos a la Punta del Morrillo con la Incineradora y los vertidos constantes al mar, va desapareciendo, siendo sustituidas por otras especies bioindicadoras de degradación.

- Hinojo marino (*Chritmum maritimum*) : Se localiza en la parte más halófila de los acantilados como son los de la Punta de Rostrogordo. Aparece a unos 4 ó 5 metros sobre el nivel del mar y no llega a más de los 10 ó 15. Se encuentra recogida por la Directiva Hábitats, dentro de “Acantilados mediterráneos con *Limonium* endémicos”.

- Saladina (*Limonium algarvense*): La encontramos en la costa acantilada al igual que el Hinojo, sin embargo ésta aparece por encima de los 15 metros, donde ya no aparece el hinojo. Ocupa de forma dispersa el acantilado e incluso la primera porción de la meseta de Rostrogordo a más de 100 metros de altitud. La destrucción progresiva del ha acabado con parte de estas formaciones típicamente mediterráneas. Se encuentra recogida por la Directiva Hábitats, dentro de “Acantilados mediterráneos con *Limonium* endémicos”.

- Cambronería (*Lycium intricatum*): Se encuentran ejemplares de forma dispersa en los acantilados, sobre todo en las laderas orientadas al sur y al este. Se encuentra recogida por la Directiva Hábitats, dentro de “Acantilados mediterráneos con *Limonium* endémicos”.

- Heliantemo cabeza de gato (*Helianthemum caput felis*): Arbustillo muy ramificado. Altura hasta 50 cm. Vive en suelos calcáreos y secos, en laderas soleadas y acantilados junto al mar. Bien reconocido en los acantilados de la costa de Melilla en sus zonas menos degradadas.

- Aliaga, rascamoños (*Launaea arborescens*): Es una de las especies más representativas de la flora melillense. Abunda en los barrancos que desde el Norte bajan al cauce del río de Oro y también en la meseta de Rostrogordo.

#### 2.2.4 Fauna destacable

La región de Guelaya, que circunda Melilla, encierra una gran variedad de animales terrestres invertebrados. La poca utilización por parte de los agricultores bereberes de pesticidas y herbicidas, y al haber aun lugares libres de agricultura y urbanización, han permitido conservar gran variedad de insectos, arácnidos y otros invertebrados terrestres.

- Solífugo rojizo (*Galeodes revertitus*): Existen poblaciones más numerosas que quedan enmascaradas por las costumbres nocturnas e hipogeas de la especie, en zonas de barrancos o acantilados.

- Ciempiés (*Scolopendra cingulata*): En esta zona son de color negro con destellos verdosos. Es el habitante de mayor tamaño de la fauna edáfica, que se puede encontrar enterrado en el suelo. Especie muy agresiva, de hábitos nocturnos. Esta especie es abundante en las colinas y la meseta pedregosa calcárea de la parte más septentrional.

##### Fauna Terrestre Vertebrados:

Los vertebrados que destacamos en esta zona son sobre todo reptiles y anfibios, algunos de ellos en peligro de extinción, como la tortuga moruna, el camaleón y el erizo moruno.

- Tortuga mora (*Testudo graeca*): Es una de las ocho especies de tortuga clasificadas tradicionalmente dentro del género *Testudo* es la especie con la distribución más extensa del género y está presente en tres continentes (Europa, África y Asia). Se conocen diecisiete subespecies diferentes. Se distingue de las otras especies por tener dos grandes espolones córneos en las patas traseras.

- Camaleón común (*Chamaeleo chamaeleon*): Reptil de cuerpo arqueado y muy comprimido lateralmente. Las extremidades son largas y delgadas, la cola prensil y por regla general de igual o menor longitud que el resto del cuerpo. Esta reptil se encuentra en la zona de Marruecos y Sahara Occidental. Es un reptil de costumbres eminentemente diurnas y arborícolas, de movimientos lentos y acompasados, solitarios y muy territoriales.

- Erizo Moruno (*Atelerix algirus*): Es una especie común en la región, y se han localizado ejemplares en Rostrogordo o en el barranco del Río Nano y del Quemadero. La Directiva Hábitats de la UE la incluye en su anexo IV, con las especies vegetales y animales de interés comunitario que requieren "protección estricta". En el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas aparece en el anexo II como especie "de interés especial".

En una situación más delicada están los mamíferos como el *macaco de Berberia* del que aun se pueden observar grupos estables en el Macizo del Gurugú o el murciélago rabudo:

- Murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*): Se ha localizado en los acantilados de la zona más septentrional de esta costa. Se recoge en el Anexo II del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, como de “Interés Especial”. La Directiva Hábitats igualmente reconoce su valor al incluirla en el anexo IV como especie que requiere de “Protección Estricta”.

Destacan otras especies que en otros tiempos existía con mayor densidad pero que han ido en regresión por la acción de los cazadores, como el caso del conejo, la liebre, el jabalí o el zorro.

Las aves son el conjunto de vertebrados más representativo de la fauna de la zona. El Cabo Tres Forcas es el segundo lugar, tras el Estrecho de Gibraltar, de paso de aves migratorias entre África y Europa por lo que se establece como un lugar privilegiado para la observación de aves. Entre otras destacamos:

- Pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*): Se han observado algunos ejemplares cerca de los acantilados de Aguadú o posados en las aguas cercanas a la costa de Melilla por su paso migratorio que se da entre octubre – noviembre y entre marzo- junio. Cuenta con un elevado grado de protección a nivel internacional y nacional. Presente en la Directiva Ave de la UE como “Especies de Interés”, en el anexo III del Convenio de Berna, o en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, como “especie de Interés Especial”.

- Cernícalo vulgar (*Falco tinnuculus*): Se encuentra bien representado en la zona por una considerable población nidificante, siendo la rapaz diurna más abundante. Nidifica en la zona de acantilados e incluso en algún edificio alto. Especie protegida por la legislación nacional, al igual que el resto de rapaces. Se recoge en el Anexo II del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, como especie “de interés especial”. También en el anexo II de los listados del CITES, y por último en el Convenio de Berna en el anexo II como “Estrictamente Protegida”.

- Halcón peregrino (*Falco peregrinus*): Es una especie especialmente vulnerable en este territorio. La zona de los acantilados han albergado alguna pareja que se ha reproducido aprovechando cornisas en las zonas más altas. Especie protegida por la legislación nacional, al igual que el resto de rapaces: en el Anexo II del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, como especie “de interés especial”.

- Perdiz moruna (*Alectoris barbara*): Se han estimado algunas poblaciones en la zona. Se encuentra en las zonas periféricas de la ciudad, aunque el número se ha reducido considerable por la caza furtiva, la destrucción de su hábitat y la depredación por animales domésticos. La Directiva Aves incluye a la perdiz moruna en su anexo I, como especie para la que hay que

aplicar medidas específicas de conservación, en este caso, por el escaso de su distribución europea.

- Mochuelo común (*Athene noctua*): Se trata de una pequeña rapaz nocturna con cabeza muy grande y sin expansiones auditivas externas, con un tamaño de 25 cm de longitud, pico corto y ojos amarillos y negros. Se encuentran por Rostrogordo y alrededores. Se recoge en el anexo II del CITES, como especie cuyo comercio hay que regular, y como “especie de interés especial” en el catálogo de especies Amenazadas.

- Gaviota de Audouin (*Larus audouinii*): No cría en los acantilados de la costa de Melilla, pero se observan individuos en toda la costa Norte o incluso por las escolleras y diques del Puerto. Se encontraban en grave peligro de extinción hasta hace dos décadas, pero el descubrimiento de nuevas colonias ha paliado este hecho. Incluida en la Lista Roja de Vertebrados españoles como especie rara y dentro del catálogo mundial de la UICN como NT (especie globalmente casi amenazada).

- Bulbul naranjero (*Pycnonotus barbatus*): Bien asentado en la zona de Melilla. La especie cría principalmente en varios lugares, como el barranco del río Nano y la zona de la Purísima Concepción. Además es un ave bastante común en huertas y jardines periurbanos. La principal amenaza le viene de la pérdida progresiva de vegetación arbórea y arbustiva que se ha ido produciendo en las últimas décadas.

No podemos olvidar la fauna marina en el enclave que nos ocupa. Melilla esta bañada por el mar de Alborán, región marítima contenida en el mar Mediterráneo. En su seno se origina una serie de corrientes de distinta temperatura y salinidad que originan secundariamente y de forma local una serie de acontecimientos ecológicos que provee a este de una diversidad y riqueza biológica marina inusual.

#### 2.2.5 Climatología

En Melilla el clima es templado, de tipo mediterráneo, perteneciente al subtipo semiárido o estepario. Alejada de las influencias atlánticas y expuesta a los vientos de levante, tiene un clima mediterráneo con temperaturas cálidas (18°C de media anual) y escasas precipitaciones. Estas se reducen a poco más de trescientos milímetros anuales, pero presentan una gran irregularidad interanual.

La temperatura máxima del año se obtiene entre los meses de julio y agosto, alcanzando entre los 35-40°C y la mínima del año se obtiene entre los meses de diciembre y febrero, bajando entre los 3° y los 6°. La insolación media anual, es de 2.500 horas, siendo los meses más expuestos los del verano, es decir, de junio a agosto.

Las precipitaciones, a veces torrenciales, se presentan en invierno y primavera, siendo los meses más lluviosos diciembre, febrero y abril. Se observan dos máximos de pluviometría, uno correspondiente a primavera y otro a invierno, con un mínimo muy acusado en verano. El valor máximo corresponde al mes de abril, con 52 mm y 0,9 mm, en julio.

La lluvia útil a efectos de recarga de los acuíferos no rebasa los 50-60 mm anuales como media, lo que da lugar a una capacidad de recarga próxima a los 7 hm<sup>3</sup> en periodos de pluviometría normal.

La humedad ambiental es muy pequeña en los meses de verano, comunicando a la región una gran aridez. Los vientos predominantes tienen componente este u oeste.

En definitiva, se trata de un clima poco propicio para el desarrollo de la vegetación, sobre todo por la escasez de precipitaciones, y la fuerte exposición a los vientos y al sol.

Las presiones más importantes que determinan el clima de la zona son:

- *Anticiclón semipermanente de las Azores*; con presencia tanto en invierno como en verano.

- *Depresión o baja presión semipermanente de Islandia*; de bastante influencia en el clima de Melilla en combinación con el anticiclón de las Azores, pese a su lejanía.

- *Depresión o baja presión térmica africana y depresión o baja térmica de la Península Ibérica*: generadas por las altas temperaturas de los meses de verano, interrumpen en estos meses la extensión del anticiclón de las Azores hacia el este en el norte de África y en la Península Ibérica.

El viento constituye una variable del clima, que junto con la precipitación tiene una importancia destacada por su capacidad para difundir partículas, olores y ruidos a largas distancias. Por este motivo se analiza de una forma individualizada.

La velocidad anual media del viento es de máxima 13,2 km/h y de mínimo 11,5km/h en los últimos 10 años, habiéndose llegado a alcanzar velocidades de hasta 17,4km/h de máxima

Existe una red de Meteorología Portuaria, que contaba hasta 2006 con una estación en Melilla. Según el informe elaborado por Puertos del Estado con los datos aportados por esta

estación se obtienen una serie de datos sobre la velocidad y dirección del viento en la zona de Melilla.

Las estaciones disponían de sensores de viento, presión, temperatura del aire, humedad relativa y precipitación. Tanto sus características técnicas como su explotación respondían a convenciones determinadas por la Organización Meteorológica Mundial y se ajustaban a los Proyectos de Norma Española de la serie 500. La estación ubicada en Melilla presenta unas coordenadas geográficas: longitud -2.93 E y latitud 35.29 N

En función de la estación del año en la que nos encontremos la frecuencia de las diferentes direcciones del viento varían. En Invierno las más frecuente es Norte con un 30% seguida de Oeste y Oeste/ suroeste con un 12%. En Primavera es muy semejante al invierno no obstante la frecuencia se ve reducida en todas las direcciones. En Otoño, la dirección más frecuente es Oeste con un 20% seguida de Oeste/ suroeste con un 18%. Mientras que en verano se encuentran más repartidas y con frecuencias comprendidas entre 15% y 9% las direcciones de Norte, Oeste, Oeste/suroeste y Norte/noreste.

Diferentes estudios señalan que en la zona de Melilla se observa claramente que la dirección predominante del viento es Norte.

### 3. DESCRIPCIÓN CAMPAÑA

#### 3.1 Equipos

El equipo con el que se ha realizado la campaña de medidas para la calidad de aire de Melilla se trata de "Glossaire Station Météo Vantage Pro 2".

La maquinaria que se ha empleado para las mediciones es la siguiente, se hace una breve descripción de la misma posteriormente:

PARAMETROS A EVALUAR	Técnica a emplear	
Partículas PM10 Partículas PM2,5 Partículas PM1	GRIMM 180	Lectura directa mediante laser óptico
CO	AIRPOINTER BL	Espectrometría infrarroja no dispersiva
NO <sub>x</sub>	AIRPOINTER BL	Quimioluminiscencia
SO <sub>2</sub>	AIRPOINTER BL	Fluorescencia Ultravioleta
OZONO	AIRPOINTER BL	Fotometría Ultravioleta
Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno (BTEX)	BOMBA DE MUESTREO CASELLA	Aspiración en soporte de muestreo + Cromatografía De Gases
Condiciones Meteorológicas	Davis Vantage Pro	Estación meteorológica

Airpointer BL, Sistema compacto de monitoreo de la Calidad del aire: se trata de una plataforma única y múltiple de monitoreo de gases contaminantes, contiene hasta 4 sensores correspondientes al SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> O<sub>3</sub> y CO aunque puede ser ampliable hasta los parámetros que hagan falta, estos sensores están referenciados según normativa de la UE. También contiene un sistema de medición de las condiciones meteorológicas.



**Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

Grimm 180, monitor de medida del polvo ambiental, este instrumento permite medir simultáneamente  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $PM_1$  en todo momento, así como la temperatura y la humedad exteriores. Lo compone un cabezal de muestreo TSP en la parte superior de la tubería, por debajo de la rejilla superior se encuentra el monitor de polvo óptico que se puede desconectar independizando las medidas. Este modelo ha sido diseñado para el funcionamiento automático, continuo y sin necesidad de vigilancia de una ubicación.



Bomba de muestreo Casella, muestreo profesional, se emplea para el muestreo personal de polvo, gases y vapores, muy usada en materia de prevención de riesgos laborales así como en tareas de construcción y demolición. Presenta un rango de caudal desde 5ml a 5 L/min, con una batería de carga rápida (entre 3 y 4 horas) generando una autonomía de 45 horas, la pantalla LCD de gran tamaño contiene indicaciones de tiempo real de caudal de aspiración y volumen de aire muestreado, sistema de control digital de caudal de gran precisión.



A continuación se describen los parámetros a tener en cuenta en las mediciones obtenidas de los registros meteorológicos:

Temperatura (°C): la estación meteorológica permite la adaptación de más sensores, además de los siempre presentes (interior y exterior). Esta sonda de temperatura alternativa, en particular, se coloca fuera de la unidad de medición en una posición protegida dirección sur. Sus lecturas no son más que una medida de la temperatura del exterior donde se encuentra la estación meteorológica. No se utiliza como base para cualquier cálculo. Debido a su posición bajo techo, los valores medidos son generalmente más altos que los del principal sensor de temperatura exterior que es mucho más representativo.

Altitud (m): esta estación meteorológica es de aproximadamente 15 metros. La altitud afecta sólo el sensor de presión barométrica de la estación. El sensor de presión opera a altitudes de hasta 6.667 metros. Amanecer y atardecer pueden afectar al cálculo de la altitud.

Presión (milibares): El peso del aire hace que nuestra atmósfera ejerce una presión sobre la superficie de la tierra. Esta presión se conoce como presión atmosférica. Generalmente, cuanto más aire por encima de una zona, mayor es la presión atmosférica, esto, a su vez, significa que la presión atmosférica cambia con la altitud. Por ejemplo, la presión atmosférica es mayor a nivel del mar que en la cima de una montaña. Para compensar esta diferencia y para facilitar la comparación entre localizaciones con diferentes altitudes, la presión atmosférica se ajusta generalmente a la presión a nivel del mar equivalente. Esta presión ajustada se conoce como presión barométrica. En realidad, la estación meteorológica mide la presión atmosférica y la presión se traduce sistemáticamente a presión barométrica. La unidad de medida es milibares, (1 milibar = 1 hectopascales (hPa)). Los cambios en la presión barométrica con condiciones meteorológicas locales, hacen que la presión barométrica sea una herramienta extremadamente importante en las previsiones meteorológicas. Zonas con altas presiones son generalmente asociadas con el buen tiempo mientras baja presión zonas se asocian generalmente con mal tiempo. Para fines de pronóstico, sin embargo, el valor de la presión barométrica absoluta es, en general, menos importante que el cambio en la presión barométrica. En general, el aumento de la presión indica la mejora de las condiciones meteorológicas, mientras que una caída indica un deterioro de las condiciones meteorológicas.

Fuerza Beaufort: es un sistema para estimar y notificar velocidades del viento, se compone de la velocidad del viento, un término descriptivo, y los efectos visibles sobre los objetos de tierra y/o las superficies marinas. La escala fue ideada por Sir Francis Beaufort (1777-1857), hidrógrafo de la Marina Real Británica. Conversión tabla km / h a Beaufort:

<b>Velocidad</b> > = 1 y <6 km / h	Beaufort = 1
<b>Velocidad</b> > = 6 y <12	Beaufort = 2
<b>Velocidad</b> > = 12 y <20	Beaufort = 3
<b>Velocidad</b> > = 20 y <29	Beaufort = 4
<b>Velocidad</b> > = 29 y <39	Beaufort = 5
<b>Velocidad</b> > = 39 y <50	Beaufort = 6
<b>Velocidad</b> > = 50 y <62	Beaufort = 7
<b>Velocidad</b> > = 62 y <75	Beaufort = 8
<b>Velocidad</b> > = 75 y <89	Beaufort = 9
<b>Velocidad</b> > = 89 y <= 103	Beaufort = 10
<b>Velocidad</b> > = 103 y <117	Beaufort = 11
<b>Velocidad</b> > = 117	Beaufort = 12

Refrigeración grados-día (dd): es una unidad de medida para el cálculo del efecto de la temperatura sobre el consumo de energía (por ejemplo, electricidad) para enfriar una ubicación. La temperatura juega una parte importante en el consumo de energía para enfriar la unidad móvil u otras estructuras.

Punto de rocío (°C): es la temperatura a la cual el aire se enfría por saturación (100% relativo de humedad), siempre que no haya cambio en el contenido de agua. El punto de rocío es una medida importante utilizada para predecir la formación de rocío, hielo y niebla. Si el punto de rocío y la temperatura están muy juntos al final de la tarde cuando el aire empieza a volverse más frío, es probable que se produzca niebla durante la noche. El punto de rocío es también un buen indicador del contenido real de vapor de agua en el, a diferencia de la humedad relativa, que toma la temperatura del aire en cuenta. Un alto punto de rocío indica alto contenido de vapor; bajo punto de rocío indica bajo contenido de vapor. Además un alto punto de rocío indica probabilidad de lluvias y tormentas eléctricas severas. También se puede

utilizar el punto de rocío para predecir la temperatura mínima durante la noche. No es novedad que se espere durante la noche y la tarde una humedad relativa  $\geq 50\%$ , por la tarde el punto de rocío da una idea de que temperatura mínima debe esperarse por la noche, ya que el aire no es probable que se enfríe más allá del punto de rocío durante la noche.

Evaporación de transpiración (ET): es una medida de la cantidad de vapor de agua que vuelve al aire en un área determinada. Combina la cantidad de vapor de agua de retorno a través de la evaporación (de superficies de vegetación húmeda y estoma de las hojas) con la cantidad de vapor de agua devuelto por transpiración (exhalación de humedad a través de la piel de la planta) para llegar a un total. Efectivamente, Et es lo contrario a la lluvia, y se expresa en las mismas unidades de medida (milímetros). La Vantage Pro utiliza la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad media del viento y la radiación solar para estimar ET (ET se calcula una vez cada hora a la hora).

Vendaval: En 1964, la Organización Meteorológica Mundial define las categorías de vendaval como:

<b>52 – 62 Km/h</b>	Galerna
<b>63 – 74 Km/h</b>	Vendaval
<b>75 – 102 Km/h</b>	Tormenta

Grados/día: Debido a que la temperatura juega un papel importante en la tasa de desarrollo de las plantas y muchas plagas (especialmente insectos), una medición incluyendo la acumulación de calor con el paso del tiempo es necesaria para predecir la maduración. El cultivo grados-día proporciona una medida para calcular el efecto de la temperatura sobre el desarrollo de las plantas y / o plagas. Creciente grado-día es la cantidad de calor que se acumula cuando la temperatura se mantiene un grado por encima del umbral de desarrollo de base durante 24 horas. El creciente grado-día es también la cantidad de calor que se acumula cuando la temperatura se mantiene 24 ° por encima del umbral de base durante 1 hora. No hay grados-día negativos, si la temperatura se mantiene por debajo del umbral, no hay acumulación grados-día.

A diferencia de las estrictas predicciones de tiempo de desarrollo de la planta / plagas, las predicciones grado-día tienen cierta independencia de la ubicación o de las fluctuaciones de temperatura. Siempre que se sepa el número de grados día necesarios para el desarrollo de la planta / plaga, se puede utilizar grados-día como un indicador preciso. Por ejemplo, se puede saber que se necesitan, en general, tres semanas para el desarrollo de una plaga. En cambio en un clima más fresco puede tardar hasta 4 semanas en desarrollarse, y sólo 2 semanas para desarrollarse en un clima más cálido. La predicción de tiempo puede ser desviada hasta una semana en este caso, mientras que el grado-día usado como predicción días debería dar lugar a una precisión mucho mayor.

Ráfaga (km/h): un aumento significativo de las fluctuaciones de la velocidad del viento. La duración es por lo general menos de veinte segundos.

Índice de calor: utiliza la temperatura y la humedad relativa para determinar cómo realmente es el aire. Cuando la humedad es baja, la temperatura aparente puede ser menor que la temperatura del aire, puesto que la transpiración se evapora para enfriar el cuerpo. Sin embargo, cuando la humedad es alta (es decir, el aire está saturado de vapor de agua) la temperatura aparente parece mayor que la temperatura real del aire, ya que la transpiración se evapora más lentamente. Nota: La estación meteorológica mide el Índice de calor sólo cuando la temperatura del aire está por encima de 14 °C, ya que es insignificante a temperaturas más bajas. (Por debajo de 14 °C, Heat Index= la temperatura del aire.) El índice de calor no se calcula por encima de 52 °C.

Calefacción Grados-día (dd): es una unidad de medida para calcular el efecto de la temperatura sobre el consumo de energía (por ejemplo, el combustible para calefacción) para calentar un lugar, esencialmente lo contrario de refrigeración Grados-día.

Tasa de lluvia: La tasa de lluvia más alta se detectada durante un período determinado. El valor se expresa en milímetros de por hora. La tasa más alta jamás medida por la estación meteorológica es de 82 mm/hora.

Humedad relativa (%): es el porcentaje de la saturación total del aire por vapor de agua. La cantidad de vapor de agua que se necesita para saturar el aire (es decir, 100%) aumenta exponencialmente a medida que aumenta la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, disminuye el porcentaje del total de saturación de aire y viceversa.

Temperatura media en el interior de la estación (°C) durante un cierto período de tiempo: El sensor se encuentra en el interior de las estaciones, de la consola, puede generar falta de representatividad, pero la posición es constante. Debido a la ventana y la pared de aislamiento de la estación, la temperatura en el interior va con el exterior con un considerable retraso de tiempo.

La escala de temperatura con el punto de congelación de 273 °K (Kelvin) y el punto de ebullición de 373 °K. Se utiliza principalmente para fines científicos. También conocida como la escala de temperatura absoluta. Propuesto en 1848 por William T. Kelvin, 1r barón de Largs (1824-1907), físico escocés de origen irlandés y matemático.

La temperatura más baja, se define como la temperatura exterior más baja alcanzada en un período de tiempo. Teniendo en cuenta que este parámetro se mide por la estación meteorológica en sí mismo, y no se deriva de la baja de las temperaturas exteriores medias en la base de datos.

La temperatura exterior (°C), es medida por el sensor principal exterior. Además, la información por separado también se recoge sobre la medida en horas/día (según la definición de la salida y la puesta del sol), y durante las horas nocturnas.

Lluvia: la precipitación en forma de gotas de agua líquida superior a 0,5 mm. Si son muy dispersas, el tamaño de la gota puede ser menor. La intensidad de la lluvia se basa en la tasa de caída. "Muy ligera" (R -) significa que las gotas dispersas no hacen una superficie completamente mojada. "Luz" significa (R-) es mayor que una traza y hasta 0,25 mm de una hora. "Moderado" (R) significa que la velocidad de caída es de entre 0,25 a 0,75 mm por hora. "Heavy" (R +) significa más de 0,75 mm por hora. La estación meteorológica mide la cantidad de lluvia en mm por unidad de tiempo, un 1 mm de lluvia equivale a 1 litro por metro cuadrado.

Lluvia por día (mm): la cantidad de lluvia medida por la estación meteorológica en el día (entre el amanecer y la puesta del sol). El valor no tiene sentido meteorológico, pero no es más la comprobación de las condiciones meteorológicas de ese día.

Tasa de lluvia: cantidad media de lluvia medida en un período de tiempo. La estación meteorológica expresa este valor en mm de por hora.

Tormenta: muestra el total de lluvia del último evento de lluvia. Se necesitan dos gotas de lluvia para comenzar un evento de tormenta y 24 horas sin lluvia para terminar un evento de tormenta.

Horas de lluvia por día: es la cantidad de horas de lluvia en el día.

Calidad de recepción (%): es la tasa de recepción, muestra el porcentaje de paquetes de datos que se han recibido con éxito por la consola del Pro Vantage. Los valores por encima del 90% son normales cuando la estación móvil no está ocupada, de lo contrario el valor puede ser tan bajo como 20%, como consecuencia de la interferencia de transmisores - por ejemplo, ordenadores portátiles u otros transmisores MHz.

Niebla mar: es un tipo de niebla de advección que se forma cuando el aire húmedo caliente se enfría a la saturación medida, el aire se mueve a través del agua fría.

Humedad del suelo (cbar): es el contenido de humedad de la capa superior de un suelo. Las medidas de Vantage Pro de la humedad del suelo se realizan utilizando un sensor Watermark de Irrometer Company. Este sensor utiliza la resistencia para indicar la disponibilidad de agua. La siguiente tabla puede servir de orientación generales para interpretar las lecturas:

<b>0 – 10</b>	Suelo saturado. Se produce un día o dos después de la irrigación
<b>10 – 20</b>	Adecuadamente mojado
<b>30 – 60</b>	Para regar, excepto suelos arcillosos pesados
<b>60 – 100</b>	Rango usual para el riego de los suelos arcillosos pesados
<b>100 - 200</b>	Peligrosamente seco

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Temperatura del suelo (°C): la temperatura del suelo a la profundidad del sensor de la humedad del suelo. La temperatura también es utilizada por la estación meteorológica para compensar la lectura de la humedad.

Energía solar (L): la cantidad de energía acumulada de radiación solar durante un período de tiempo se mide en Langleys. 1 Langley = 11,622 vatios/hora por metro cuadrado = 3.687 BTU por pie cuadrado = 41,84 kilojulios por metro cuadrado.

Radiación solar: lo que llamamos "radiación solar actual" es conocida como Radiación Solar Global, una medida de la intensidad del sol, la radiación que llega a una superficie horizontal. Esta radiación incluye tanto el componente directo del sol y la componente reflejada desde el resto del cielo. La lectura de la radiación solar da una medida de la cantidad de radiación solar incidente en el sensor de la radiación solar en un momento dado, expresada en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>). El valor registrado por Weather Link es la radiación solar promedio medido durante el intervalo de archivo. El Sensor de Radiación Solar detecta la radiación en longitudes de onda de 300 a 1100 nanómetros.

Horas de sol (h): el número de horas de sol durante un cierto período de tiempo. Una hora se define como el sol en caso de que la radiación solar media de la hora es superior a "x" vatios por metro cuadrado. La "x" depende del mes del año. El siguiente cuadro ofrece una aproximación de los límites por la mitad del mes. Estos son sólo para fines ilustrativos; los límites reales se calculan para cada fecha individual.

<b>Enero</b>	190	<b>Mayo</b>	340	<b>Septiembre</b>	345
<b>Febrero</b>	230	<b>Junio</b>	360	<b>Octubre</b>	315
<b>Marzo</b>	270	<b>Julio</b>	370	<b>Noviembre</b>	270
<b>Abril</b>	310	<b>Agosto</b>	365	<b>Diciembre</b>	205

Porcentaje horas sol (%): el porcentaje de horas de sol en relación con el número de horas entre el amanecer y el atardecer.

Salida del sol: la aparición diaria del sol sobre el horizonte oriental como resultado de la rotación de la tierra. En Estados Unidos, se considera como el instante en que el borde superior del sol aparece en el nivel del mar. En Gran Bretaña, el centro del disco solar se utiliza en su lugar, la hora de salida del sol se calcula para el nivel medio del mar, el tiempo depende de la posición en la tierra del observador, y la fecha del calendario de la observación. La posición de la estación meteorológica es: 45 ° 24 "0" Norte y 1 ° 12 "0" Oeste.

Puesta de sol: la desaparición diaria del sol debajo del horizonte occidental como resultado de la rotación de la tierra. En Estados Unidos, se considera como el instante en que el borde superior de la sol desaparece debajo del nivel del mar. En Gran Bretaña, el centro del disco solar se utiliza en su lugar, la hora de la puesta del sol se calcula para el nivel medio del mar, el tiempo depende de la posición en la tierra del observador, y la fecha del calendario de la observación. La posición de la estación meteorológica es: 45 ° 24 "0" Norte y 1 ° 12 "0" Oeste.

Temperatura (°C): la medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide en una escala arbitraria de cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor o frío. En las observaciones de superficie, se refiere principalmente al aire libre de la temperatura ambiente o cerca de la superficie de la tierra. En Europa, la temperatura se expresa en grados Celsius, por lo que la fusión del hielo se define como cero grados, y el agua hirviendo a 100 grados. En EE.UU. y algunos otros países, la temperatura se expresa en grados Fahrenheit, la fórmula de conversión es:  $C = (F-32) * 5/8$  en la estación meteorológica la temperatura exterior se mide 2 metros por encima del nivel de la superficie. El sensor se encuentra dentro de un blindaje de temperatura que está montado en el lado este de la unidad móvil.

THSW índice ( Temperatura - Humedad - Sol - Viento ) (°C): como el Índice de calor, el índice de THSW utiliza la humedad y la temperatura para calcular una temperatura aparente. Además, THSW incorpora los efectos de calentamiento de la radiación solar directa y los efectos de enfriamiento del viento en percepción de la temperatura.

El índice UV (idz): mide la intensidad de la radiación UV. Se utiliza una escala de 0 a 16 para evaluar la intensidad de la corriente de los rayos UV. El valor registrado por UV Weather Link es la UV promedio medida durante el intervalo de archivo. El sensor UV detecta la radiación ultravioleta en longitudes de onda de 290-390 nanómetros. La EPA de EE.UU. clasifica los valores del Índice UV como se muestra a continuación:

**0 – 2** Mínima

**3 - 4** Bajo

**5 – 6** Moderado

**7 – 9** Alto

MED UV: MED es sinónimo de dosis eritematogena mínima, definida como la cantidad de exposición a la luz solar necesaria para inducir un enrojecimiento apenas perceptible de la piel dentro de las 24 horas después de la exposición al sol. En otras palabras, la exposición a 1 MED dará lugar a un enrojecimiento de la piel. Debido a los diferentes tipos de piel se queman a un ritmo diferente, 1 MED para las personas con piel muy oscura es diferente de 1 MED para las personas con piel muy clara. Nota: Vantage Pro asume Tipo de piel II: Blanco. Siempre se quema fácilmente, se broncea mínimamente.

Viento: el aire que fluye en relación a la superficie de la tierra, en general horizontalmente. Hay cuatro áreas de viento que podrían medirse: dirección, velocidad, carácter (ráfagas y borrascas), y turnos. Los vientos de superficie se miden por veletas y anemómetros, mientras que los vientos de nivel superior se detectan a través de los globos piloto, Rawin o informes de las aeronaves. La estación meteorológica mide dirección, velocidad y velocidad de las ráfagas. Su anemómetro está situado a dos metros por encima de la azotea de la estación.

La sensación térmica (°C): tiene en cuenta cómo la velocidad del viento afecta nuestra percepción de la temperatura del aire. Nuestros cuerpos se calientan, las moléculas de aire que lo rodean transfirieren calor a la piel. Si no hay movimiento de aire, esta capa aislante de moléculas de aire caliente permanece junto al cuerpo y ofrece cierta protección contra las moléculas de aire más frías. Sin embargo, el viento barre el aire cálido y cómodo que rodea el cuerpo. Cuanto más rápido sopla el viento, el calor más rápido se deja llevar y se siente más frío. Por encima de 32,8 °C, el movimiento del aire no tiene efecto sobre la temperatura aparente, el modo de enfriamiento del viento es la misma que la temperatura exterior.

Dirección del viento: la dirección desde la que sopla el viento. Por ejemplo, un viento del este sopla desde el este, no hacia el este. Se informa con referencia al norte verdadero o 360 grados de la brújula, y se expresa a los 10 grados más cercanos, o a uno de los 16 puntos de la brújula (N, NE, ONO, etc.).

Ejecución del viento (Km): la ejecución del viento es una medida de la cantidad de viento que pasa por un punto dado durante el período de medición. Para calcular recorrido del viento, se multiplica la velocidad por el periodo de tiempo en el período de medición. Por ejemplo, 10 km / h durante 12 horas sería de 120 kilómetros de recorrido del viento. El período de medición básica de la presente estación meteorológica es de una hora, el recorrido del viento es igual a la velocidad del viento.

Velocidad del viento (Km/h): la velocidad de viento se mide con el llamado anemómetro y se determina contando los pulsos de rotación durante un período de la muestra. El período de la muestra es de 2,25 segundos. El número de impulsos por período de la muestra es igual a la velocidad del viento en millas por hora. En la base de datos de la velocidad del viento se expresa en km / h. El factor de conversión para algunas unidades de uso frecuente es el siguiente: 1 MPH = 1,6093 kilómetros por hora = 0,4470 m / seg = 0,8690 nudos. La conversión a la conocida escala de Beaufort que es menos conocida aunque se menciona anteriormente.

### 3.2 Localización puntos

La localización de los puntos para la campaña, se eligieron siguiendo el R.D. 1073/2002, Anexo VIII en el apartado en el que habla de la Macroimplantación expone que:

*“Los puntos de muestreo orientados a la protección de la salud humana deberán estar situados de manera que:*

- 1. Proporcionen datos sobre las áreas situadas dentro de las zonas y aglomeraciones que registres las concentraciones más altas a las que la población puede llegar a verse expuesta, directa o indirectamente, durante un periodo significativo en comparación con el periodo de promedio utilizado para el cálculo del valor o valores límite.*
- 2. Proporcionen datos sobre las concentraciones registradas en otras áreas dentro de las zonas y aglomeraciones que son representativas de la exposición de la población.*

*Por regla general, los puntos de muestreo deberán estar situados de tal manera que se evite la medición de microambientes muy pequeños en sus proximidades. A título indicativo, un punto de muestreo deberá estar situado de manera que sea representativo de la calidad del aire en sus alrededores dentro de un área de al menos 200 m<sup>2</sup> en los emplazamientos orientados al tráfico y de varios kilómetros cuadrados en los emplazamientos orientados al fondo urbano. Cuando sea posible, los puntos de muestreo deberán ser también representativos de emplazamientos similares que no estén en su proximidad inmediata.”*

Así como a lo referente a la Microimplantación de las unidades de medida, según el R.D. 1073/2002 se ha tenido en cuenta que:

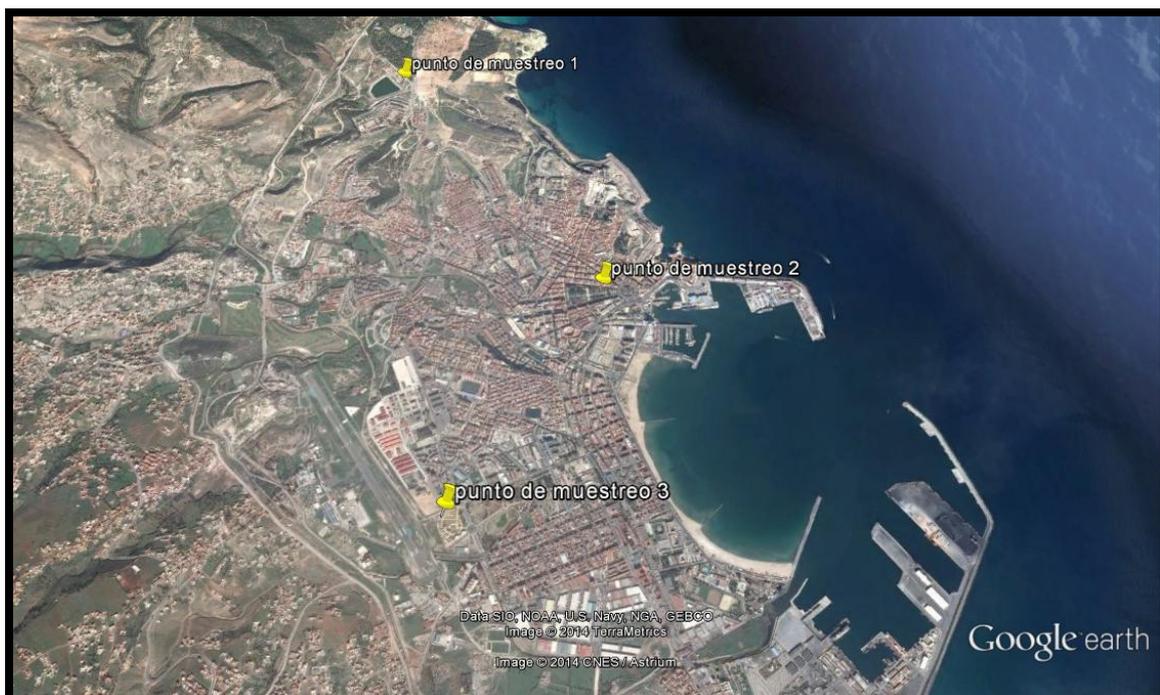
*“No deberán existir restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del muestreo, ni obstáculos que afecten al flujo de aire en la vecindad del sistema de muestreo (por regla general, el punto de entrada del muestreo se colocará a varios metros de edificios, balcones, árboles y otros obstáculos, y, como mínimo, a 0,5 m del edificio más próximo en el caso de puntos de muestreo representativos de la calidad del aire en la línea de edificios); en general, el punto de entrada del muestreo deberá estar situado entre 1,5 m (zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo.*

*En algunos casos podrá resultar necesaria una posición más elevada (hasta 8 m). Posiciones más elevadas pueden también ser adecuadas si la estación es representativa de un área extensa; el punto de entrada del muestreo no deberá estar situado en las proximidades de*

*fuentes de emisión para evitar la entrada directa de emisiones sin mezclar con el aire ambiente; la salida del sistema de muestreo deberá colocarse de tal forma que se evite la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema; ubicación de los sistemas de muestreo orientados al tráfico: en lo que respecta a todos los contaminantes, los puntos de muestreo deberán estar al menos a 25 m del borde de los cruces principales y al menos a 4 m del centro del carril de tráfico más próximo; para el dióxido de nitrógeno las entradas de aire no deberán estar a más de 5 m del bordillo de la acera; para partículas y plomo, las entradas de aire deberán estar situadas de tal manera que fueran representativas de la calidad del aire cercana a la línea de edificios; en lo que respecta al monóxido de carbono, las entradas de aire no deberán estar a más de 5 m del borde de la acera; en lo que respecta al benceno las entradas de aire deberán estar situadas de forma que sean representativas de la calidad del aire junto a la línea de edificios.*

*Además podrán tenerse en cuenta los factores siguientes: fuentes de interferencias, seguridad, accesos, posibilidad de conexión a la red eléctrica y telefónica, visibilidad del lugar en relación con su entorno, seguridad de la población y de los técnicos, interés de una implantación común de puntos de muestreo de distintos contaminantes, normas urbanísticas.”*

Según estos principios, la empresa SGS, la cual llevó a cabo las mediciones, los lugares de Melilla que se han determinado para la ubicación de la unidad móvil de medida tres puntos que se detallan posteriormente.



### Pinares de Rostrogordo

El punto de muestreo 1 corresponde con las coordenadas 35° 18' 33.49" N y 2° 57' 25.32" O, zona conocida de Melilla como Los Pinares de Rostrogordo, cerca del Pantano de las Adelfas, con una elevación de 108 metros. Las fechas en las que estuvo situado el punto móvil ahí fueron del 24 de Octubre de 2013 al 07 de Noviembre de 2013.

En la cuenca del Arroyo de Las Adelfas y antes de su confluencia con el Río Nano se encuentra la balsa con una capacidad de 360.000 m<sup>3</sup> a su nivel normal (102.50) y 410.000 m<sup>3</sup> a nivel de coronación (104, 00). La balsa está impermeabilizada con una pantalla bituminosa en dos capas acabadas con mástil asfáltico de protección. Bajo la pantalla existe un sistema de drenaje sectorizado. A pie de la balsa se encuentra la estación de bombeo que elevará el agua desde la propia balsa hasta la arqueta de derivación. Está constituida por dos bombas horizontales de cámara partida de 200 l/s de caudal nominal, actuando una de ellas de reserva.

El paisaje de los Pinares de Rostrogordo se trata de pinares con matorral, sometido a un clima termomediterráneo semiárido, cuyos principales problemas de conservación es la presión humana excesiva, no está catalogado con ninguna figura de protección. Se trata de una de las pocas zonas naturales que dispone Melilla, en esta zona la influencia humana también es considerable ya que cerca se encuentran varios cuarteles, así como un complejo de actividades.

Las posibles fuentes de emisión que se detectan en esa zona son únicamente las emisiones que generan los vehículos que pasan por las zonas, tanto civiles como militares, ya que como se ha mencionado hay varios cuarteles situados por las inmediaciones. La planta depuradora que se encuentra allí, no genera ningún tipo de emisión ya que es una planta totalmente eléctrica, las únicas emisiones que podría generar serían en la combustión que se produce cuando se arrancan los grupos electrógenos, pero en el periodo en el que se situó la estación de medida móvil en la zona no se produjo tal acontecimiento.

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

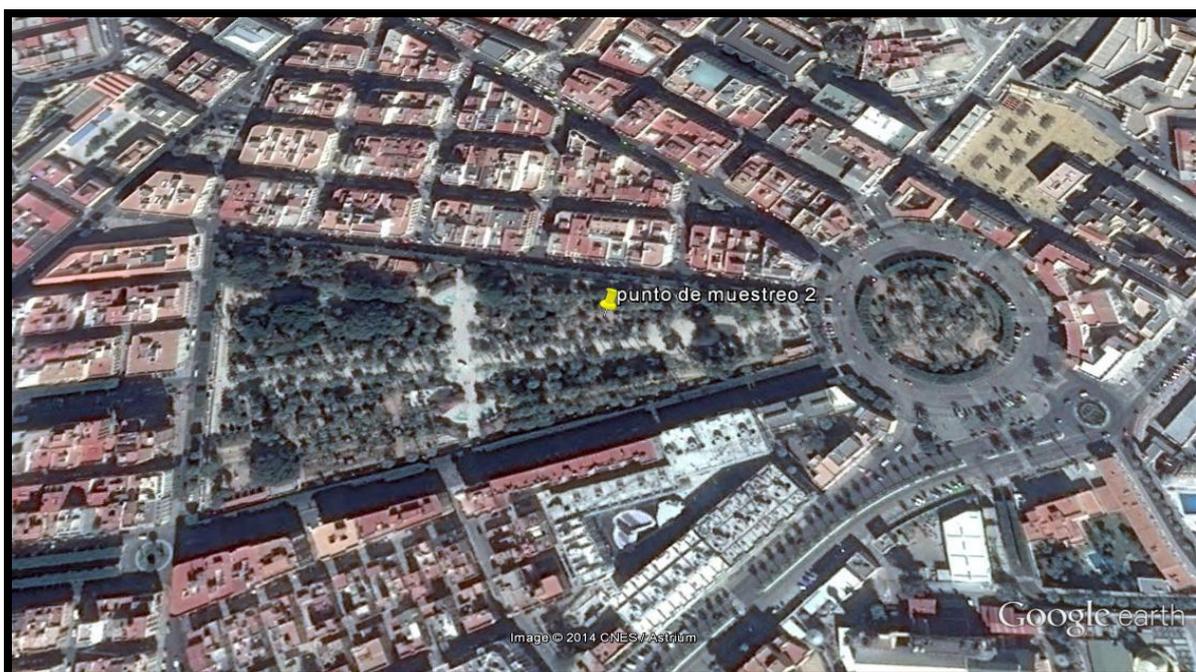


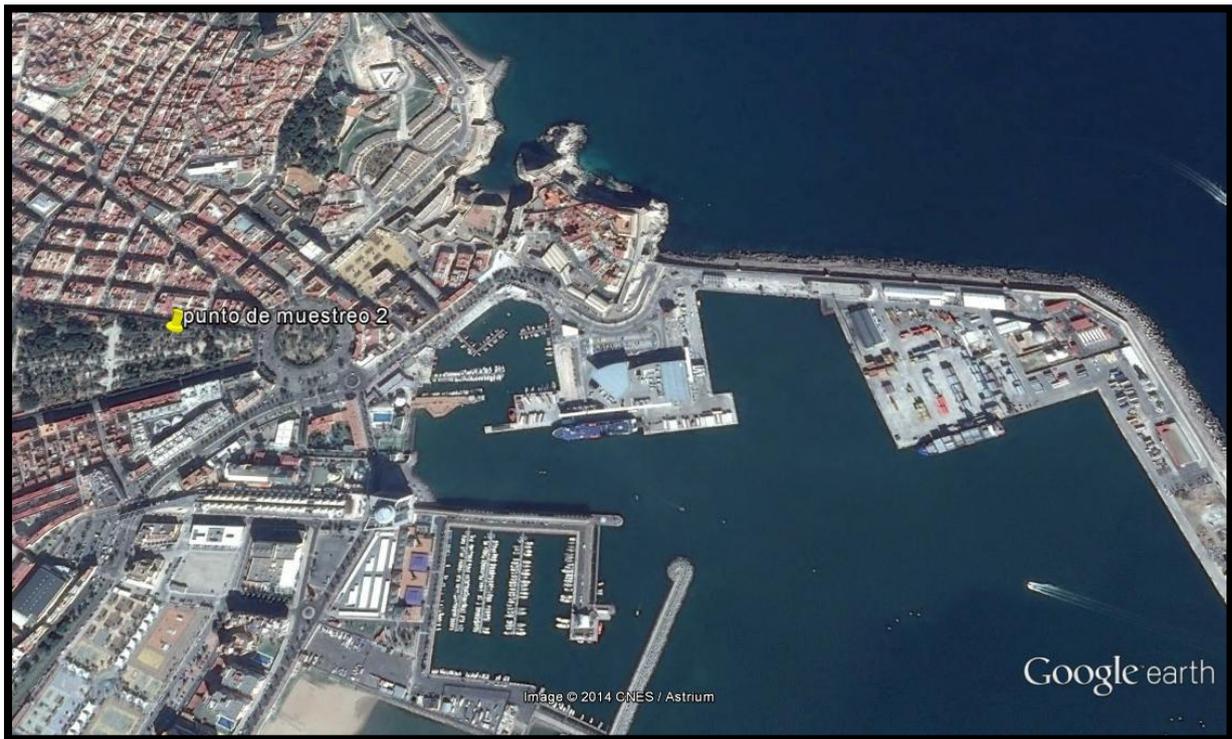
### Parque Hernández

La segunda ubicación corresponde con las coordenadas  $35^{\circ} 17' 31.77''$  N  $2^{\circ} 57' 25.32''$  O, en el conocido Parque Hernández Melillense, las fechas en las que la unidad móvil estuvo situada en esta localización son del 07 de noviembre de 2013 hasta el 21 del mismo mes.

Situado en pleno centro de la ciudad se trata del pulmón verde urbano, junto a la avenida principal donde se encuentran gran cantidad de tiendas. Se trata de una zona altamente concurrida tanto por coches como por peatones, las grandes cantidades de tráfico que circula por el centro de la ciudad y la gran cantidad de personas que transcurren por sus inmediaciones hacen de este punto una zona muy representativa de la ciudad Melillense. Este parque ha sido protagonista de distintos motivos, en 2007 se le otorga la figura de Jardín Histórico, junto a la arboleda y las palmeras que se encuentran en la Plaza de España, ya que este parque data del 1900 pero desde entonces ha sufrido varias modificaciones. Hasta 2009 este recinto acogía la feria de Septiembre Melillense, pero desde esa fecha se decide trasladar las instalaciones feriales a otra ubicación.

Las posibles fuentes de contaminantes que se detectan por la zona son el tráfico rodado que, como se ha comentado anteriormente, es muy elevado ya que es el centro de la ciudad. Otra posible fuente de emisión detectada cerca del Parque Hernández es la central eléctrica de ENDESA, cuyos principales contaminantes a emitir son el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el mercurio y el dióxido de carbono, aunque sus emisiones son controladas periódicamente por organismos colaboradores de la emisión así como por la Consejería de Medio Ambiente.





### Aeropuerto

El otro punto de muestreo en el que se colocó la unidad móvil de medición corresponde a las coordenadas  $35^{\circ} 16' 37.29''$  N  $2^{\circ} 57' 2.92''$  O, situado en las inmediaciones del aeropuerto, a unos tres kilómetros de la ciudad. Las fechas en las que la unidad móvil de medida se encontraba en esta ubicación corresponden al periodo ocurrido entre el 21 de Noviembre de 2013 y el 04 de Diciembre de 2013.

Se trata de un aeropuerto tanto comercial como de pasajeros, el aeropuerto fue inaugurado en 1969, para sustituir definitivamente al aeropuerto de Tauima, poblado situado en el antiguo Protectorado español en Marruecos. Este aeropuerto tiene conexiones con Málaga, Almería, Granada, Sevilla y Madrid, las aerolíneas que operan en la zona son Iberia y Melilla Air Lines.

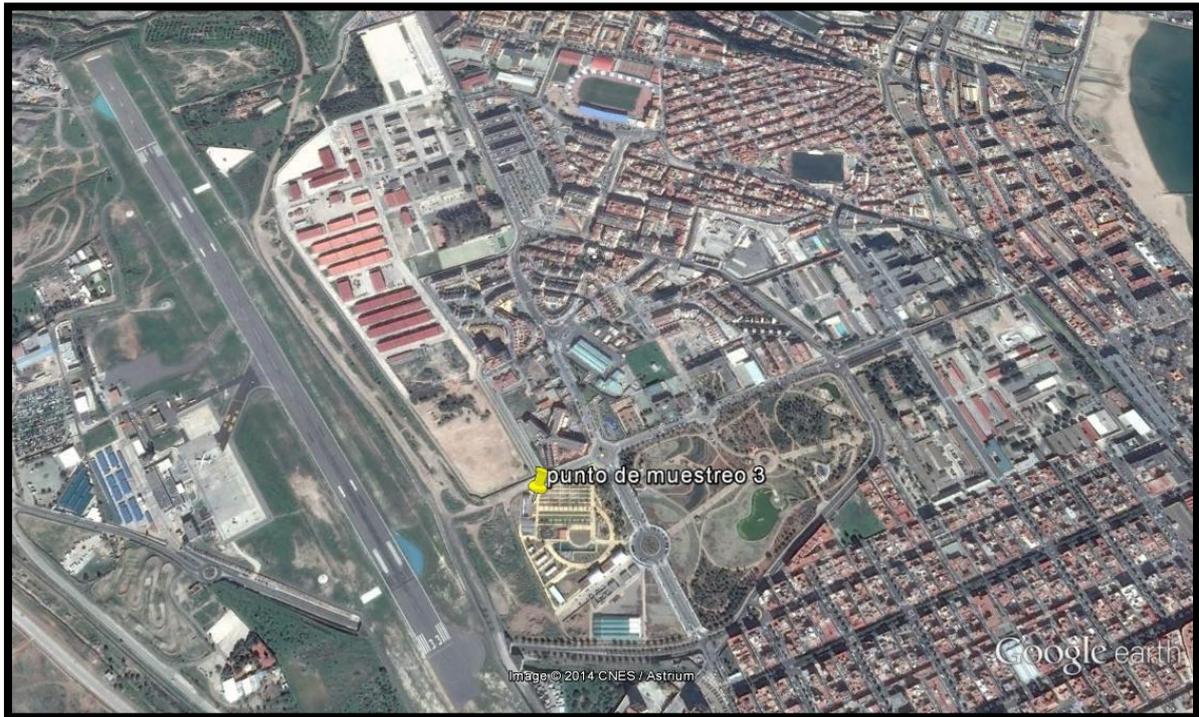
Se trata de una zona transitada de Melilla, ya que al ser un aeropuerto que no atiende solo a pasajeros las mercancías entran y salen continuamente de las instalaciones, aunque el trasiego de gente queda disminuido por las noches ya que este aeropuerto no opera en horario nocturno.

**Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

Las principales consecuencias de tener una estación de medida cerca de un aeropuerto, son los posibles ruidos y vibraciones que se generan con la entrada y salida de aviones que pudiesen ocasionar algún efecto negativo en las mediciones, alterando algún valor o algún equipo de medida. Pero la localización en la que se puso la estación móvil de medida, se consideró adecuada por los técnicos de la empresa encargada de las mediciones para que no se influyese de forma negativa.

Las fuentes de emisión de contaminantes cercanas a esta zona de medición a parte de los vehículos que no se pueden descalificar en ninguno de los puestos de emisión, son los aviones que emiten dióxido de carbono, óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno, otros contaminantes emitidos en pequeñas concentraciones son pequeñas partículas de sulfato y hollín.





### 3.4 Descripción de contaminantes

En primer lugar es necesario realizar una pequeña clasificación general de los contaminantes atmosféricos basada en su forma de emisión a la atmósfera.

Los considerados primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera como el  $\text{SO}_2$ , la Materia Particulada, el  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , Compuestos Orgánicos Volátiles y el  $\text{CO}_2$ .

Los razonados secundarios son aquellos que se forman en la atmósfera después de ser emitidos sus elementos originales, como el  $\text{O}_3$ , NPA,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ .

Los específicos son aquellos que dependen de la actividad, como por ejemplo el  $\text{SH}_2$  que se genera en las plantas de tratamiento de aguas.

Y por último los odoríferos que en bajas concentraciones no son tóxicos, solo molestos.

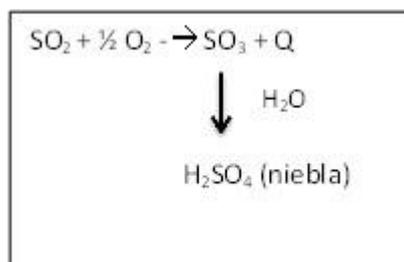
Otro tipo de contaminación que se encuentra en la atmósfera, pero que no se va a tratar en este informe, son los catalogados como energía o físicos, entre los que se encuentra el ruido, las radiaciones ionizantes en las que sólo tiene competencia el consejo de seguridad nuclear, las radiaciones no ionizantes como las radiofrecuencias y radiaciones luminosas y por último, los campos magnéticos.

A continuación se describen los contaminantes sobre los que se ha realizado el estudio.

#### Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )

Propiedades físicas y organolépticas: se trata de un gas incoloro, no explosivo que a concentraciones de 3 ppm produce un olor picante, aunque se aprecia antes por el sabor a una concentración de 0,3 ppm y que además presenta una alta solubilidad.

Propiedades químicas:



Fuentes de emisión:

- Emisiones volcánicas (1%)
- Transporte (3%)
- Combustión (78%)
- Industria (18%)

Efectos:

- Sobre la salud, aumento de la frecuencia de afectaciones respiratorias potenciadas por la presencia de partículas, ya que al tener elevada solubilidad en agua se mezcla con ésta en las vías respiratorias.
- Sobre la biosfera, en animales superiores los efectos son similares
- Sobre el clima, principalmente responsable de la lluvia ácida
- Sobre los materiales, corrosión y formación de  $\text{SO}_4^{-2}$  solubles.

Eliminación natural:

- Absorción sobre lluvia
- Absorción sobre aguas marinas y continentales
- Reacción de componentes básicos litosféricos
- Absorción respiratoria en seres vivos

Determinación analítica (métodos):

- Torina y pararrosalina
- Fluorescencia
- Fotometría de llama

### **Materia Particulada**

Clasificación según su naturaleza física:

- Líquida, neblina (Mist por rotura, Fog por condensación)
- Sólida, humo (smoke) producido por combustión incompleta, fume humo magnético, polvo (dust) generado por disgregación
- Aerosoles, es una mezcla de smoke y fog.
- Clasificación según tamaño:
- Núcleos de Aitken  $d < 0,1 \mu$

**Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

- En suspensión, inhalables  $5\mu < d < 10\mu$  ó respirables  $d < 5\mu$ .  
Las partículas inferiores a  $2,5\mu$  se representan como  $PM_{2,5}$
- Sedimentables, tamaños superiores

Clasificación según su forma

- Polvo
- Fibra  $L \geq 5D$

Propiedades:

- Adsorción, se trata de un agente de nucleación
- Ópticas, dispersan y adsorben la radiación

Fuentes de emisión:

- Actividad marina
- Viento
- Actividad humana
- Meteoritos
- Actividad volcánica
- Incendios forestales

Las emisiones industriales de materia particulada se producen en todas aquellas instalaciones donde se fabrican o manipulan productos sólidos (cemento, metalurgia, siderurgia, abonos, etc.) y en las plantas de producción de energía mediante combustibles fósiles (principalmente carbón, fuel y gasóleo) como consecuencia de combustiones incompletas.

Efectos:

- Sobre la salud, inertes, irritantes, alérgicos, neumoconióticas, sistémicos, cancerígenos.
- Sobre el clima, agentes nucleantes
- Sobre los materiales: abrasión como consecuencia de la unión del viento con el material particulado, deposición donde la mayor parte procede del tráfico por ello tiene un color negro depositándose en las fachadas oscureciendo su color.

- Sobre la visibilidad, dispersa la radiación.

Eliminación natural:

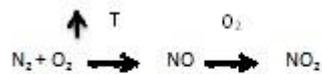
- Separación por gravedad con la lluvia
- Coagulación o sinterización, reacciones por degradación en óxidos que disminuyen su tamaño o en el óxido que la hace desaparecer como partícula

### Óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{N}_2\text{O}_4$ )

Propiedades físicas y organolépticas:

- NO, incoloro, inodoro y no explosivo
- NO<sub>2</sub>, coloración anaranjada oscura, olor irritante, no explosivo, reacciona muy lentamente con el agua
- N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, propiedades idénticas al NO<sub>2</sub>

Propiedades químicas:



Fuentes de emisión:

- Natural, por bacterias
- Transporte (47%)
- Combustión (42%)
- Residuos sólidos (2%)
- Industria (1%)
- Otros (8%)

Efectos:

- Sobre la salud, gases irritantes en las vías respiratorias
- Sobre la biosfera, afección biótica vegetal
- Sobre el clima, responsable en la lluvia ácida aunque con incidencia menor que el SO<sub>2</sub>

Eliminación natural:

- Absorción por medios hidrológicos
- Reacción con componentes del suelo

Determinación analítica (métodos):

- Quimioluminiscencia
- Método calorimétrico Saltzman

### **Monóxido de Carbono (CO)**

Propiedades físicas y organolépticas: se trata de un gas incoloro, inodoro, explosivo, con una solubilidad bastante baja.

Propiedades químicas:



Fuentes de emisión:

- Naturales (cerca del 90%)
  - Pequeñas cantidades durante la germinación de semillas
  - Emanaciones en pantanos
  - Plantas marinas
  - Actividad volcánica
  - Minas de carbón
  - Incendios forestales.
- Antropogénicas (10%)
  - Transporte
  - Industria
  - Residuos sólidos
  - Combustión fija

Efectos:

- Sobre la salud, enfermedades cardiovasculares, a niveles elevados bloquea la hemoglobina

Eliminación natural:

- Emigración a la alta troposfera
- Absorción biológica por microorganismos del suelo
- Absorción oceánica
- Absorción por seres superiores.

Determinación analítica (método):

- Infrarrojo no dispersivo

### **BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)**

Propiedades: Se consideran juntos porque suelen aparecer juntos como derivados del petróleo, tienen una alta presión de vapor por lo que se evaporan fácilmente, pero son poco solubles en agua, generalmente son compuestos que se inflaman con facilidad, su toxicidad depende de la concentración a la que se encuentren y el tiempo de exposición a la misma.

Fuentes de emisión:

- Incendios
- Emisiones volcánicas
- Industrias
- Combustiones hidrocarburos

Efectos:

- Para la salud, cancerígeno, respiratorios, hematológicos, inmunológicos, neurológicos, reproductivos y de desarrollo.

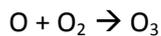
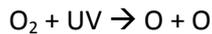
Determinación analítica (método):

- Cromatografía gases

### OZONO (O<sub>3</sub>)

Propiedades físicas y organolépticas: el ozono se trata de un gas triatómico con una descomposición bastante rápida, no presenta coloración, con un olor penetrante, bastante inestable y tóxico si se inhala.

Propiedades químicas: fuertemente oxidante y es bastante más reactivo que el oxígeno



Fuentes de emisión:

- Óxidos de nitrógeno
- Combustión de hidrocarburos
- Compuestos usados por tintorerías

Efectos:

- Para la salud, genera problemas respiratorios, irritación de las mucosas, así como cefaleas.
- Para la biosfera, su gran capacidad de oxidación genera daños en organismos vegetales como decoloración de las hojas, pigmentación o necrosis, así como la disminución de su crecimiento y el de otros órganos.
- Sobre los materiales, corrosión sobre la pintura, algunos tipos de telas, caucho y plásticos.

Eliminación natural del ozono: la radiación ultravioleta destruye las moléculas de CFC, el cloro al quedar liberado reacciona con el ozono rompiendo la molécula.

Determinación analítica:

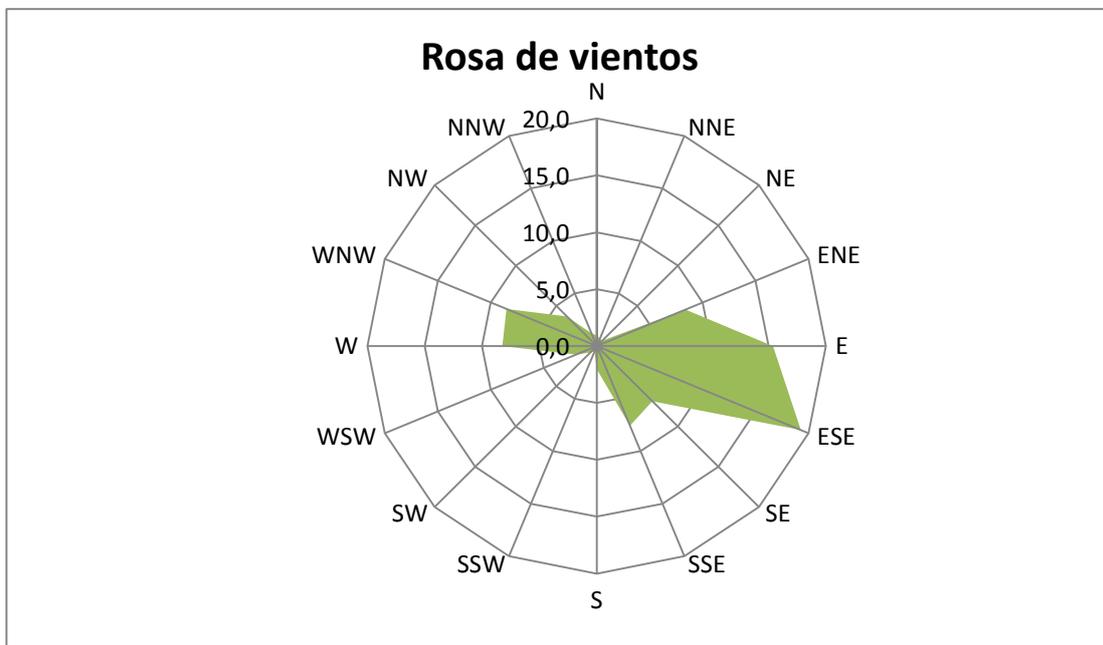
- Método fotométrico
- Tubos calorimétricos
- Difusión

### 3.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE LA CAMPAÑA

#### 3.3.1 Pinares de Rostrogordo.

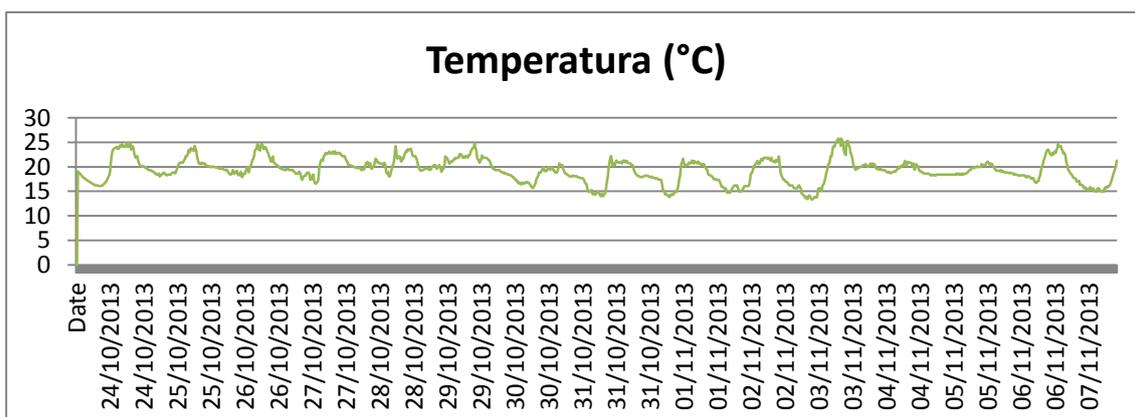
##### 3.3.1.1. Rosa de los vientos

Las condiciones meteorológicas durante los días en que se realizaron las campañas se puede observar en el siguiente gráfico. En él se indica la dirección desde la que sopla el viento. Se observa como las componentes más repetidas son las que corresponden al E y ESE con el 15% y 19%, respectivamente. El 13% del tiempo corresponde a periodos de calma.



##### 3.3.1.2. Temperatura

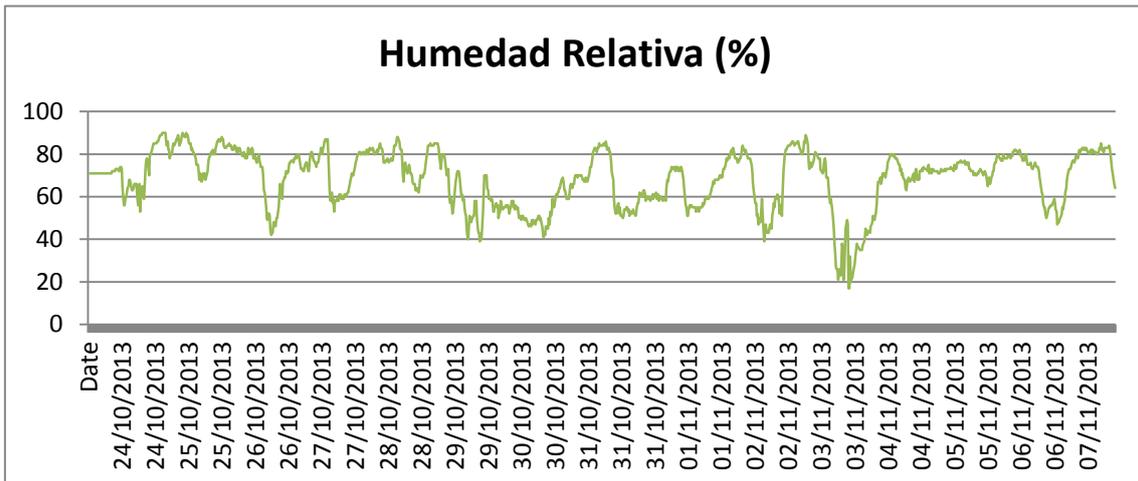
En este emplazamiento se registra una temperatura media de 19,4 °C y un valor máximo de 25,9 °C el día 03 de noviembre a las 14:45 h., y uno mínimo de 13,3 °C el día 03 de noviembre a las 5:00 h.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

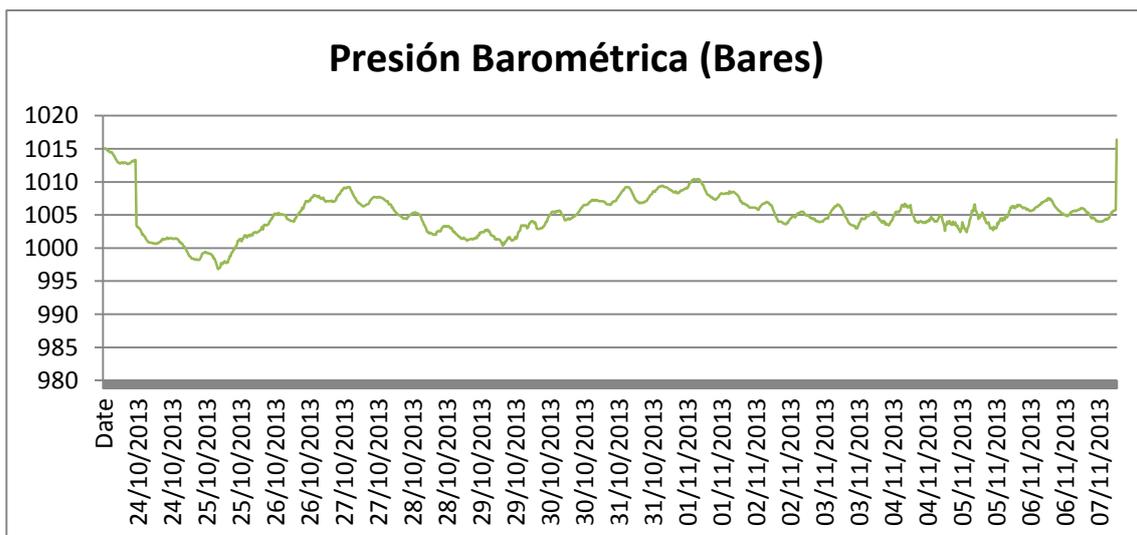
### 3.3.1.3. Humedad relativa

La humedad relativa presenta una media de 68,3 % en los Pinares de Rostrogordo. El día 25 de octubre se registró el porcentaje de humedad relativa más alto, 90 % y el día 3 de noviembre se registró el porcentaje de humedad relativa más bajo, 21 %.



### 3.3.1.4. Presión barométrica

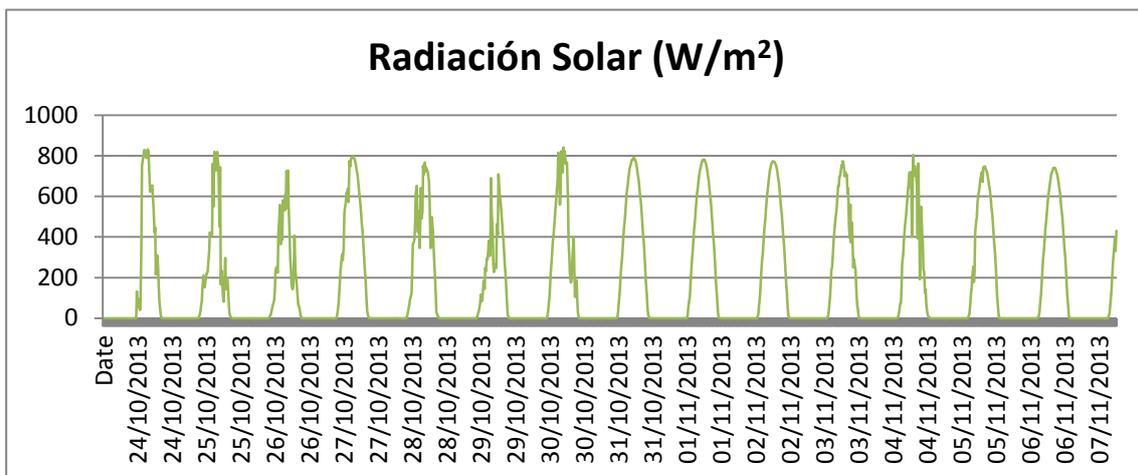
La presión atmosférica en estos días oscila entre el valor máximo de 1015 milibares el día 24 de octubre y un valor mínimo de 997 milibares del día 25 de octubre. La media obtenida para este emplazamiento es de 1005 milibares.



### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

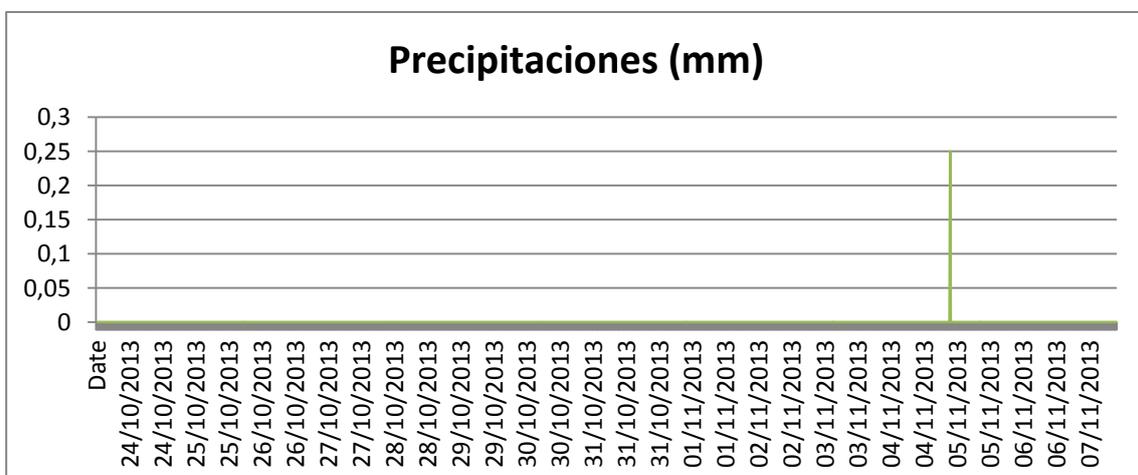
#### 3.3.1.5 Radiación solar

La gran mayoría de los días han sido soleados en los Pinares de Rostrogordo. Del día 25 al 29 de octubre hay algunas nubes pasajeras y el día 5 de noviembre dejan algunas precipitaciones. Los mayores índices de radiación del día corresponden al 24 de octubre que se alcanza un pico de unos 832 W/m<sup>2</sup>. El valor mínimo es de 710 W/m<sup>2</sup> que corresponde al 29 de octubre con algunas precipitaciones.



#### 3.3.1.6. Precipitaciones

La práctica totalidad de los días son despejados con alguna nube ocasional. El día 5 de noviembre unas nubes pasajeras dejan algunas precipitaciones puntuales.

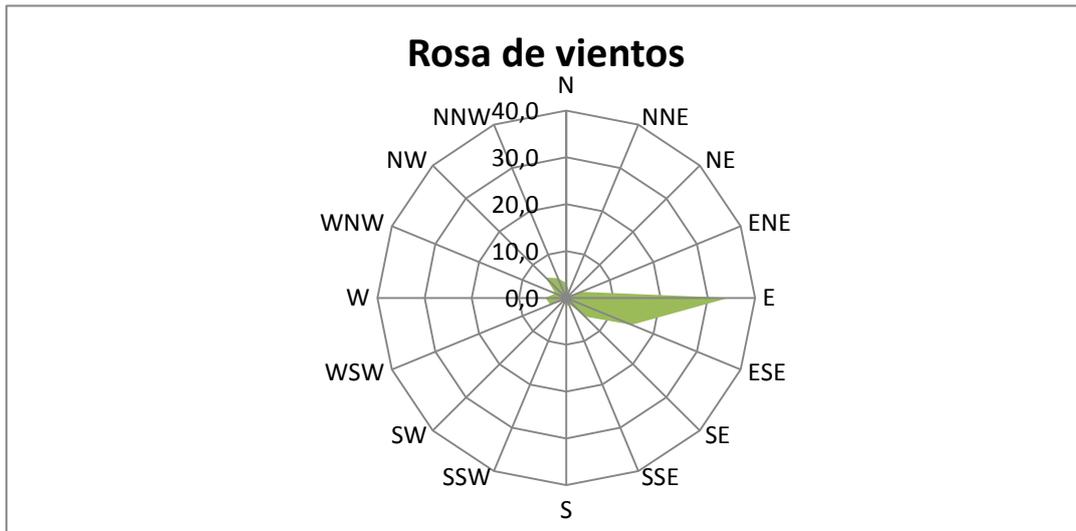


## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

### 3.3.2 Parque Hernández

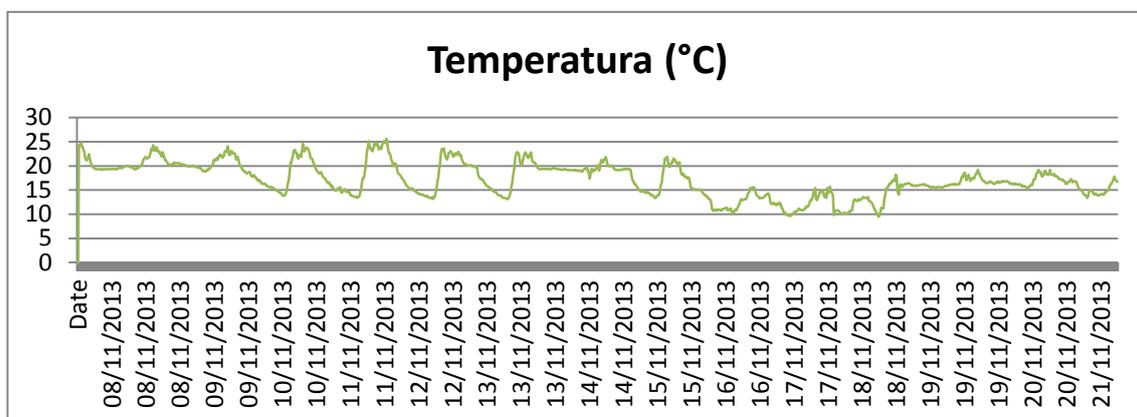
#### 3.3.2.1. Rosa de los vientos

En las condiciones meteorológicas durante los días emplazados en esta estación se puede observar que el componente más repetido es el que corresponde al E y a ESE con el 34 y 15%, respectivamente. El 10% del tiempo corresponde a periodos de calma.



#### 3.3.2.2. Temperatura

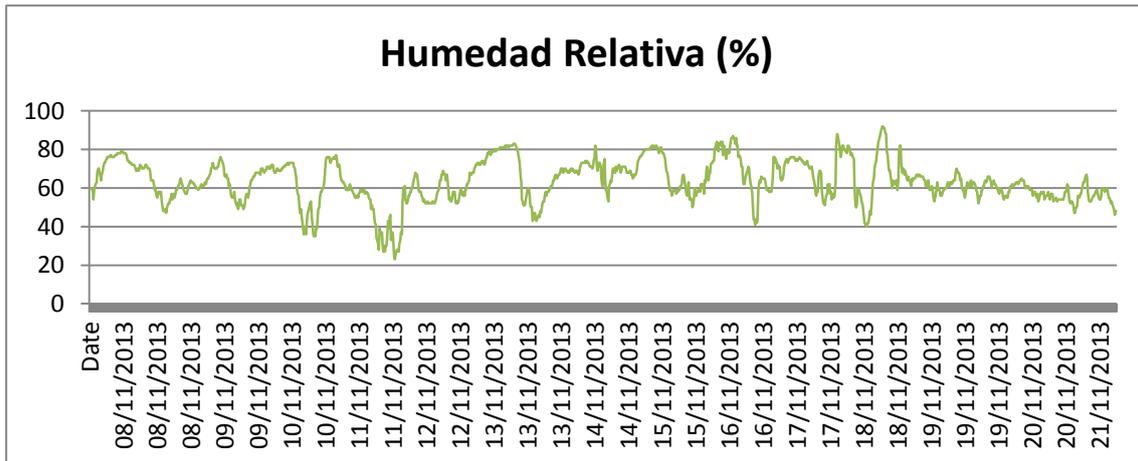
En esta ubicación se registra una temperatura media de 17,2 °C y un valor máximo de 26,0 °C el día 11 de noviembre a las 16:45 h., y uno mínimo de 9,5 °C el día 18 de noviembre a las 7:30 h.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

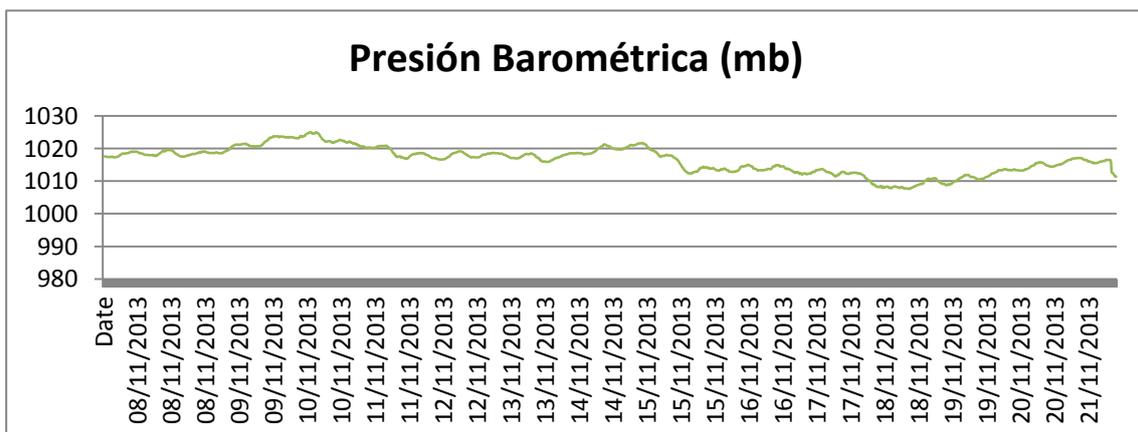
### 3.3.2.3. Humedad relativa

La humedad relativa tiene una media de 63,5 % en la estación del Parque Hernández. El día 18 de noviembre se registró el porcentaje de humedad relativa más alto, 92 % y el día 11 de noviembre se registró el porcentaje de humedad relativa más bajo, 23 %.



### 3.3.2.4. Presión barométrica

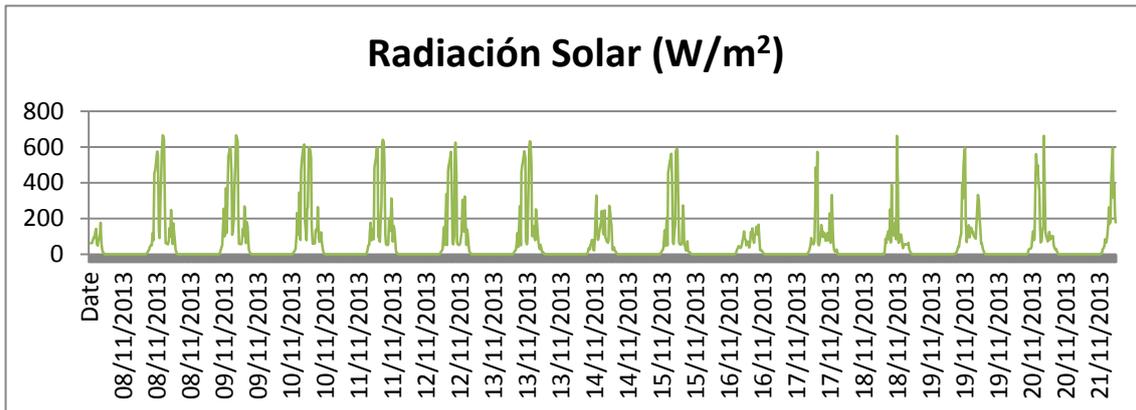
La presión atmosférica en estos días oscila entre el valor máximo de 1025 milibares el día 10 de noviembre, y los 1007 milibares del día 18 de noviembre. El valor medio de la presión barométrica es de 1016,5 milibares.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

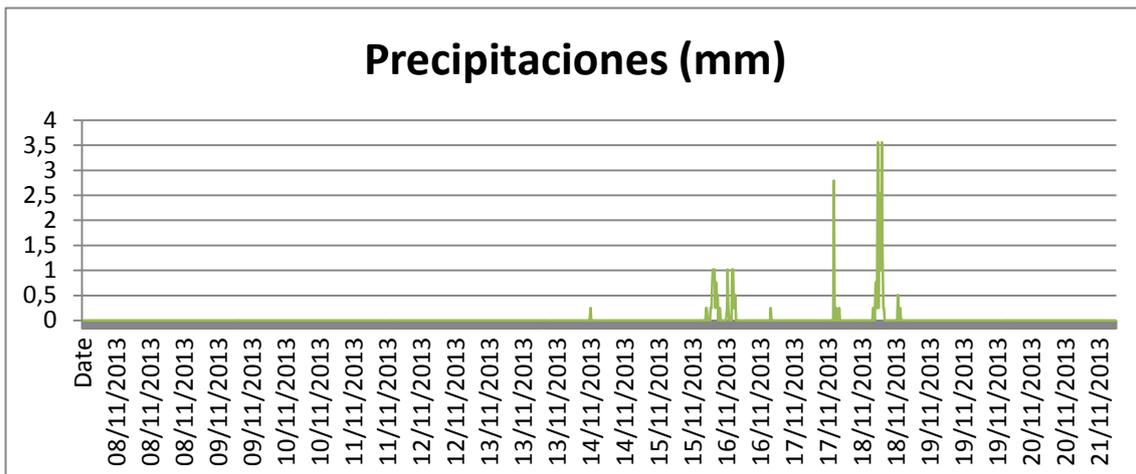
### 3.3.2.5 Radiación solar

La práctica totalidad de los días han sido nubosos o poco despejados con abundantes nubes pasajeras que dejan algunos claros en esta ubicación. Los mayores índices de radiación corresponden al día 8 de noviembre que se alcanza un pico de unos 667 W/m<sup>2</sup>. El valor mínimo es de 167 W/m<sup>2</sup> que corresponde al 16 de noviembre.



### 3.3.2.6. Precipitaciones

La práctica totalidad de los días son bastantes nublados con algunos claros. Entre los días 14 al 18 de noviembre hay algunas precipitaciones. Los días 15, 16 y 18 las precipitaciones son bastantes abundantes y continuas.

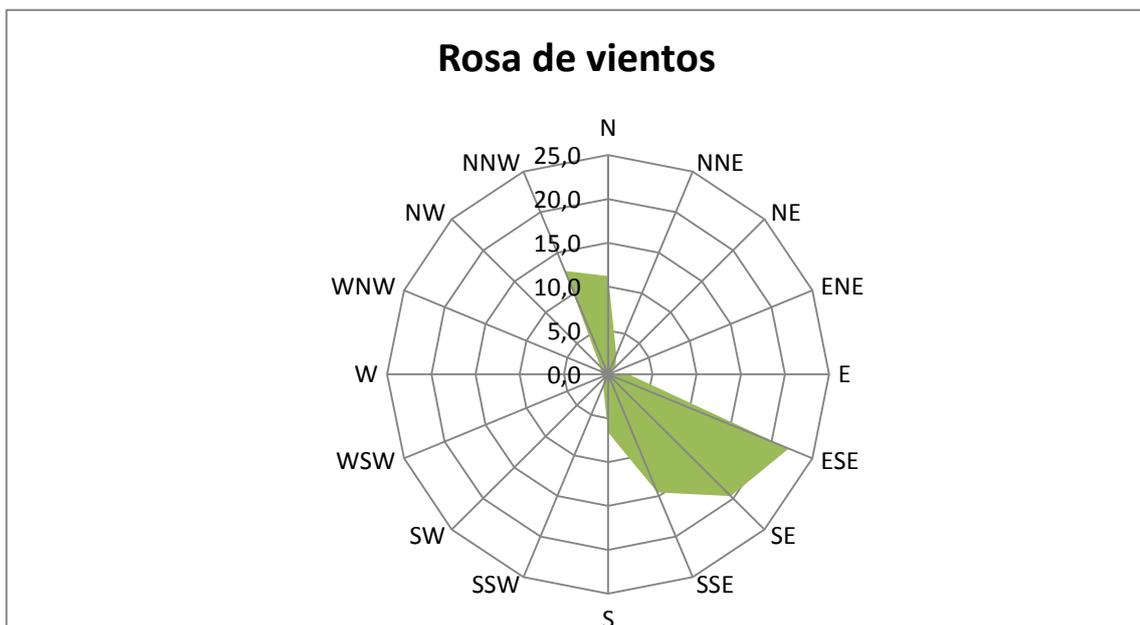


## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

### 3.3.3 Aeropuerto

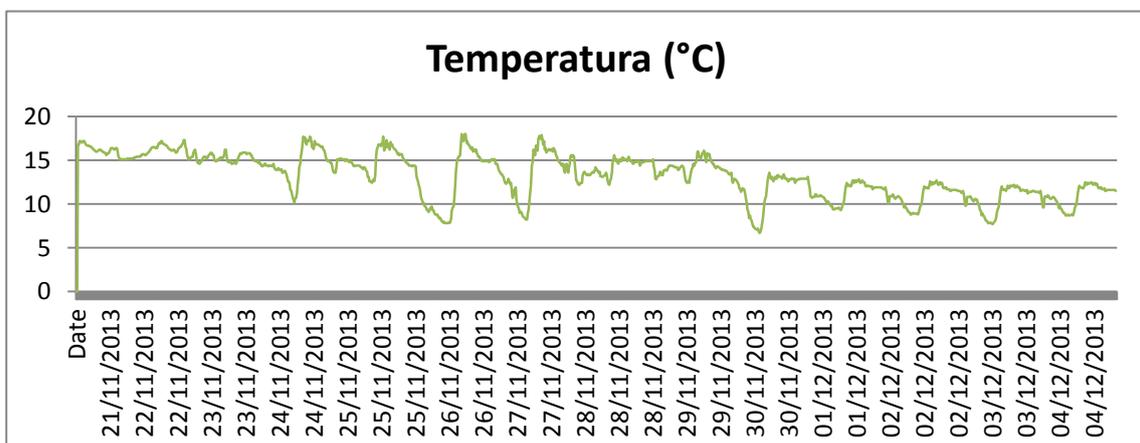
#### 3.3.3.1. Rosa de los vientos

Las condiciones meteorológicas en el Aeropuerto destacan el predominio de los componentes ESE, SE y SSE con unos porcentajes del 22 %, 20 % y 15% respectivamente. El componente NNW presenta el 13 % del total y el componente N el 11 %. Los tiempos de calma corresponden solamente al 1%.



#### 3.3.3.2. Temperatura

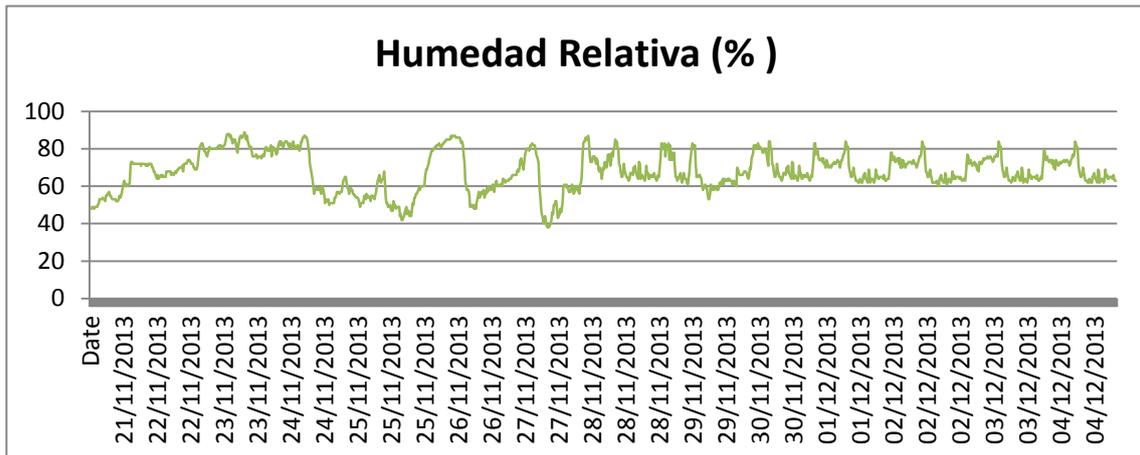
En esta zona de muestreo se registra una temperatura media de 13,2 °C, con un valor máximo de 18,0 °C el día 26 de noviembre entre las 11:30 y 12:45 h., y uno mínimo de 6,7 °C el día 30 de noviembre a las 7:45 h.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

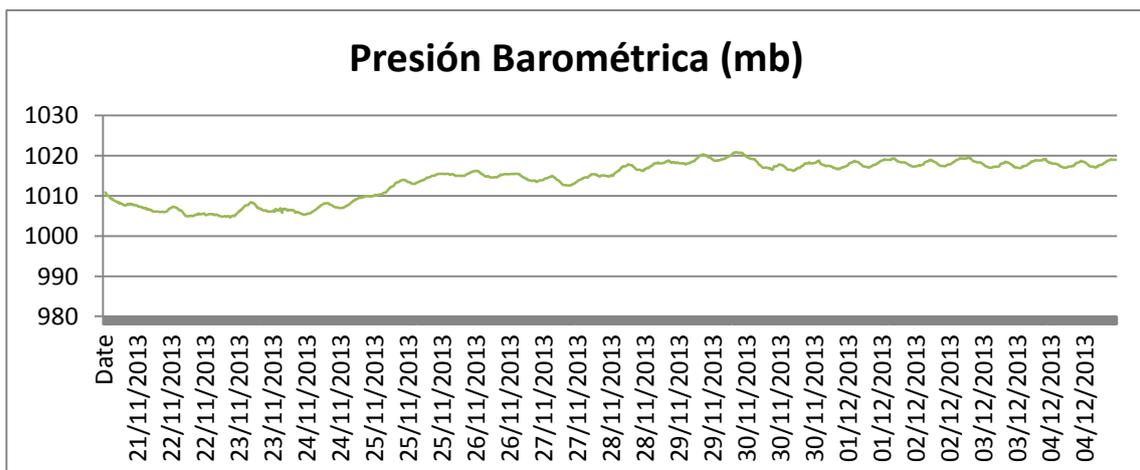
### 3.3.3.3. Humedad relativa

La humedad relativa alcanza una media de 67,8 % en la estación del Aeropuerto. El día 23 de noviembre se registró el porcentaje de humedad relativa más alto, 89 % y el día 27 de noviembre se registró el porcentaje de humedad relativa más bajo, 38 %.



### 3.3.3.4. Presión barométrica

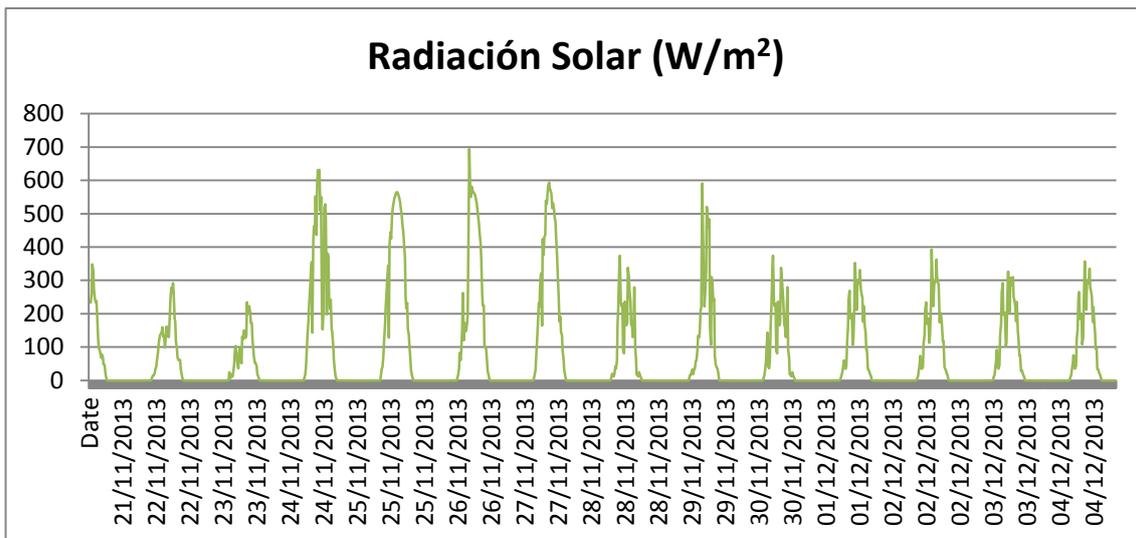
La presión atmosférica de estos días en el Aeropuerto oscila entre el valor máximo de 1021 milibares el día 29 de noviembre y los 1005 milibares del día 23 de noviembre. El valor medio de la presión barométrica es de 1014,2 milibares.



### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

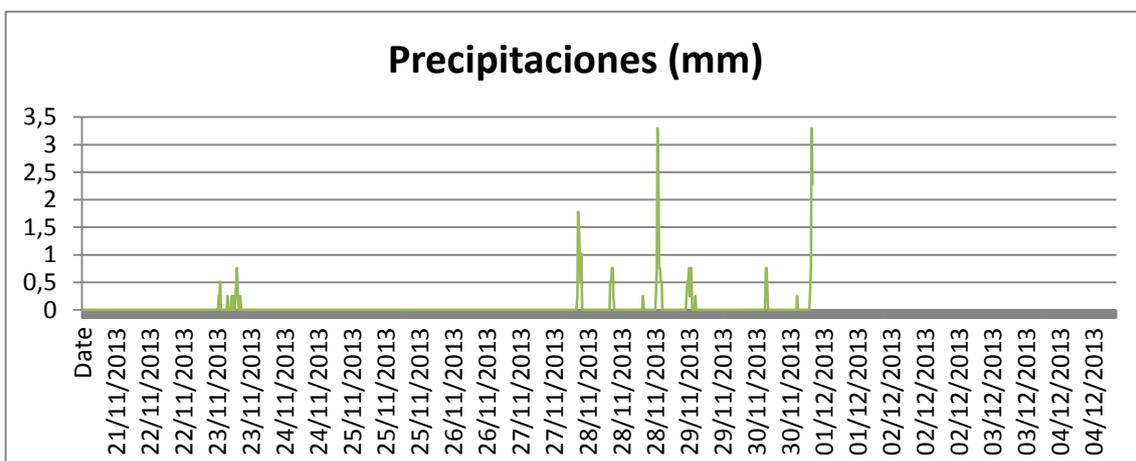
#### 3.3.3.5 Radiación solar

Solamente tres días han sido soleados en esta estación. Los restantes han sido algo o bastante nublados y la mayoría de ellos presentan algunas precipitaciones. Los mayores índices de radiación del día corresponden al 26 de noviembre que se alcanza un pico de unos 694  $W/m^2$ . El valor mínimo es de 234  $W/m^2$  que corresponde al 23 de noviembre coincidiendo con algunas precipitaciones.



#### 3.3.3.6. Precipitaciones

La práctica totalidad de los días son algo o bastante nublados. Solo tres de ellos son despejados con algunas nubes pasajeras. Los días 23 y del 27 al 30 de noviembre hay algunas precipitaciones. A partir del 1 de diciembre no se obtiene registro de datos en la estación de muestreo.



#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

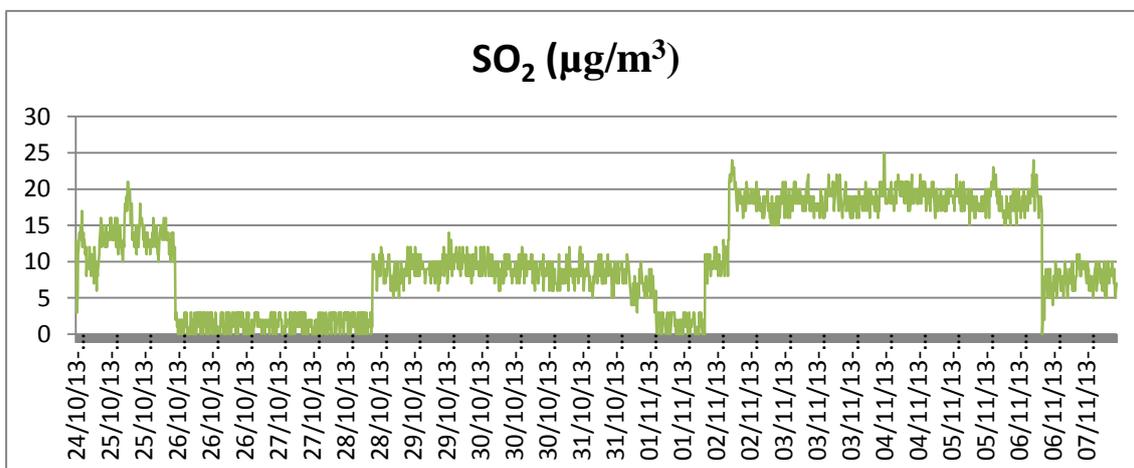
##### 4.1 SO<sub>2</sub>

Valores límite de emisión según el R.D. 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores límite para el dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Valor límite horario (1 h)	350 µg/m <sup>3</sup> (no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil)
Valor límite diario (periodo promedio 24 h)	125 µg/m <sup>3</sup> (no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil)
Valores umbral límite para el dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Umbral de alerta	500 µg/m <sup>3</sup> (Cuando durante 3 horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora)

##### 4.1.1 Pinares de Rostrogordo

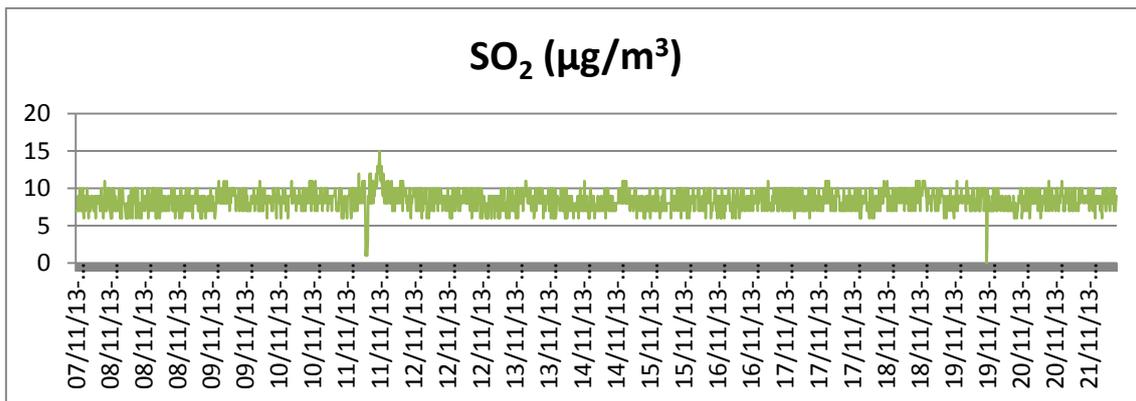
La media del dióxido de azufre es de 10,4 µg/m<sup>3</sup> situado muy por debajo del valor límite diario establecido en 125 µg/m<sup>3</sup>. El valor máximo obtenido corresponde a 25 µg/m<sup>3</sup> del día 4 de noviembre, y el valor mínimo a 0,0 µg/m<sup>3</sup> de los días 26 al 28 de octubre repetidas veces, y los días 1 y 6 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en el citado emplazamiento.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

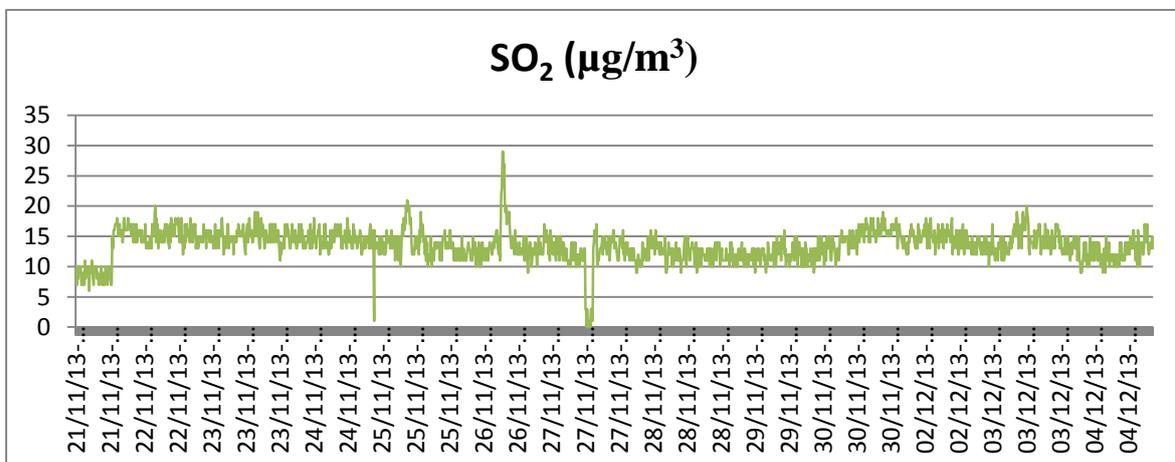
### 4.1.2 Parque Hernández

La media del dióxido de azufre en este emplazamiento es de  $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El valor máximo obtenido corresponde a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 11 de noviembre, y el valor mínimo a  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 19 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona de muestreo.



### 4.1.3 Aeropuerto

La media del dióxido de azufre en esta ubicación es de  $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El valor máximo obtenido corresponde a  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 26 de noviembre, y el valor mínimo a  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 27 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del Aeropuerto.



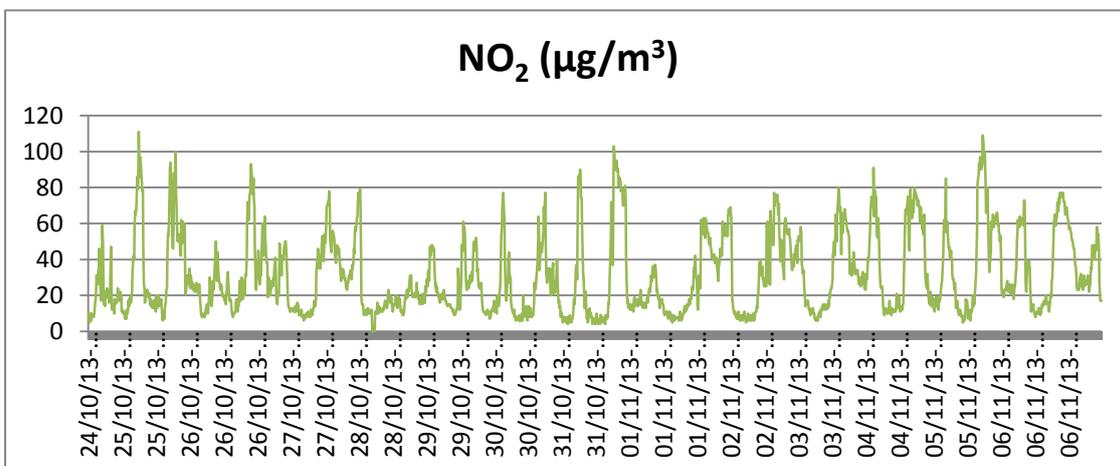
#### 4.2 Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Valores límite de emisión según el R.D. 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Valor límite horario (1 h)	200 µg/m <sup>3</sup> (no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil)
Valor límite anual (periodo promedio 1 año civil)	40 µg/m <sup>3</sup>
Valores umbral límite para el dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Umbral de alerta	400 µg/m <sup>3</sup> (cuando durante 3 horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora)

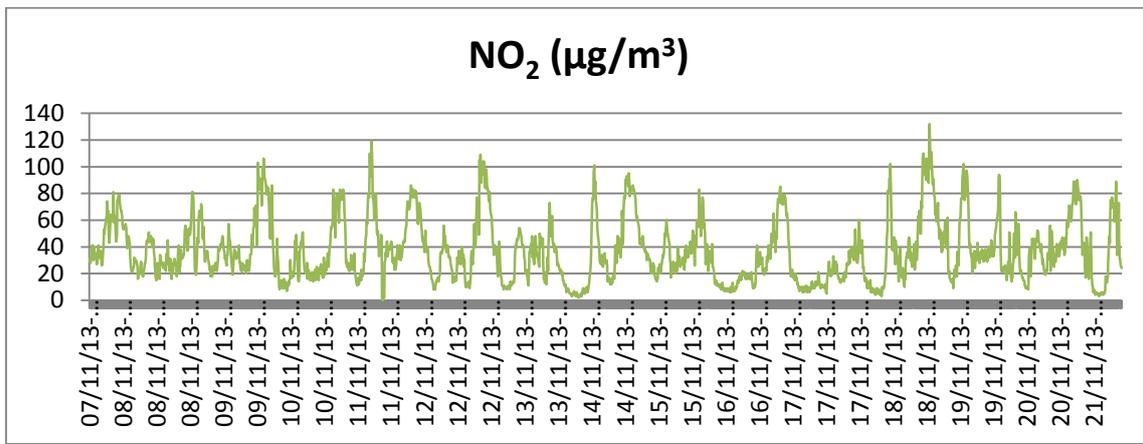
##### 4.2.1 Pinares de Rostrogordo

La media del dióxido de nitrógeno en la zona de muestreo es de 31,0 µg/m<sup>3</sup> situado por debajo del valor límite horario establecido en 200 µg/m<sup>3</sup>. El valor máximo obtenido corresponde a 109 µg/m<sup>3</sup> del día 5 de noviembre, y el valor mínimo a 0,0 µg/m<sup>3</sup> del día 28 de octubre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona de los Pinares de Rostrogordo.



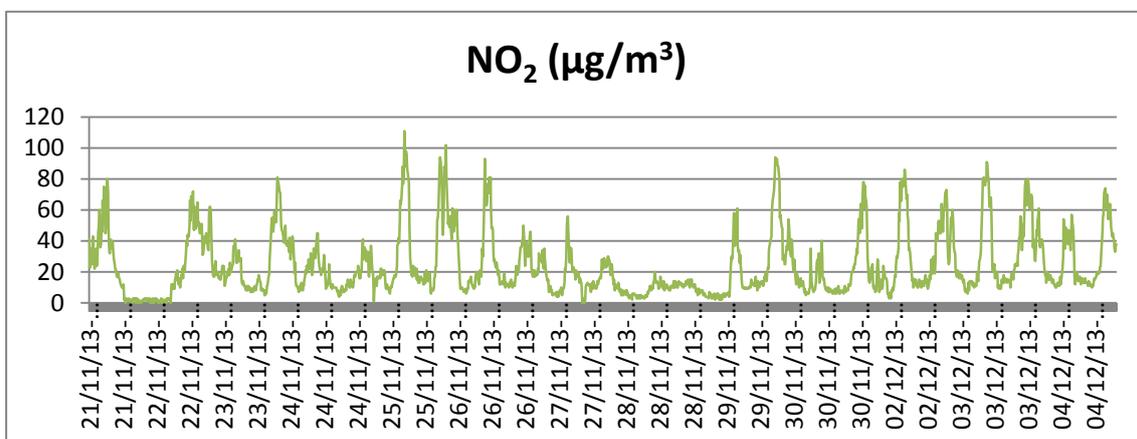
#### 4.2.2 Parque Hernández

La media del dióxido de nitrógeno es de  $36,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y se sitúa por debajo del valor límite horario establecido en  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El valor máximo obtenido corresponde a  $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 18 de noviembre, y el valor mínimo a  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 11 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del Parque Hernández.



#### 4.2.3 Aeropuerto

La media del dióxido de nitrógeno es de  $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite horario establecido en  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El valor máximo obtenido corresponde a  $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 25 de noviembre, y el valor mínimo a  $0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del día 22 y 27 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del Aeropuerto.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

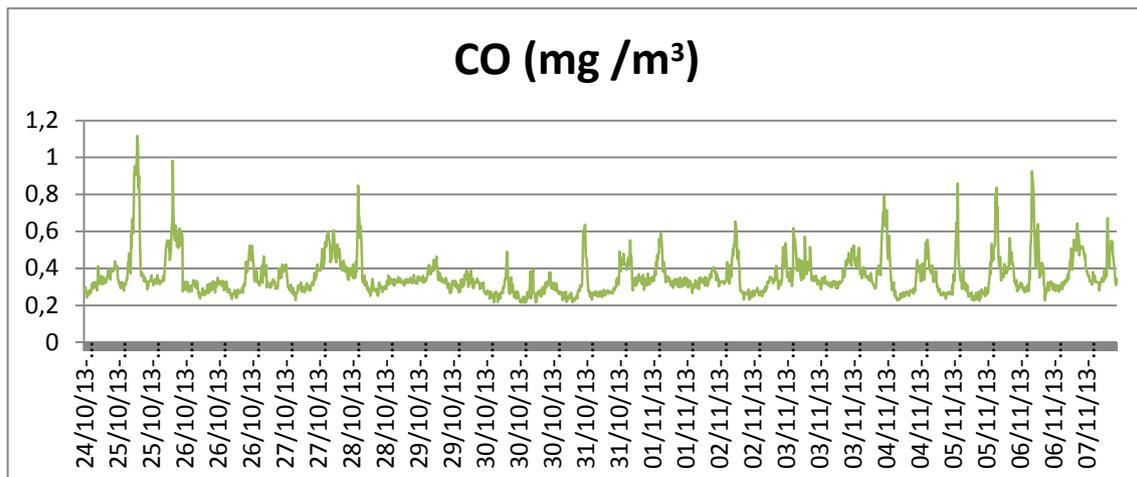
### 4.3 Monóxido de carbono (CO)

Valores límite de emisión según el R.D. 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores límite para el monóxido de carbono (CO)	
Real Decreto 102/2011	
<b>Periodo de promedio:</b> máxima diaria	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>
de las medias móviles octohorarias (8 h)	

#### 4.3.1 Pinares Rostrogordo

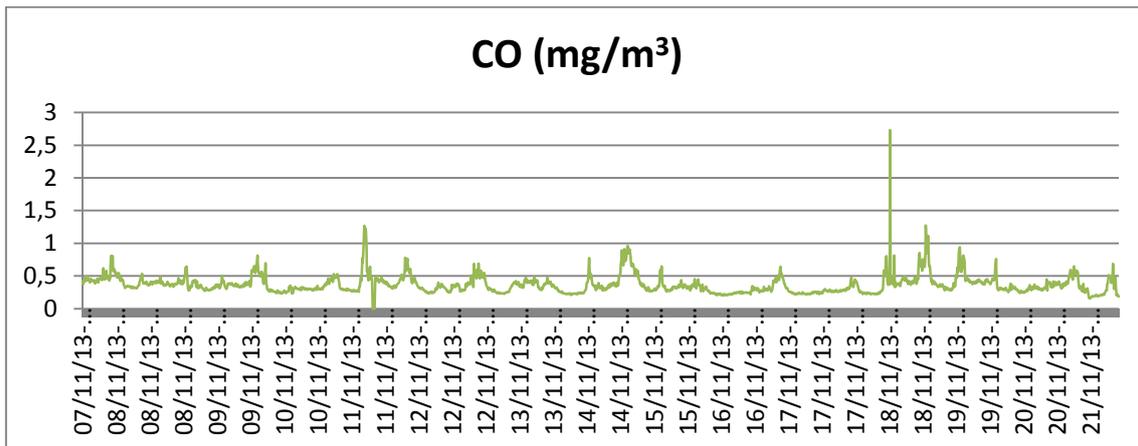
La media del monóxido de carbono es de 0,354 mg/m<sup>3</sup> situado por debajo del valor límite horario establecido en 10 mg/m<sup>3</sup>. El valor máximo obtenido corresponde a 1,117 mg/m<sup>3</sup> del día 25 de octubre, y el valor mínimo a 0,214 mg/m<sup>3</sup> del día 30 de octubre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del emplazamiento.



#### 4.3.2 Parque Hernández

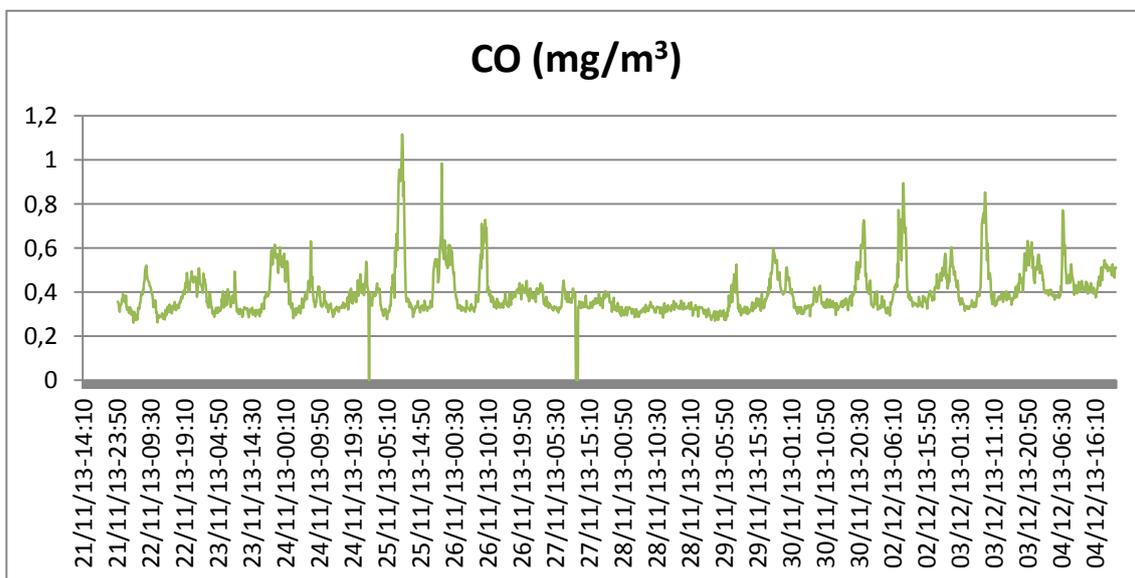
La media del monóxido de carbono es de 0,368 mg/m<sup>3</sup> situado por debajo del valor límite horario establecido en 10 mg/m<sup>3</sup>. El valor máximo obtenido corresponde a 2,732 mg/m<sup>3</sup> del día 18 de noviembre, y el valor mínimo a 0,0 µg/m<sup>3</sup> del día 11 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del emplazamiento.

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013



#### 4.3.3 Aeropuerto

La media del monóxido de carbono es de  $0,386 \text{ mg/m}^3$  situado por debajo del valor límite horario establecido en  $10 \text{ mg/m}^3$ . El valor máximo obtenido corresponde a  $1,116 \text{ mg/m}^3$  del día 25 de noviembre, y el valor mínimo a  $0,0 \text{ mg/m}^3$  del día 27 de noviembre. No se detectan valores superiores al umbral de alerta en la zona del emplazamiento.



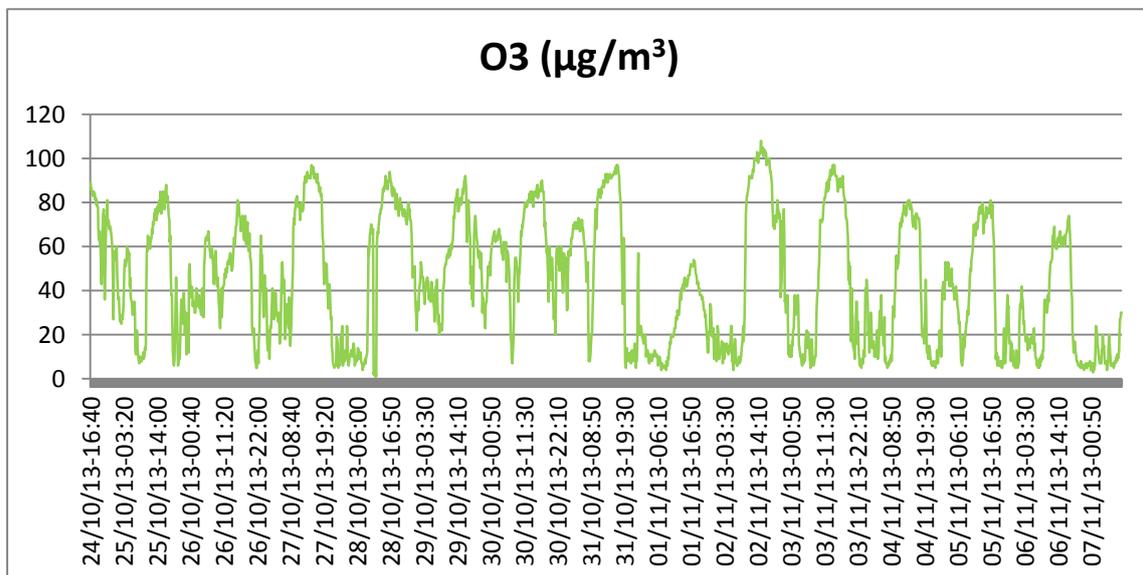
## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

### 4.4 Ozono

Valores límite para Ozono	
Real Decreto 102/2011	
<b>Valor objetivo</b> (máxima diaria de las medias móviles octo-horarias)	<b>120 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> No podrá superarse en más de 25 días por cada año civil promedio en un periodo de 3 años
<b>Umbral de información</b> (parámetro promedio horario)	<b>180 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>Umbral de alerta</b> (parámetro: promedio horario)	<b>240 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>

#### 4.4.1 Ozono en Pinares de Rostrogordo

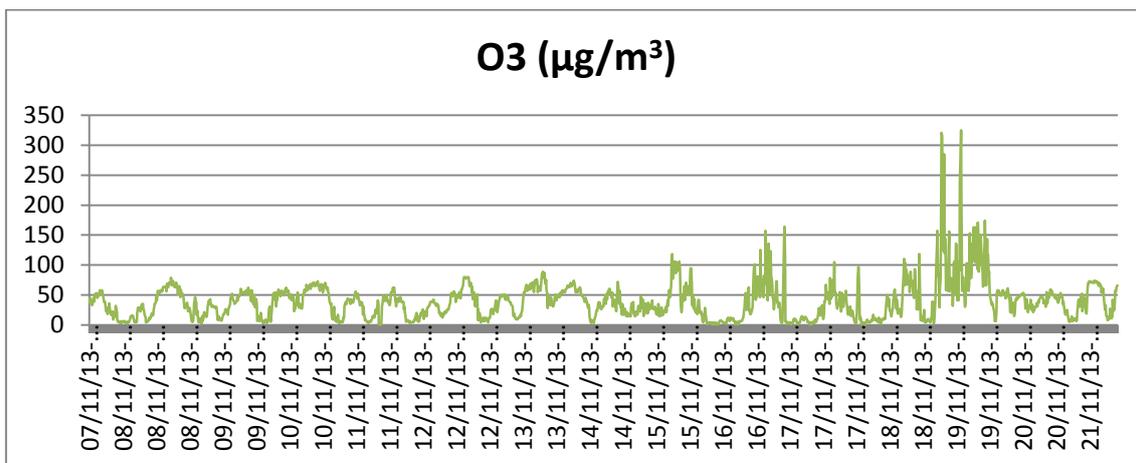
La media de ozono es de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no superándose el valor límite en ningún momento de los 15 días que estuvo situada la unidad móvil en esa zona.



### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

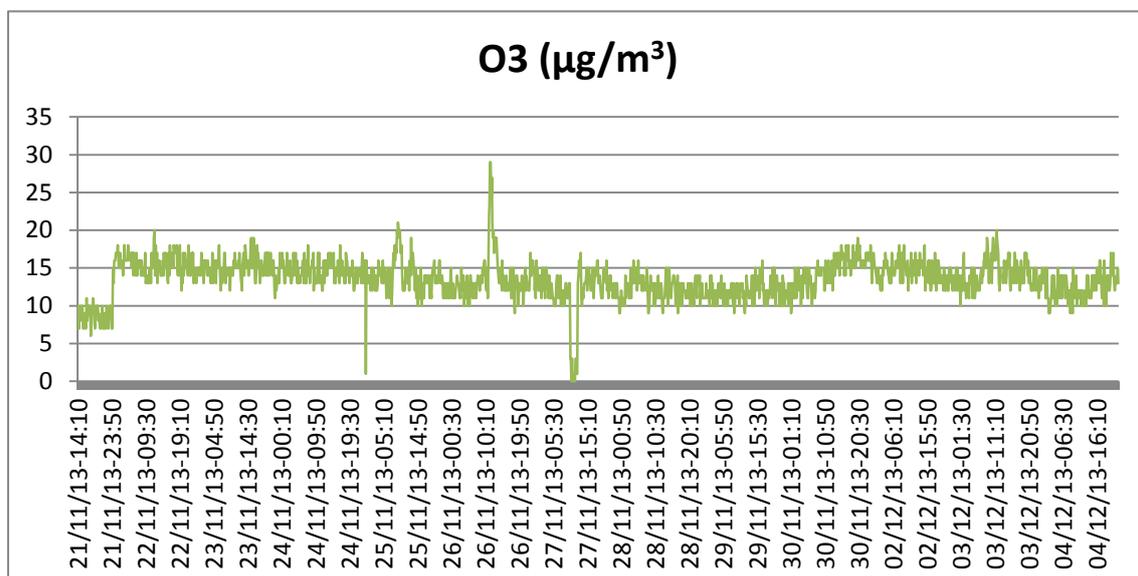
#### 4.4.2 Ozono en el Parque Hernández

La media de ozono es de  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , aunque los días 16 y 19 los valores límite de ozono se ven superados, superándose un 2% en total los 15 días de media, no mostrando un patrón o continuidad en los momentos en los que se superan los valores los días indicados, siendo más bien picos puntuales a lo largo del día.



#### 4.4.3 Ozono en Aeropuerto

La media de ozono es de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no superándose el valor límite en ningún momento de los 15 días que estuvo situada la unidad móvil en esa zona.



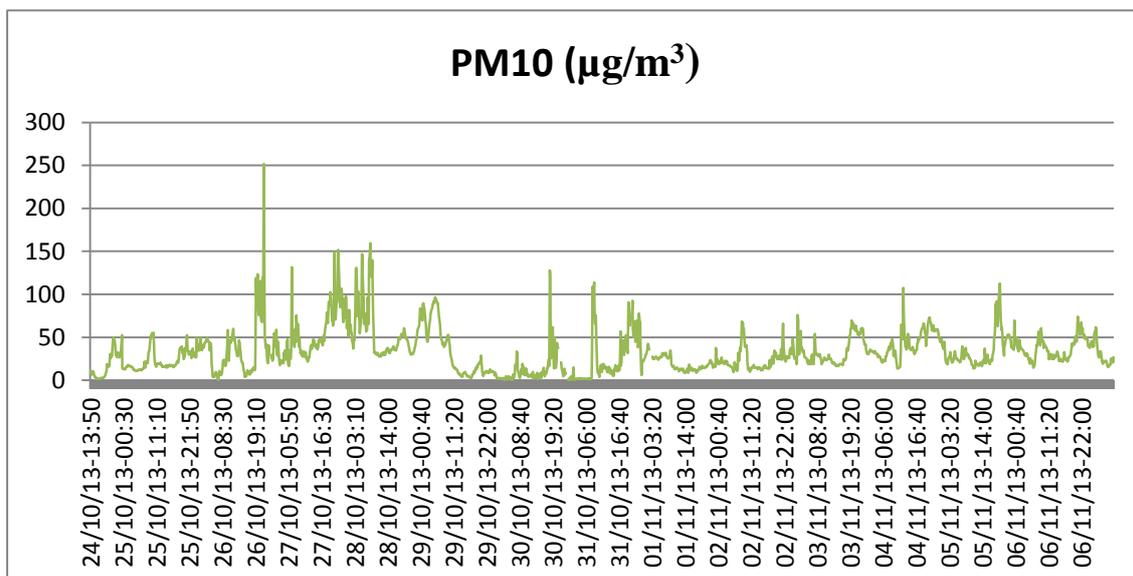
#### 4.5 Materia particulada

Valores límite de emisión según el R.D. 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores límite para las partículas menores de 10 µm (PM <sub>10</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Valor límite diario (periodo promedio 24 h)	50 µg/m <sup>3</sup> (no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año)
Valor límite anual (periodo promedio 1 año civil)	40 µg/m <sup>3</sup>
Valores límite para las partículas menores de 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> )	
Real Decreto 102/2011	
Valor límite diario (periodo promedio 24 h)	50 µg/m <sup>3</sup> (no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año)

##### 4.5.1 Materia particulada en Pinares de Rostrogordo

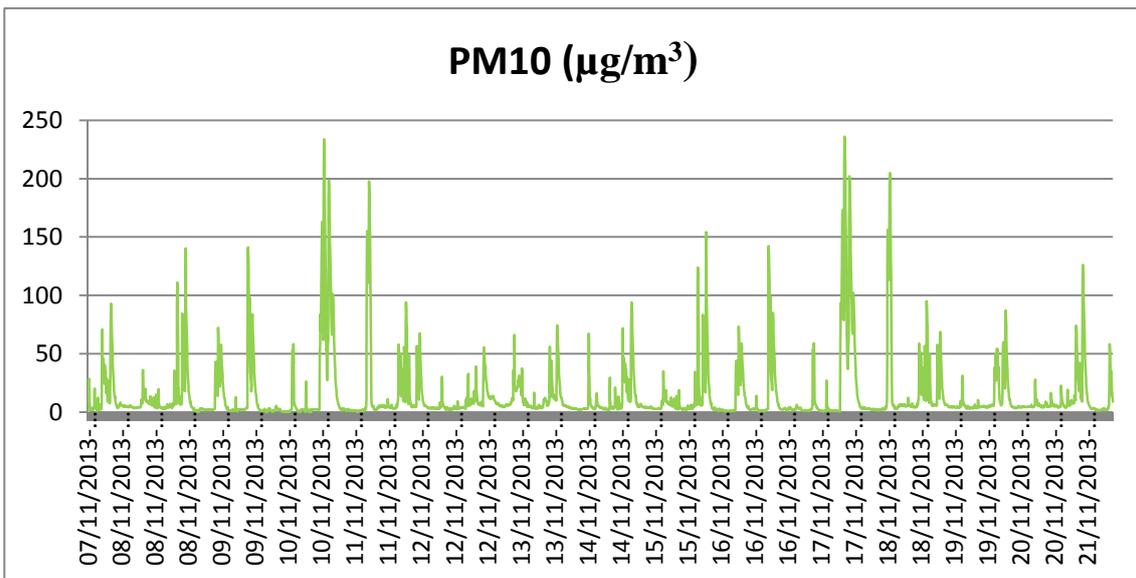
La media de material particulado de PM<sub>10</sub> es de 32 µg/m<sup>3</sup> situado por debajo del valor límite diario establecido en 50 µg/m<sup>3</sup>, lo que no quiere decir que en ocasiones puntuales no se haya superado este valor. Se detectan valores superiores al límite en las primeras horas de la mañana, a últimas de la tarde y en ocasiones puntuales durante la noche, esta fluctuación de no permite establecer un patrón fijo que dictamine una causa concreta.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

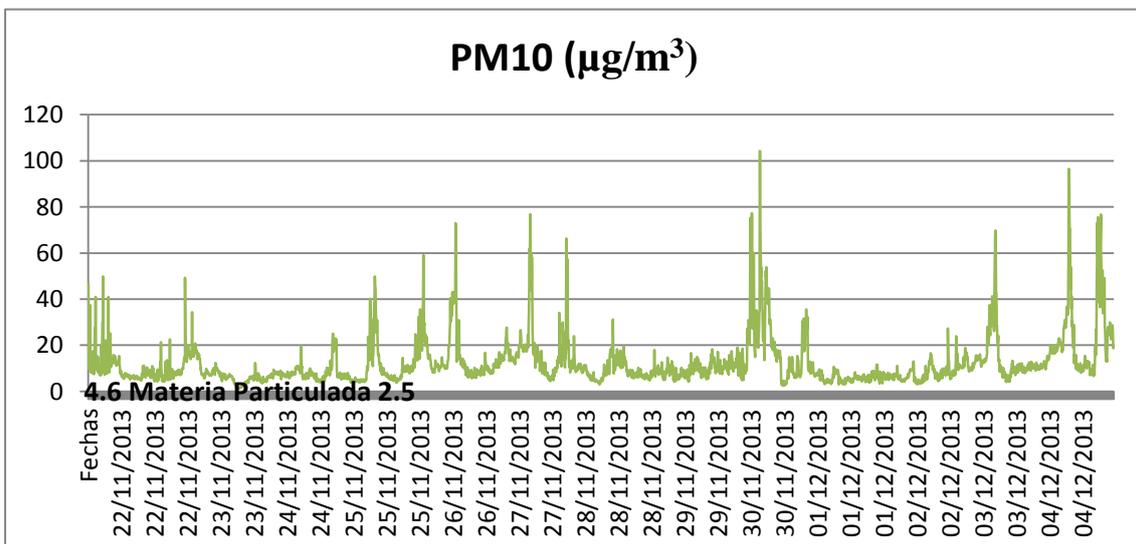
### 4.5.2 Parque Hernández

La media de material particulado de  $PM_{10}$  es de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que no quiere decir que en ocasiones puntuales no se haya superado este valor. Se detectan valores superiores al límite en las primeras horas de la mañana, a últimas de la tarde y en ocasiones puntuales durante la noche, esta fluctuación de no permite establecer un patrón fijo que dictamine una causa concreta



### 4.5.3 Aeropuerto

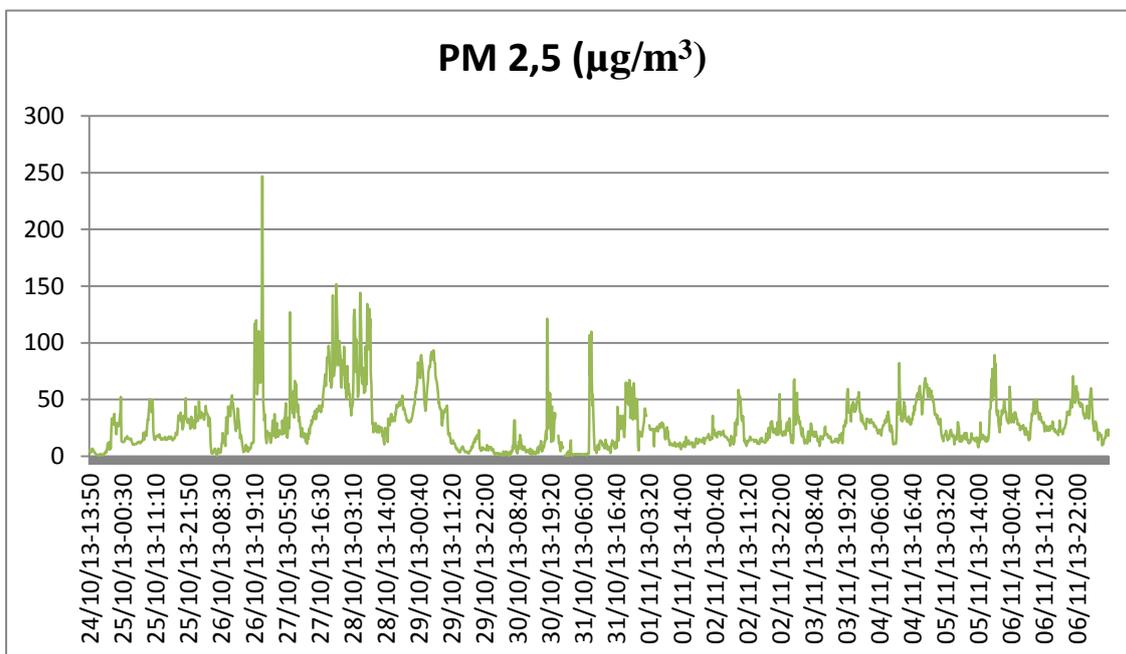
La media de material particulado de  $PM_{10}$  es de  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  situado por debajo del valor límite diario establecido en  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que no quiere decir que en ocasiones puntuales no se haya superado este valor. Se detectan valores superiores al límite pero en menor medida que en los puntos anteriores, esta fluctuación de no permite establecer un patrón fijo que dictamine una causa concreta.



### 4.6 Materia Particulada 2.5

#### 4.6.1 Materia Particulada Pinares Rostrogordo

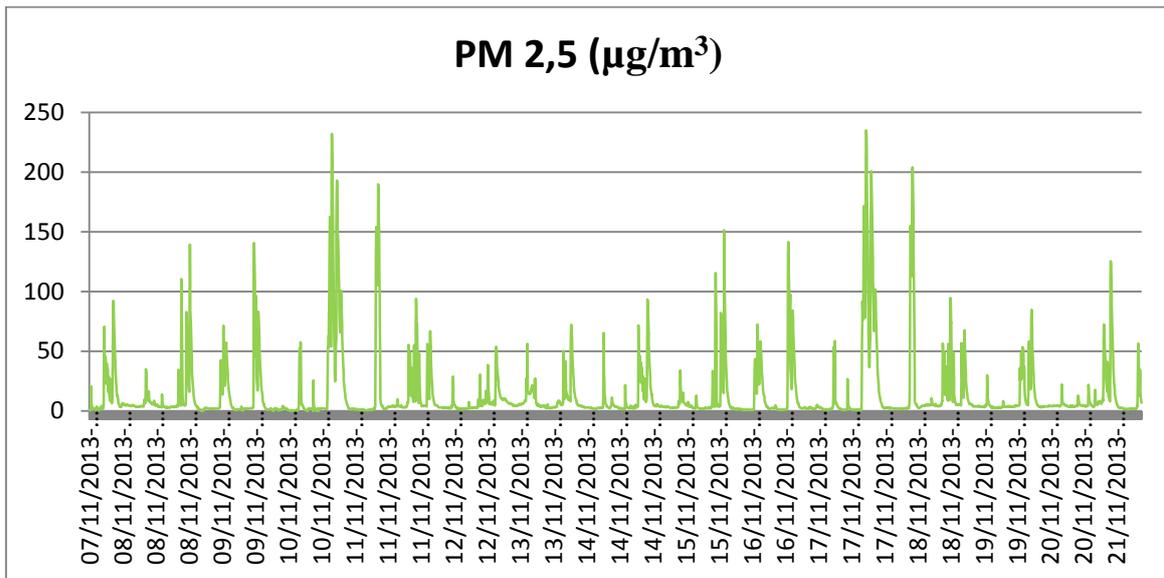
El material particulado de  $2.5 \mu$  de diámetro presenta una media de  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , éste dato está situado a penas por debajo del valor límite. El  $\text{PM}_{2.5}$  presenta una mayor incidencia durante el periodo de medición (los quince días que ha estado la unidad móvil situada en ésta ubicación) que el material particulado de  $10 \mu$  de diámetro; mientras que el  $\text{PM}_{10}$  supera el valor límite un 17% del tiempo total de medida, el material particulado de  $2.5 \mu$  de diámetro lo supera 45% del tiempo total. Generalmente los horarios de superación del valor límite coinciden con los del  $\text{PM}_{10}$ , pero este bastante más prolongado en el tiempo.



#### 4.6.2 Materia Particulada Parque Hernández

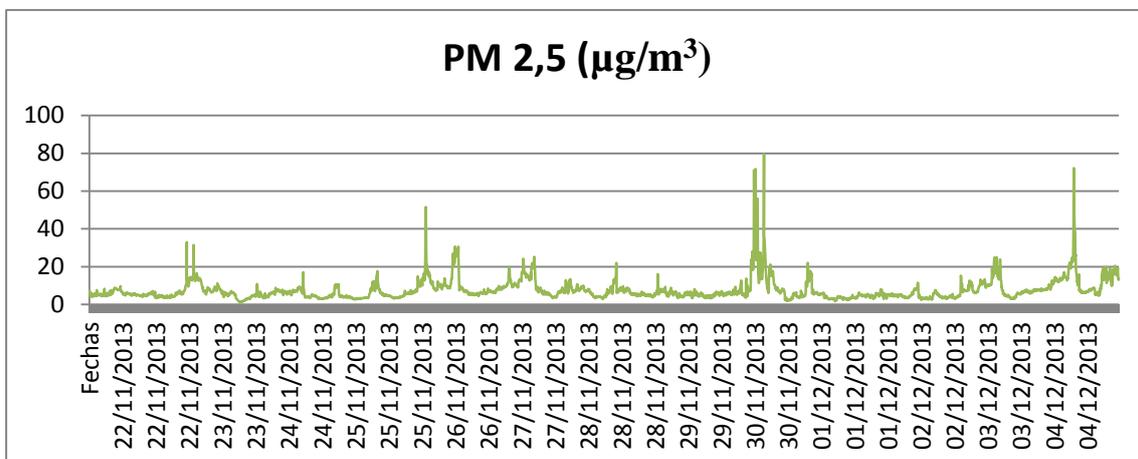
El material particulado de  $2.5 \mu$  de diámetro presenta una media de  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , éste dato está situado por debajo del valor límite. El  $\text{PM}_{2.5}$  presenta una mayor incidencia durante el periodo de medición (los quince días que ha estado la unidad móvil situada en el Parque Hernández) que el material particulado de  $10 \mu$  de diámetro; mientras que éste último supera el valor límite un 8% del tiempo total de medida, el material particulado de  $2.5 \mu$  de diámetro lo supera 14% del tiempo total. Generalmente los horarios de superación del valor límite coinciden con los del  $\text{PM}_{10}$ , pero este bastante más prolongado en el tiempo.

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013



#### 4.6.3 Materia Particulada Aeropuerto

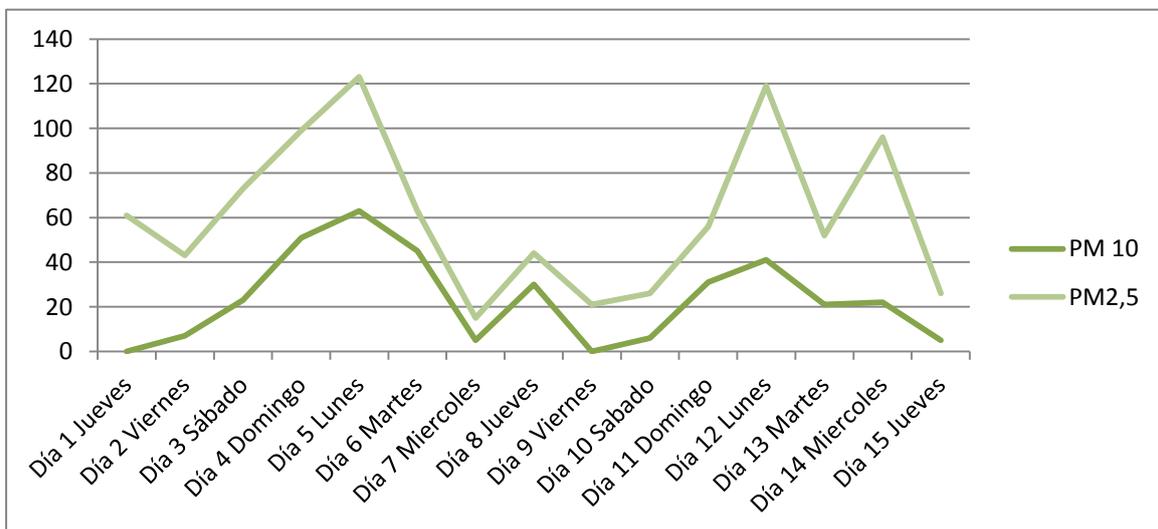
El material particulado de  $2.5 \mu$  de diámetro presenta una media de  $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , éste dato está situado por debajo del valor límite. El  $\text{PM}_{2.5}$  presenta una mayor incidencia durante el periodo de medición (los quince días que ha estado la unidad móvil situada en el aeropuerto) que el material particulado de  $10 \mu$  de diámetro; ambos materiales particulado superan el valor límite un 1% del tiempo de medida, suponiendo un gran descenso en comparación con los anteriores puntos, donde se detectan más excesos. Generalmente los horarios de superación del valor límite coinciden con los del  $\text{PM}_{10}$ , pero este bastante más prolongado en el tiempo.



## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

### 4.7 Materia Particulada en conjunto

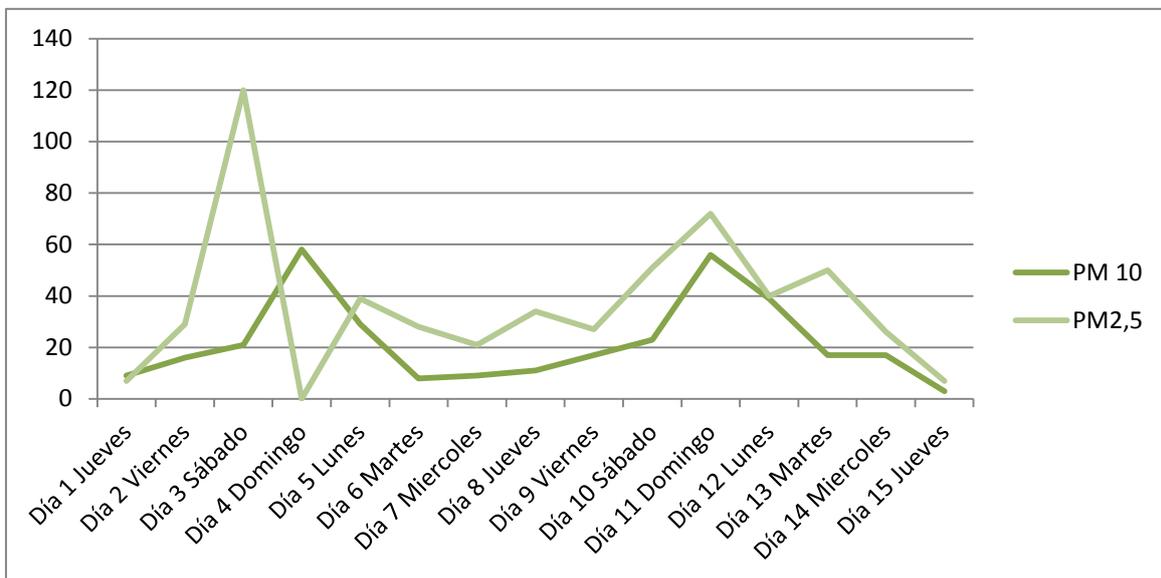
	PM 10	PM2,5	
	<b>PINARES DE ROSTRO GORDO</b>		
<b>MEDICIONES QUE SUPERAN EL VALOR LÍMITE</b>	348	870	
<b>% MEDICIONES CON VALOR LÍMITE SUPERADO</b>	17	45	
<b>Día 1</b>	0	61	<b>Jueves</b>
<b>Día 2</b>	7	43	<b>Viernes</b>
<b>Día 3</b>	23	73	<b>Sábado</b>
<b>Día 4</b>	51	99	<b>Domingo</b>
<b>Día 5</b>	63	123	<b>Lunes</b>
<b>Día 6</b>	45	63	<b>Martes</b>
<b>Día 7</b>	5	15	<b>Miércoles</b>
<b>Día 8</b>	30	44	<b>Jueves</b>
<b>Día 9</b>	0	21	<b>Viernes</b>
<b>Día 10</b>	6	26	<b>Sábado</b>
<b>Día 11</b>	31	56	<b>Domingo</b>
<b>Día 12</b>	41	119	<b>Lunes</b>
<b>Día 13</b>	21	52	<b>Martes</b>
<b>Día 14</b>	22	96	<b>Miércoles</b>
<b>Día 15</b>	5	26	<b>Jueves</b>



Pinares de Rostrogordo

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

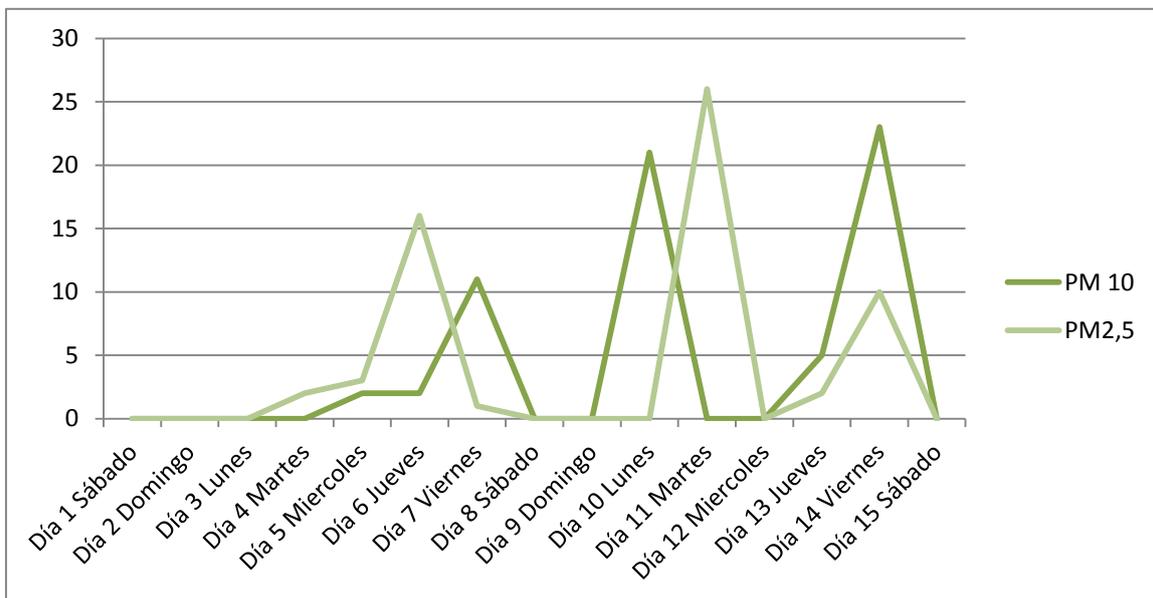
	PM 10	PM2,5	
	<b>PARQUE HERNÁNDEZ</b>		
<b>MEDICIONES QUE SUPERAN EL VALOR LÍMITE</b>	320	567	
<b>% MEDICIONES CON VALOR LÍMITE SUPERADO</b>	8	14	
<b>Día 1</b>	9	7	<b>Jueves</b>
<b>Día 2</b>	16	29	<b>Viernes</b>
<b>Día 3</b>	21	120	<b>Sábado</b>
<b>Día 4</b>	58	0	<b>Domingo</b>
<b>Día 5</b>	29	39	<b>Lunes</b>
<b>Día 6</b>	8	28	<b>Martes</b>
<b>Día 7</b>	9	21	<b>Miércoles</b>
<b>Día 8</b>	11	34	<b>Jueves</b>
<b>Día 9</b>	17	27	<b>Viernes</b>
<b>Día 10</b>	23	51	<b>Sábado</b>
<b>Día 11</b>	56	72	<b>Domingo</b>
<b>Día 12</b>	39	40	<b>Lunes</b>
<b>Día 13</b>	17	50	<b>Martes</b>
<b>Día 14</b>	17	26	<b>Miércoles</b>
<b>Día 15</b>	3	7	<b>Jueves</b>



Parque Hernández

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

		PM 10	PM2,5	
		<b>AEROPUERTO</b>		
<b>MEDICIONES QUE SUPERAN EL VALOR LÍMITE</b>		64	58	
<b>% MEDICIONES CON VALOR LÍMITE SUPERADO</b>		1	1	
	<b>Día 1</b>	0	0	Sábado
	<b>Día 2</b>	0	0	Domingo
	<b>Día 3</b>	0	0	Lunes
	<b>Día 4</b>	0	2	Martes
	<b>Día 5</b>	2	3	Miércoles
	<b>Día 6</b>	2	16	Jueves
	<b>Día 7</b>	11	1	Viernes
	<b>Día 8</b>	0	0	Sábado
	<b>Día 9</b>	0	0	Domingo
	<b>Día 10</b>	21	0	Lunes
	<b>Día 11</b>	0	26	Martes
	<b>Día 12</b>	0	0	Miércoles
	<b>Día 13</b>	5	2	Jueves
	<b>Día 14</b>	23	10	Viernes
	<b>Día 15</b>	0	0	Sábado



Aeropuerto

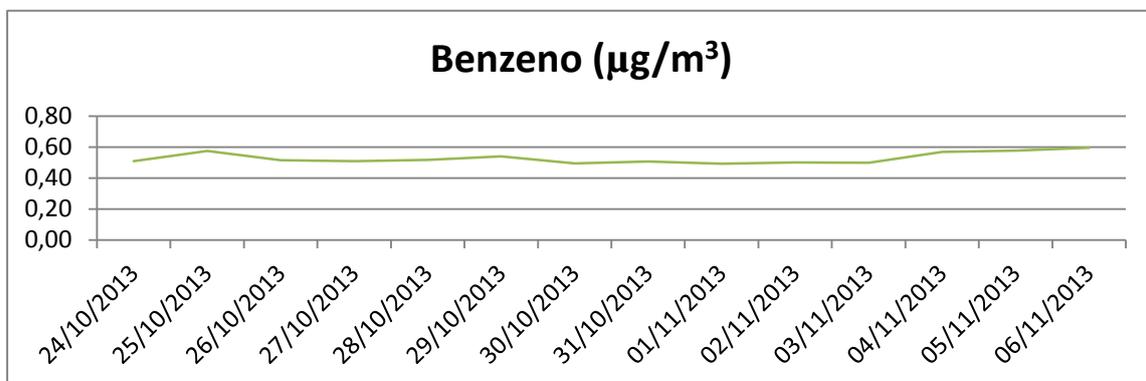
#### 4.8 BTEX

Valores límite para Benceno	
Real Decreto 102/2011	
<b>Valor límite anual:</b> periodo de promedio 1 año civil	<b>5 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>

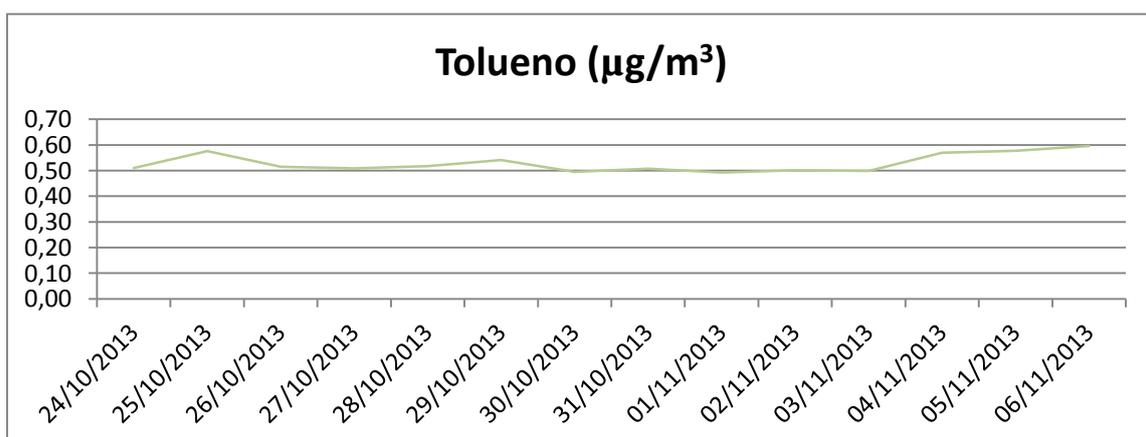
##### 4.8.1 BTEX en Parque Hernández

Actualmente para el caso del Tolueno, etilbenceno, m/p/o – xileno no se encuentran evidencias suficientes para regularlo específicamente como en el caso del benceno, lo que si existe son recomendaciones de la OMS para el tolueno, en las que se considera oportuno mantener los niveles del mismo por detección por olor por debajo del  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$  para un promedio de treinta minutos. Las recomendaciones para m/p/o – xileno se recomienda no superar  $0.60 \mu\text{m}/\text{m}^3$ .

Se observa que los valores de benceno que se mantienen por debajo del límite permitido.

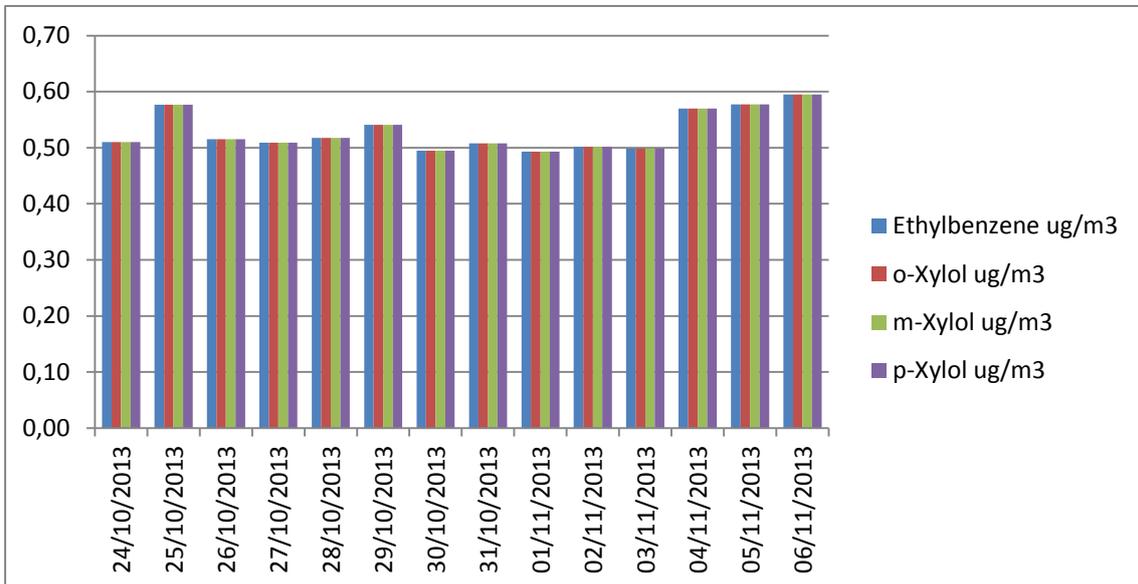


Los valores medidos de Tolueno también se encuentran por debajo de los valores permitidos, aunque esta medición no es muy exacta ya que solo se realizaba una al día, por lo que no puede saberse exactamente con las recomendaciones de la OMS.



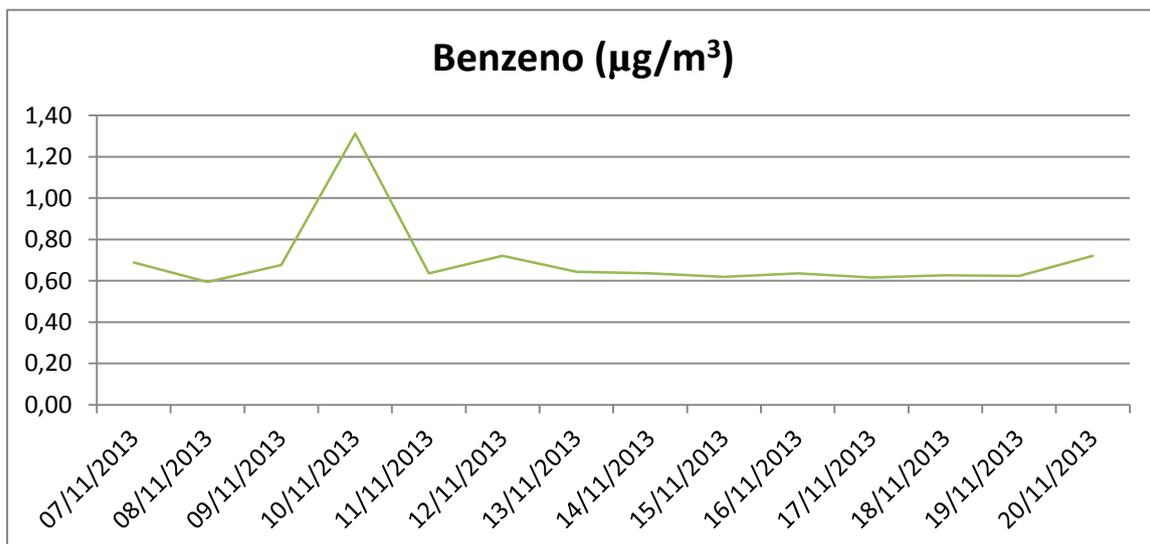
### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Los valores de los contaminantes que se muestran a continuación no superan en ningún caso  $0.60 \mu\text{m}^3$ .



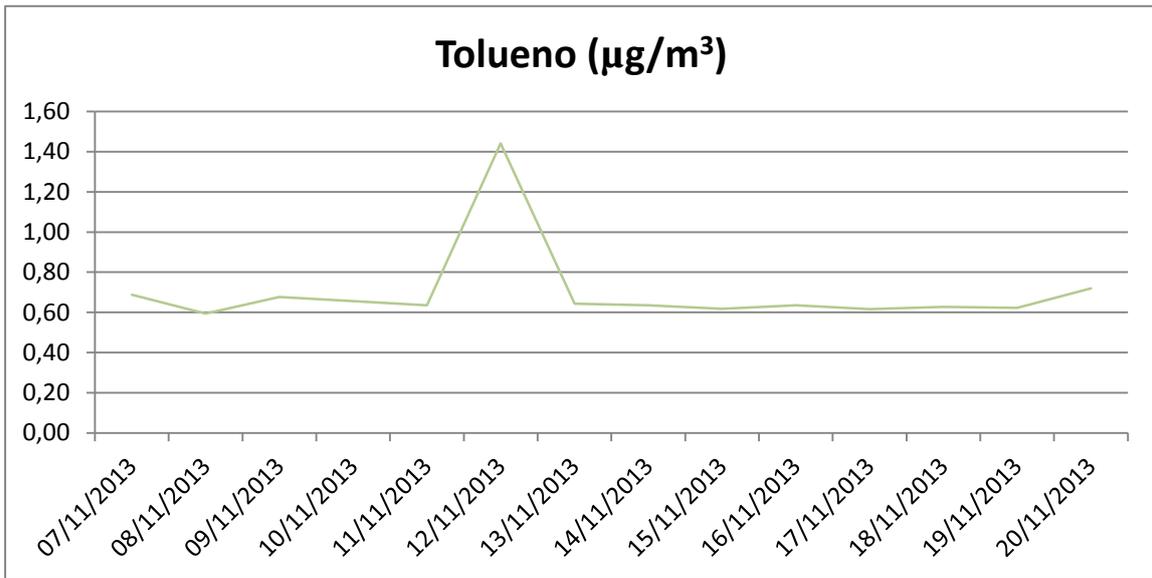
#### 4.8.2 BTEX en Aeropuerto

Se observa que los valores de benceno que se mantienen por debajo del límite permitido.

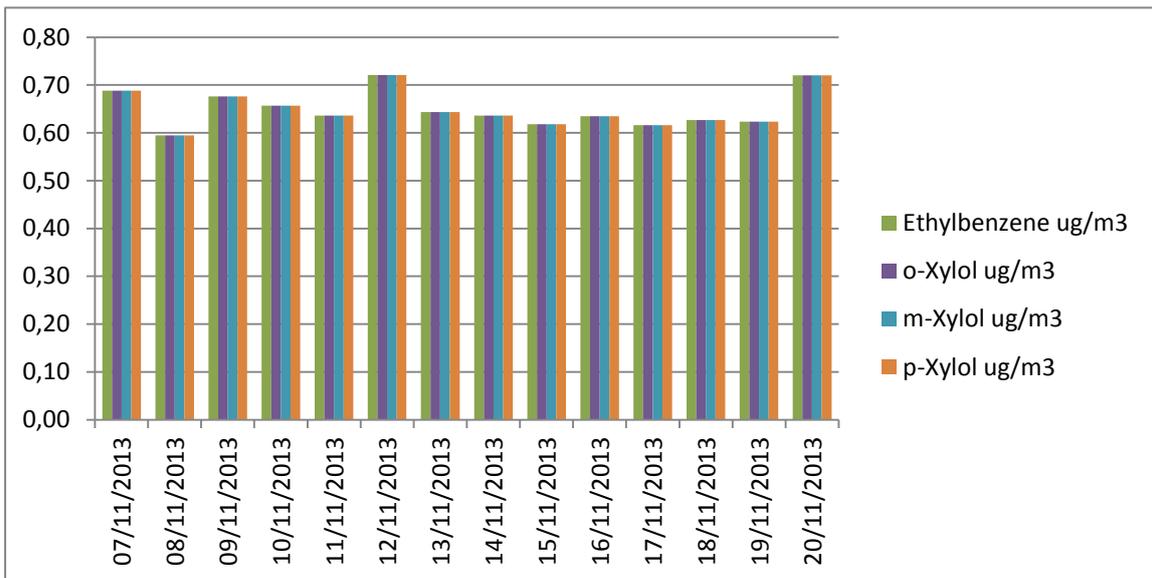


Los valores medidos de Tolueno se encuentran de forma puntual por encima de los valores límites recomendados por la OMS, aunque esta medición no es muy exacta ya que solo se realizaba una al día, por lo que no puede saberse exactamente con las recomendaciones de la OMS.

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

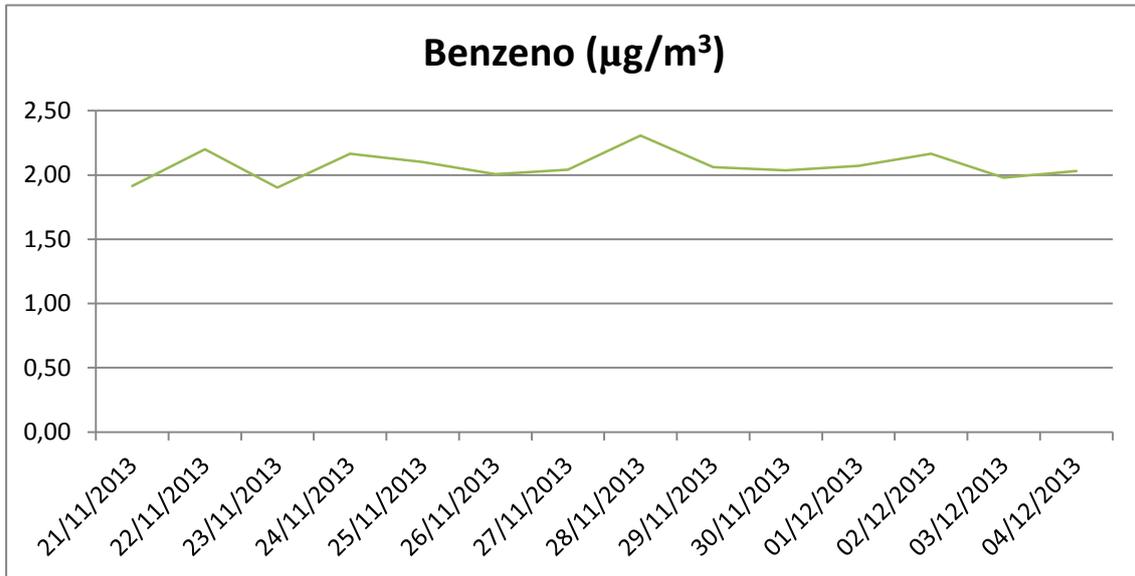


Los valores de los contaminantes que se muestran a continuación superan todos los días exceptuando el segundo día de medida el valor límite recomendado de  $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

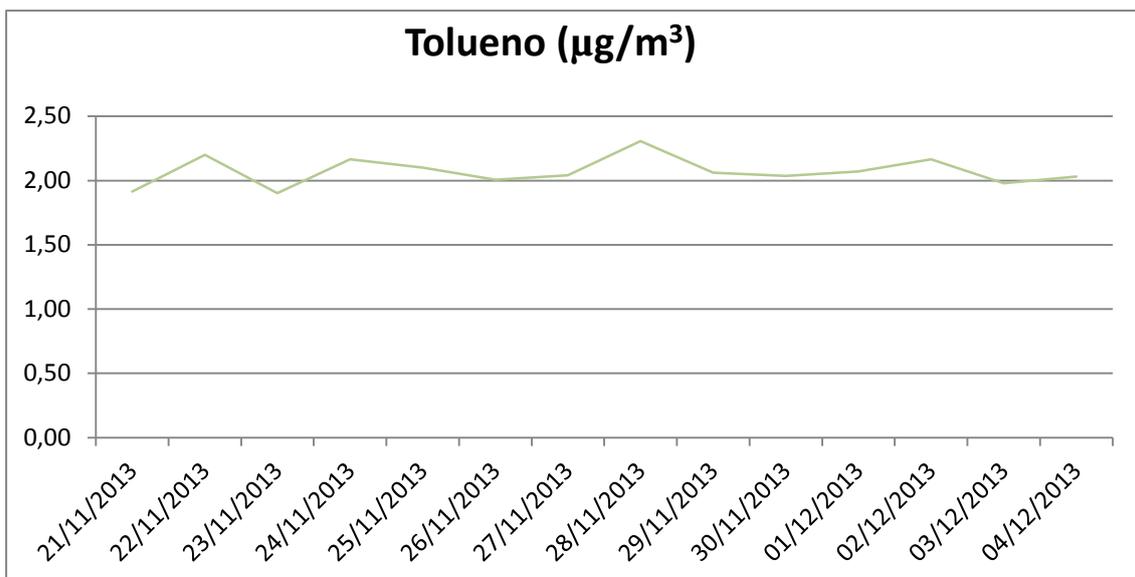


## 4.8.3 BTEX en Aeropuerto

Se observa que los valores de benceno que se mantienen por debajo del límite permitido.

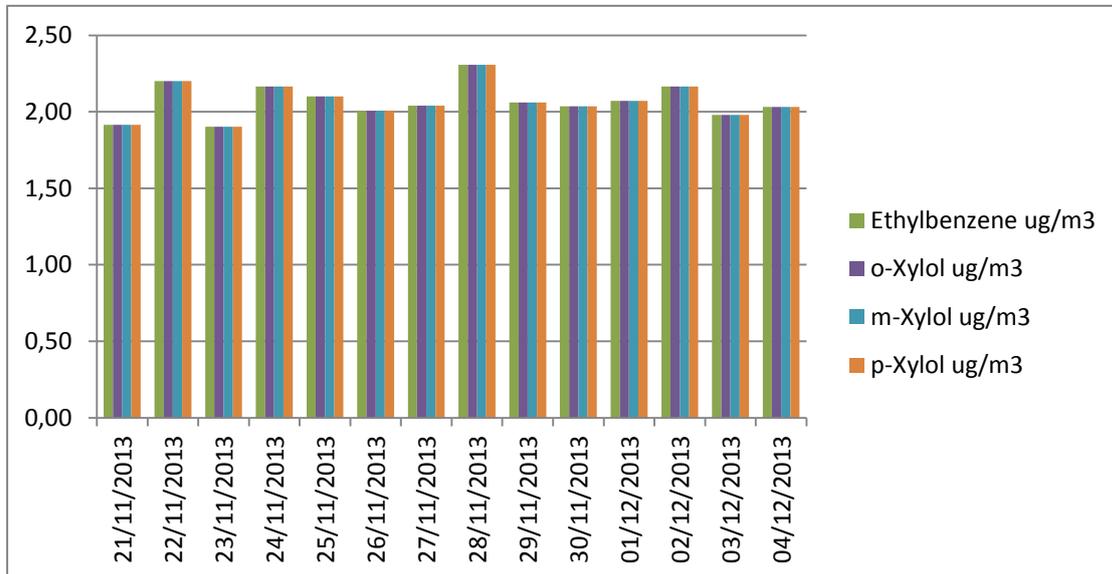


Los valores medidos de Tolueno también se encuentran por encima de los valores recomendados por la OMS, aunque esta medición no es muy exacta ya que solo se realizaba una al día, por lo que no puede saberse exactamente con las recomendaciones de la OMS.



### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Los valores de los contaminantes que se muestran a continuación superan todos los el valor límite recomendado de  $0.60 \mu\text{m}^3$ .



#### Observaciones de la campaña

Es necesario realizar algunas aclaraciones o incidencias ocurridas durante el periodo de medición de la campaña, ya que influyen en la interpretación de los resultados y si no se tienen en cuenta pueden llevar a error.

En las mediciones iniciales proporcionadas por la empresa, correspondientes a los gases, al analizar los datos se denota un día repetido, el 8 de noviembre se encuentra repetido, para ello se eliminan estas filas al corresponder con verificaciones manuales del equipo. Durante dichas verificaciones se replican el número de medidas que se hacen diarias de forma que se verifica tanto el número de medida registradas como ratios y rangos de medida del equipo. Estos datos se anotan manualmente por el técnico y los días replicados se eliminan posteriormente del volcado. En este caso, no se eliminó la verificación del equipo en este día.

El día 1 de diciembre, correspondiente a la tercera campaña de medida, en las mismas mediciones de gases, no hay medida correspondiente al día 1 de diciembre de dichos gases, salta desde el 30 de noviembre al día 2 de diciembre, como consecuencia de un reiniciado del equipo, ese día a las 12 de la noche.

A partir del día 1 de diciembre, en los datos meteorológicos deja de registrarse valores relacionados con las precipitaciones, se detienen las mediciones de lluvia.

## 5. INTREPRETACIÓN DE RESULTADOS

---

Para una correcta interpretación de los resultados obtenidos con la estación de medida, también es necesario estudiar las condiciones atmosféricas que tenían lugar en esos momentos, por ello antes de cada interpretación se van a comentar las condiciones meteorológicas de la zona en el periodo concreto en el que se hicieron las mediciones. Para ello se cuenta con los resultados obtenidos de una estación meteorológica situada en la misma estación móvil de medida. Se han observado que en algunos periodos durante las mediciones se ha interrumpido la captura de datos, por lo que los resultados están vacíos, pudiendo observarse variaciones abruptas.

### 5.1 Pinares de Rostrogordo

Las mediciones se llevaron a cabo desde el 24 de Octubre de 2013 hasta el día 7 de Noviembre de 2013. Como se menciona en el apartado 3.3.1 en el que se expone mediante gráficas las condiciones existentes, destacar de dichos resultados que durante el periodo que duró la campaña en ese punto los vientos predominantes corresponden al E, ESE, la velocidad media del viento en esas fechas es de uno 22 km/h, lo que para Melilla suele ser una velocidad normal y casi moderada. Tanto temperatura, como humedad relativa y la presión barométrica, se mantienen dentro de unos valores considerados normales para la situación geográfica en la que se realizan las mediciones, la temperatura media es de uno 19,4 °C, la media de la presión está entorno a los 68,3% lo que es aceptable teniendo en cuenta que se trata de una ciudad con costa y mucha influencia del mar. La presión atmosférica media es aproximadamente de 1 atmósfera física, por lo que también son condiciones normales.

Si se tienen en común todos los parámetros meteorológicos se puede observar que el clima durante esos días en Melilla es bastante favorable para la presencia de contaminantes, ya que se trata de unas condiciones bastante estables y no se favorece la dispersión de los mismos.

Las concentraciones de gases en la atmósfera no superan en ningún momento los límites de emisión fijados por el R.D. 102/2011 para los gases medidos:

El *dióxido de azufre* (SO<sub>2</sub>) presenta el límite diario en 125 µg/m<sup>3</sup> con un valor medio diario máximo de 19,1 µg/m<sup>3</sup>. Los valores de este gas presentan un patrón dentro de los valores registrados con menores concentraciones en el primer fin de semana, para unas condiciones meteorológicas bastante estables y con ausencia de viento, aumentando ligeramente los valores cuando sopla una brisa o algo de viento, normalmente proveniente del E y ESE con influencia del Mar Mediterráneo o norte de África.

El *dióxido de nitrógeno* (NO<sub>2</sub>) con un límite horario de 200 µg/m<sup>3</sup>, presenta un valor diario medio máximo de 33,5 µg/m<sup>3</sup>, unas seis veces por debajo del valor límite. Los valores de este gas presentan un patrón que se repite prácticamente a diario con una concentración muy baja durante la mayor parte del día y picos muy puntuales algo mayores que pueden llegar hasta la mitad del valor límite normalmente a mitad del día y al atardecer o entrada de la noche y a veces hasta altas horas de la madrugada. Estos valores pueden estar influenciados con la Planta Eléctrica de Endesa que a esas mismas horas presenta los máximos de consumo de energía.

El *monóxido de carbono* (CO) establece el límite diario de 10 mg/m<sup>3</sup>, y no es superado en ningún momento en toda la toma de datos de este emplazamiento. Este presenta un valor diario medio máximo de 0,46 mg/m<sup>3</sup>. Los valores registrados presentan unos valores bastante estables en el tiempo con unos picos puntuales que coinciden con la mitad del día.

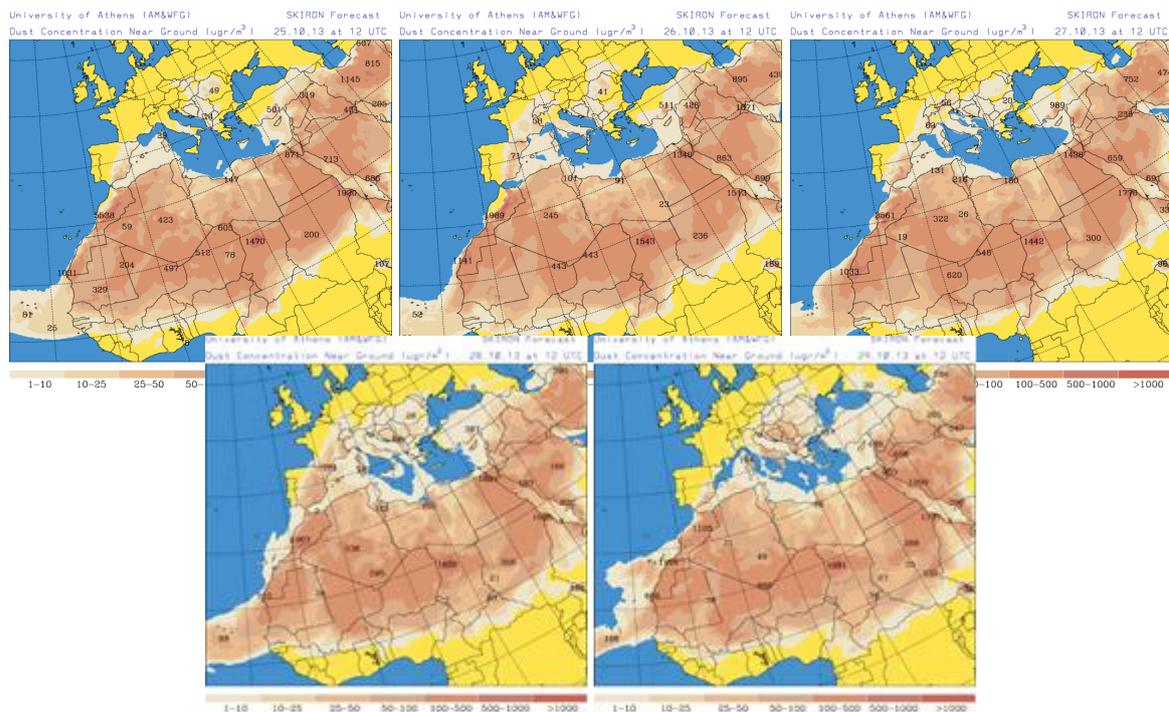
Los valores de estos gases contaminantes presentan concentraciones muy bajas debido a que se encuentran apartados del núcleo de población y en una zona con poco tráfico rodado de vehículos. A esto le sumamos que se encuentra en una zona alta tipo plataforma elevada con la ventaja del mejor movimiento de las masas de aire.

En cuanto a la materia particulada es necesario destacar que los límites establecidos por el R.D. 102/2011 fijados en 50 µg/m<sup>3</sup> para la PM<sub>10</sub> como límite diario y para la PM<sub>2.5</sub> en 28 µg/m<sup>3</sup> para valor límite anual, se ven superados varias veces a lo largo de los quince días en los que se hicieron las mediciones, las cuales se realizan en intervalos de 10 minutos comenzando la primera a las 13.50 del día 24 de octubre y anotándose la última medición a las 08.20 del 7 de noviembre. En concreto la materia particulada de 10 µm de diámetro lo supera un total 348 veces de las 1983 mediciones que se hacen durante el periodo mencionado, un 17 % de las

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

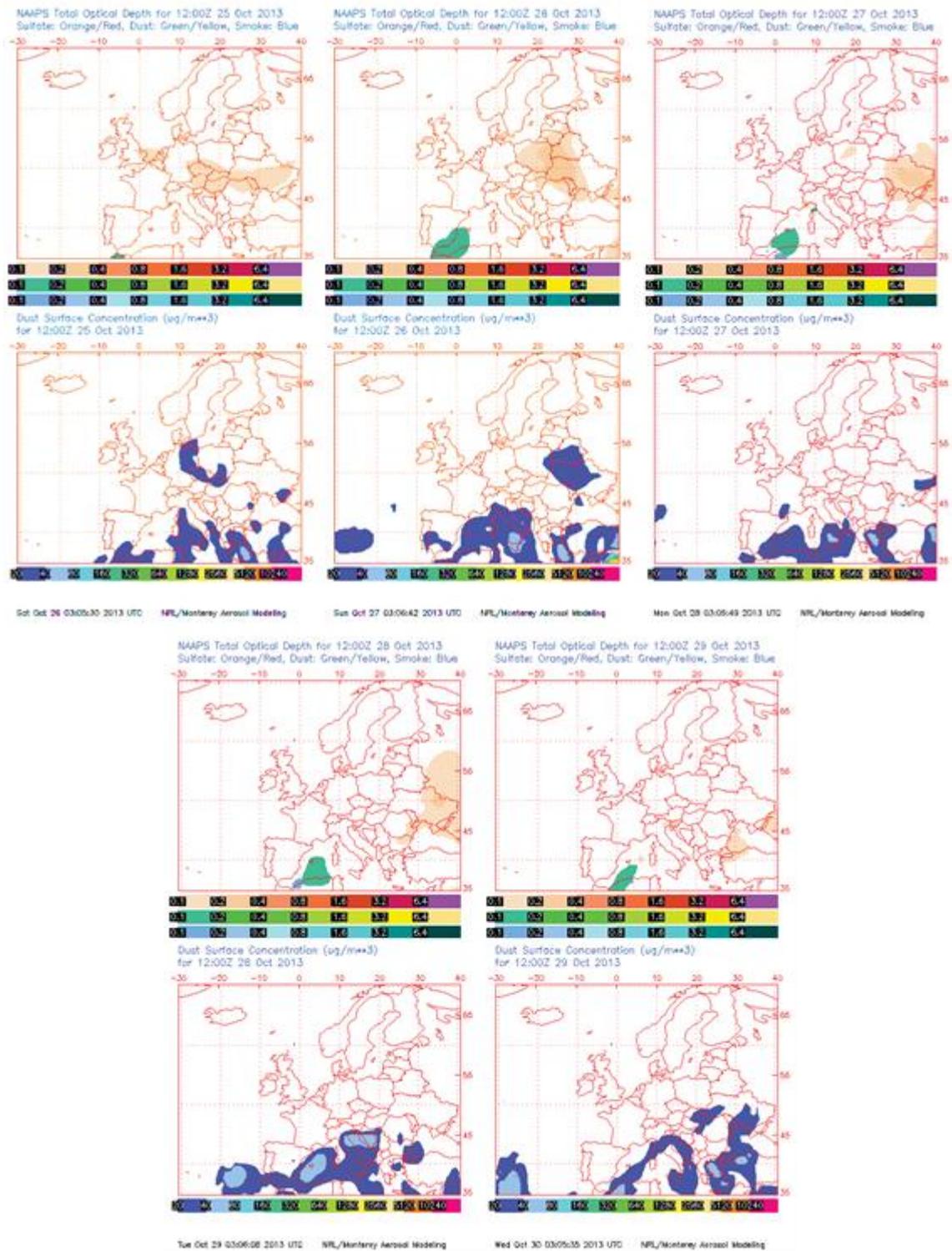
veces. La materia particulada de  $2.5\mu\text{m}$  en cambio lo supera 870 veces de 1983 mediciones que se realizan a lo largo de los quince días de estación, correspondiendo a un 45% de las veces superando este valor límite, la media de la presencia de  $\text{PM}_{2.5}$  es de  $27\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  justo por debajo de lo permitido.

Esto se puede deber a que durante ese periodo se produjo un intenso centro de elevadas presiones que abarcaba el centro de la cuenta mediterránea además de otras localizaciones cercanas, lo que generó un transporte de masas de aire africanas en las que se incluía polvo mineral, afectando principalmente al tercio sur peninsular, como se muestra en la siguiente imagen obtenida del informe de Episodios Naturales de Partículas 2013 del CSIC, AEMet, CIEMAT Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial.



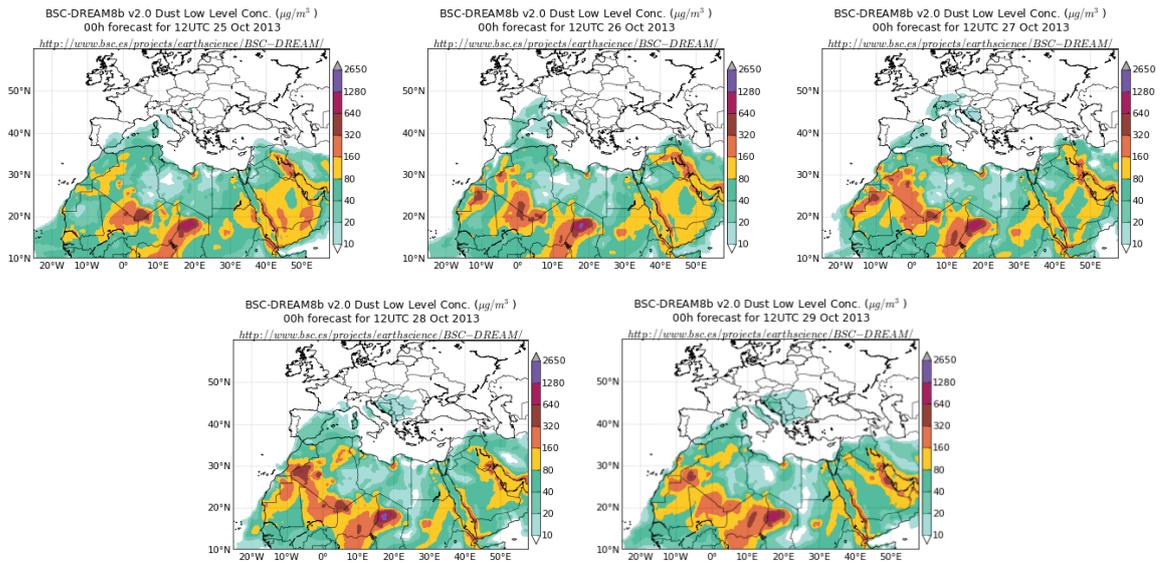
*Concentración de polvo en superficie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predicha por el modelo Skiron para el periodo 25-29 de octubre de 2013 a las 12:00 UTC. © Universidad de Atenas.*

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

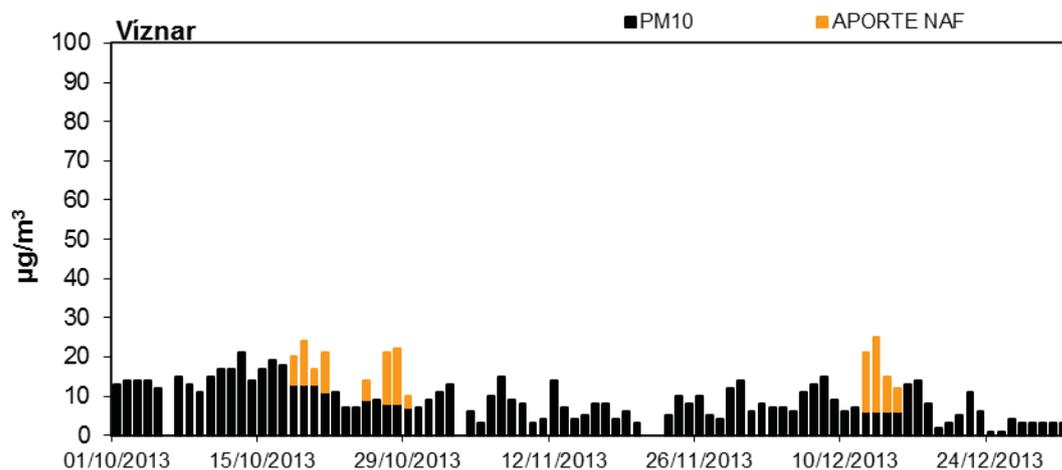


Mapas NRL mostrando el espesor óptico y la concentración de polvo en superficie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), para el periodo 25-29 de octubre de 2013 a las 12 UTC. ©Naval Research Laboratory (NRL), Monterey, CA.

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013



Concentración de polvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predicha por el modelo BSC/DREAM8b para el periodo 25-29 de octubre de 2013 a las 12 UTC. © Barcelona Supercomputing Center.



En cuanto a lo que el ozono se refiere, es necesario mencionar que los valores límite no se ven superados en ningún momento durante este primer periodo de mediciones, con una media de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  se ve que no hay grandes oscilaciones en las mediciones de este contaminante.

Lo mismo ocurre con el benceno, no supera en ningún momento los límites de emisión fijados por el R.D. 102/2011, que lo establece en  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y presenta una media de 0.53, no presenta unos valores que deban preocupar, lo mismo ocurre con el tolueno y xylol, no superan los valores límite recomendados, ya que para estos contaminantes, como se explica anteriormente no hay valores límite establecidos por legislación, son recomendaciones de la OMS, que tampoco son superadas.

## 5.2 Parque Hernández

Las mediciones se llevaron a cabo desde el 7 de noviembre hasta el 21 de noviembre de 2013, dando comienzo el día 7 a las 13.54 y finalizando el día 21 a las 08.44 de la mañana. Como se menciona en el apartado 3.3.2 en el que se expone mediante gráficas las condiciones existentes, destacar de dichos resultados que durante el periodo que duró la campaña en este segundo punto, los vientos predominantes son del E y a ESE con el 34 y 15%, respectivamente, el viento tiene velocidades muy bajas entorno a los 8 km/h, por lo que no se aprecian grandes vendavales, lo que en Melilla es inusual ya que suele haber predominancia de rachas de viento. Durante los primeros días de mediciones, se registran unas temperaturas bastante elevadas para tratarse del mes de noviembre, entorno a los 20 – 25°C. Tanto la humedad relativa como la presión atmosférica se mantienen en niveles elevados durante toda la campaña, así como indicar que se aprecian precipitaciones durante tres días seguidos casi a final de la campaña, siendo significativas estas precipitaciones únicamente el último día. Si se observa la gráfica de la radiación solar se puede apreciar como en este segundo periodo de mediciones se trata de días más nublados que en la campaña anterior, así mismo las oscilaciones continuas que tiene la gráfica se deben a que la estación estaba situada en una zona de palmeras y el movimiento de las hojas de la misma provoca alternancia de sol/sombra.

En punto de muestreo del Parque Hernández las concentraciones de gases en la atmósfera, al igual que en el emplazamiento anterior, tampoco superan en ningún momento los límites de emisión fijados por el R.D. 102/2011.

El *dióxido de azufre*, con límite diario en  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , presenta un valor diario medio máximo de  $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los valores registrados en este punto son estables a lo largo de todo el tiempo de registro con unos valores comprendidos entre los 6 y  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Puntualmente el día 11 de noviembre hay un pequeño pico tanto de subida brusca como de bajada que resalta dentro de toda la estabilidad de las medidas, pero sin ser importante y siempre muy por debajo de los valores límites permitidos.

El *dióxido de nitrógeno*, presenta un valor diario medio máximo de  $43,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , algo mayor que en el emplazamiento anterior. El patrón que refleja la gráfica es el mismo que el anterior pero con valores algo más elevados y estables en los que, a diario, presentan una

concentración muy baja durante la mayor parte del día y picos algo mayores entorno al medio día y al atardecer y primeras horas de la noche, generalmente. Estos valores están claramente influenciados con la Planta Eléctrica de Endesa que se encuentra en las proximidades y coincide con las horas de máximos de consumo de energía. El valor máximo se registra en día 18 de noviembre, que es el día en el que las condiciones meteorológicas son más inestables con alto grado de humedad, baja temperatura, bajas presiones atmosféricas y bastante lluvia, lo que favorece que la Planta Eléctrica aumente la quema de combustibles en los motores e incluso el tráfico sea más denso y las emisiones de los vehículos sean algo mayores.

El *monóxido de carbono* que establece el límite diario de  $10 \text{ mg/m}^3$  no supera en ningún momento los valores límites permitidos. Este presenta un valor diario medio máximo de  $0,45 \text{ mg/m}^3$ . Los valores registrados presentan unos valores muy bajos y estables en el tiempo con picos puntuales de hasta  $2,7 \text{ mg/m}^3$ , y que vuelven a coincidir con la mitad del día. Los valores aunque algo más elevados que en el emplazamiento de los Pinos de Rostrogordo presentan el mismo patrón de registro. Al igual que pasa con el dióxido de nitrógeno, la concentración de este gas es más elevada el día 18 de noviembre coincidiendo con un día de lluvia.

En general, los valores de estos gases contaminantes en el Parque Hernández presentan concentraciones aunque algo mayores que en el emplazamiento anterior. Esto se debe a que se encuentran dentro del núcleo de población, en la zona centro y rodeado de calles con tráfico rodado de vehículos, además de en las proximidades de la Planta Eléctrica de Endesa, la que ejerce una clara influencia, aunque los valores siempre están muy por debajo de los límites máximos establecidos.

En este emplazamiento los valores registrados son más estables que en los Pinares de Rostrogordo debido a que, a pesar que las condiciones ambientales son más inestables en este periodo medida, esta ubicación se encuentra dentro de un parque en medio de la ciudad, justo en una zona de árboles y palmeras con lo que, en cierto modo, se encuentra bastante protegida de las condiciones meteorológicas, y en concreto de los vientos.

En relación con la materia particulada, como ya se ha dicho anteriormente presenta sus límites en  $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  para la materia particulada  $10 \text{ } \mu\text{g}$  y  $28 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  para la de 2.5, en este periodo las mediciones de material particulado siguen siendo muy elevadas, el PM 10 superan

el valor límite 320 veces de 3972 mediciones que se hicieron durante los días que duró la campaña, es decir supera el límite un 8% de las veces, presenta dos picos de superación del valor límite muy elevados, a principios y a final de la campaña, el último de estos picos coincide con un periodo de condiciones meteorológicas de lluvias. La materia particulada de 2.5 tiene una media muy por debajo del límite marcado,  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo también bastante inferior a la que presentaba en los pinares de Rostrogordo.

La situación de la estación de medida, como se indica en el apartado anterior 3.2, se encuentra cerca de la central térmica de ENDESA, en conversaciones mantenidas con personal de la central se obtiene información acerca de los picos de emisiones que produce, situándose estos entre las 12.30 de la mañana hasta las 14.00 de la tarde y por la noche sobre las 21.30, suelen ser los momentos del día en los que se emite más por las chimeneas. Pero analizando los datos de los contaminantes, los picos de emisión elevados de la materia particulada no coinciden con los periodos de máxima actividad que nos indican que presenta ENDESA.

El valor límite para el ozono se encuentre en  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como se menciona en el apartado de resultado, sobrepasa su valor límite en dos ocasiones durante la campaña de mediciones, un total del 2% respecto al total de las mediciones, llegando a alcanzar valores de  $325 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en su punto álgido. En estas fechas coincide con un periodo de descenso de temperaturas sin ser extremado, pero sí que desciende un par de grados con respecto a días anteriores, pero el resto de parámetros atmosféricos son normales. Normalmente los niveles elevados de ozono son más frecuentes en los días calurosos o en zonas densamente pobladas ya que se emiten los precursores necesarios. Estos niveles elevados no pueden atribuirse únicamente a fuentes naturales, el tráfico y la acumulación de precursores de ozono contribuyen a estos niveles.

En el caso del benceno, siguen sin superarse los valores límite fijados en  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pero se observa como desde las primeras mediciones realizadas en los Pinares de Rostrogordo, hasta estas realizadas en el Parque Hernández han aumentado los valores, con una media de  $0.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el primer punto de medida a una media de  $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este incremento podría deberse a una mayor proximidad con la central térmica de ENDESA.

Con el Tolueno y los Xylol ocurre lo mismo, incrementa levemente su concentración en la atmósfera sin sobrepasar en ningún momento los límites recomendados, mientras que el Tolueno en la primera estación presenta una media de  $0.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la segunda etapa de mediciones la media aumenta a  $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; y los xilenos pasan de  $0.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 5.3 Aeropuerto

Las mediciones se llevaron a cabo desde el 21 de noviembre hasta el 4 de diciembre de 2013, las condiciones meteorológicas reinantes durante este periodos siguen en sintonía con las anteriores volviéndose más acordes con las fechas en las que realizan, se registrar una bajada de temperatura en comparación con las otras medidas, así como una disminución en la radiación solar, por lo que se trataba de días mayormente nubosos, con un incremento en la precipitaciones 5 días registrados con lluvia, por algún error en la estación de medida, se dejan de registrar lluvias a partir del día 1 de diciembre. La humedad y la presión atmosférica son bastante elevadas, sin salirse de unos límites aceptables, estando paralelas con climatología del momento.

En el emplazamiento del Aeropuerto las concentraciones de gases, al igual que en los dos emplazamientos anteriores, tampoco superan en ningún momento los límites de emisión fijados por el R.D. 102/2011.

El *dióxido de azufre* con límite diario en  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nunca llega a sobrepasar los límites máximos establecidos y presenta un valor diario medio máximo de  $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los valores registrados en este emplazamiento son bastante estables con unos valores comprendidos entre los  $10$  y  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y algo mayores que en el Parque Hernández y los Pinares de Rostrogordo, aunque más estables que este último emplazamiento. Puntualmente el día 26 de noviembre hay un pico de subida brusca con valores de  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y los días 25 y 27 de noviembre unos valores mínimos o nulos de este gas contaminante para este último día.

El *dióxido de nitrógeno*, presenta un valor diario medio máximo de  $35,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bastante menor que en el emplazamiento anterior. El patrón de la gráfica vuelve a coincidir con los dos anteriores con valores siempre muy por debajo de los límites máximos de emisión establecidos, algo más inestables con los días 27 y 28 de noviembre sin picos y con unos

valores menores de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El pico máximo registrado es el día 25 de noviembre con  $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , justo después de un par de días de alta humedad y bajas presiones atmosféricas que traen consigo algo de lluvia y que se manifiesta en picos muy suaves y bajos, en torno a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El *monóxido de carbono*, con límite diario de  $10 \text{mg}/\text{m}^3$ , tampoco supera los valores límites permitidos. Este presenta un valor diario medio máximo de  $0,45 \text{mg}/\text{m}^3$ . Los valores registrados son prácticamente iguales a los dos emplazamientos anteriores, aunque los picos máximos son bastante más bajos que en el Parque Hernández con un valor máximo el día 25 de noviembre de  $1,12 \text{mg}/\text{m}^3$  y uno mínimo de valor cero el día 27 de noviembre coincidiendo con un pico de más alta temperatura y baja humedad relativa. Los valores de este emplazamiento presenta el mismo patrón de registro que los anteriores aunque al igual que en los Pinares de Rostrogordo, la influencia de la Planta Eléctrica es bastante menos acusada.

Por lo general, los valores de los gases contaminantes en el Aeropuerto presentan concentraciones algo menores que en el emplazamiento del Parque Hernández y parecidos al de los Pinos de Rostrogordo. Estos valores pueden estar relacionados con que la zona del muestreo está algo alejada de las zonas urbanizadas, al encontrarse dentro de la Granja Agrícola en las proximidades del aeropuerto. La zona presenta por lo general pocas calles y escaso tráfico aunque muy puntualmente puede ser algo mayor por las proximidades de colegios. En el caso del aeropuerto la influencia de los gases emitidos por los aviones es muy baja. Esto es debido a que, además de presentar poco tráfico aéreo al día y los aterrizajes y despegues son muy rápidos y puntuales, el registro de gases en la sonda de muestreo no daría un valor muy significativo ya que esta registra en intervalos de 10 minutos.

La materia particulada de  $10 \mu$  supera el valor límite 384 veces del total de 3837 veces que se realiza medición de contaminantes, un 17% del total de las mediciones que se realizan durante este tercer periodo de la campaña superando el valor máximo fijado por la legislación. En comparación con las mediciones anteriores los valores máximos son bastante más bajos, la medición más alta se registra con  $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; así como la  $\text{PM}_{2.5}$  también encuentra un descenso en las mediciones captadas marca su límite de emisión el día 30 al igual que la de  $10 \mu$ . La materia particulada de  $2.5 \mu$  continua disminuyendo su valor, presentando una media de  $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

El benceno, cuyo límite fijado es de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en esta última localización, no supera el límite en ningún momento, presentando oscilaciones pronunciadas a lo largo de las mediciones, pero siempre a la baja, sin elevar picos acusados en ningún momento. Igualmente ocurre con el tolueno y los componente de xylol tampoco superan los límites recomendados por la OMS, pero siguen incrementando sus valores, el tolueno pasa de presentar una media de  $0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $2.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y lo mismo ocurre con xilenos, de  $0.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $2.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6. COMPARACIÓN CON CAMPAÑAS ANTERIORES

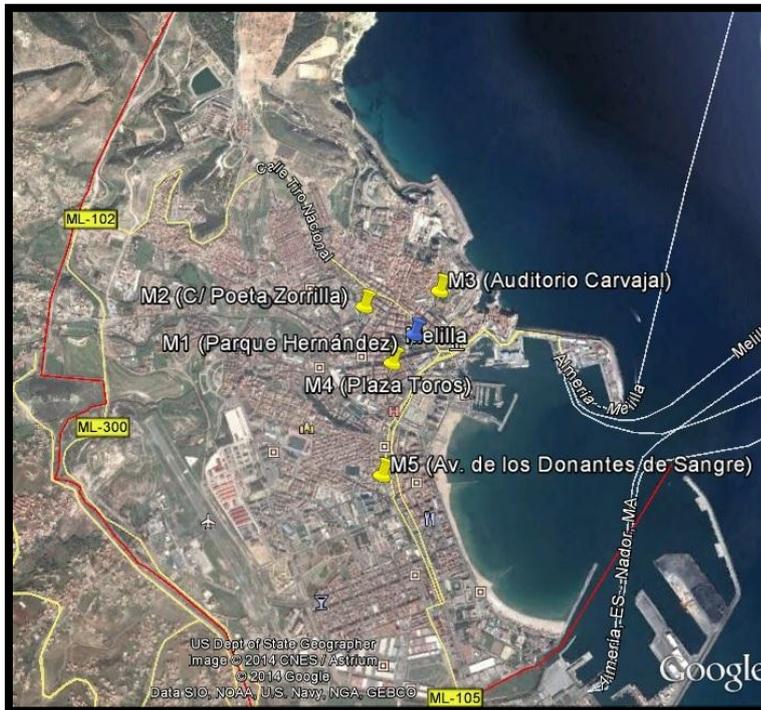
### 6.1 Comparación con campaña de 1999.

La campaña de medidas de contaminación atmosférica realizada en Melilla se lleva a cabo entre el 21 de julio y el 6 de agosto de 1999. Dicha campaña tiene por objeto determinar un emplazamiento de una estación permanente de medida. Para ello se realizaron las medidas con el empleo combinado de la Unidad Móvil de Inmisión (UMI), propiedad del Ministerio de Medio Ambiente, y un conjunto de equipos portátiles para la determinación de NO/NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y Partículas Moleculares (P.M.).

Durante la campaña de medida la UMI permanece fija en un emplazamiento denominado Melilla 1 (ubicado en el Parque Hernández), mientras los equipos portátiles alternan su ubicación entre otros cuatro emplazamientos denominados de Melilla 2 a Melilla 5 respectivamente, como se indica a continuación:

EMPLAZAMIENTO	Tipo estación	Ubicación
Melilla 1	Fija	Parque Hernández
Melilla 2	Portátil	C/Poeta Zorrilla con C/Hermanos Peñuelas
Melilla 3	Portátil	Auditorio Carvajal
Melilla 4	Portátil	Plaza de Toros
Melilla 5	Portátil	Avenida de los Donantes de Sangre

La ubicación de los diferentes emplazamientos se realizó tratando de localizar zonas representativas de la contaminación existentes, siguiendo los criterios de ubicación según la legislación vigente del momento. La campaña de medida permite llevar a cabo una evaluación preliminar de la calidad del aire en la Ciudad.



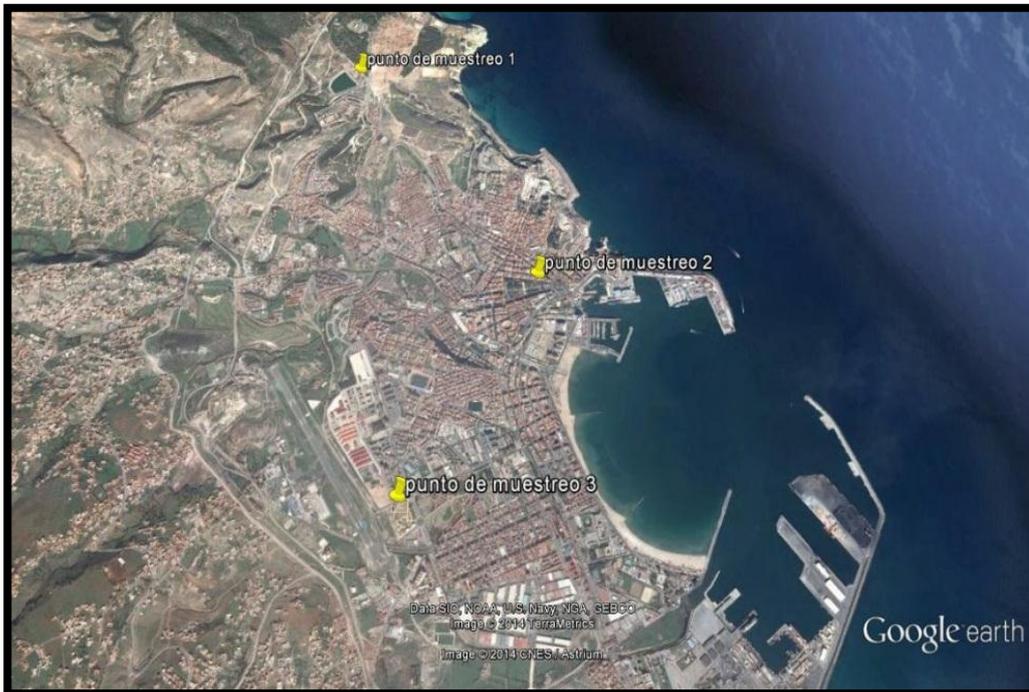
Campaña 1999

Los datos de los contaminantes que se han facilitado son los correspondientes al Informe Nº 27/99 *Campaña de mediciones Comunidad Autónoma de Melilla, MELILLA: (Parque Hernández)*, realizado por AFC Ingenieros , S.A.

Las mediciones se realizaron en pleno verano entre el 21 de julio y el 6 de agosto de 1999, con unas condiciones bastante estables en las que predominan durante toda la campaña las elevadas temperaturas con un promedio de 26 °C y unas máximas diarias de hasta 32 °C en alguno de los días, un predominio de humedad bastante alta entre 70-80% de media y ausencia total de lluvias en estas fechas. Los vientos son suaves con unos valores medios de 0,6 m/s y unos valores máximos de 1,1 m/s y mínimos de 0,2 m/s o nulos (sin viento).

En cambio la campaña de 2013 tiene lugar entre las fechas 24 de octubre y 4 de noviembre de 2013 (otoño). En esta campaña se hace una campaña de medida más amplia en la que no solo se recogen datos de contaminantes del centro de la Ciudad si no que se amplía a la periferia de la misma ampliando esta a los siguientes emplazamientos:

- Pinares de Rostro Gordo
- Parque Hernández
- Aeropuerto



Campaña 2013

Las condiciones meteorológicas durante la campaña de medida de 2013 son más variables que la de 1999, como se puede observar en el apartado 3.3 en el que se comentan las condiciones meteorológicas durante la campaña de 2013. En esta, el tiempo es más acorde con la época del año (otoño), donde las temperaturas medias son más bajas con la alternancia de días nubosos con precipitaciones y viento predominante proviene del este, sur-este, por lo que se tiene en cuenta a la hora de arrastrar los contaminantes.

A la hora de comparar y relacionar las dos campañas de medida de los contaminantes atmosféricos hemos de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Los emplazamientos de los puntos de registro de datos no coinciden. En la campaña del 1999 se hace un punto de medida fijo en el centro de la ciudad y otros cuatro móviles en las inmediaciones del mismo. En el 2013 los emplazamientos son 3 puntos fijos de medida alejados, cubriendo la mayor parte de la superficie de Melilla.
- La duración de las campañas no coinciden en tiempo de registro. En el 1999 solo se registran unos 15 días, mientras que la campaña del 2013 se registran datos en tres emplazamientos distintos durante 15 días en cada uno (45 días).
- Las campañas de toma de datos atmosféricos están tomadas en épocas del año distintas, verano para la campaña del 1999 y otoño para la del 2013.

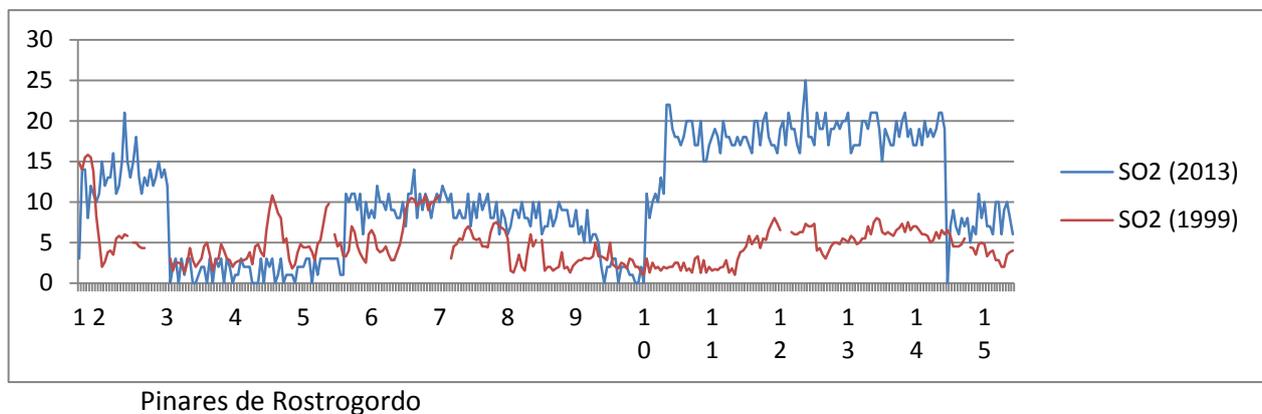
## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

- Las condiciones meteorológicas son diferentes para las dos campañas como se ha comentado.
- Los sensores de medida son distintos entre las dos campañas. En 1999 las sondas de medida hacen un registro de datos horario de SO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y materia particulada. Los únicos datos meteorológicos registrados son la temperatura, humedad y la velocidad y dirección del viento. En cambio, los datos recogidos por las distintas sondas en 2013 son más precisos y el registro de datos se hace cada 10 min. Los datos registrados incluyen el Benceno y Tolueno y distingue entre las partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>. Se incluye además datos de la presión atmosférica, las precipitaciones y radiación solar, entre otros (Ver punto 3.1).
- Hay varias ausencias de datos de registros (o erróneos) en las dos campañas.

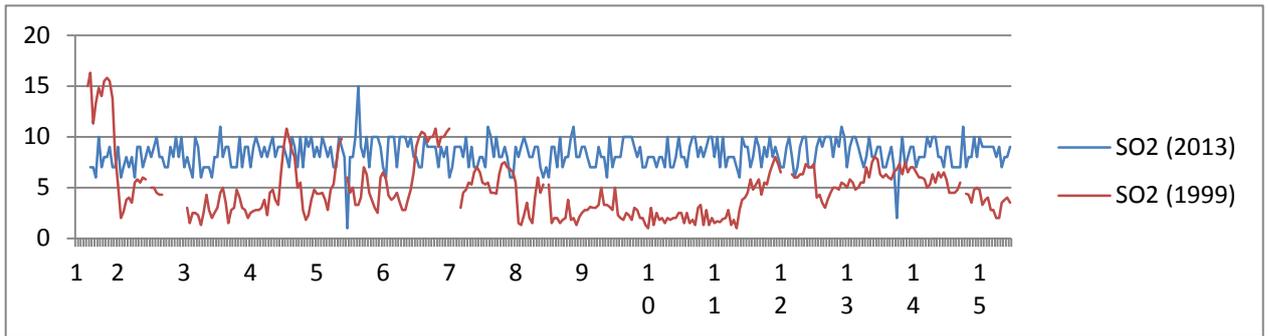
Todo esto hace que la comparación de las dos campañas sea algo arriesgado a la hora de sacar algunas conclusiones generales de los contaminantes atmosféricos.

A continuación se hará una comparativa de la campaña de 1999 y la de 2013 en la que se contrastan los datos de cada una de ellas en diferentes gráficos lineales según cada uno de los contaminantes que se repiten en ambas campañas (SO<sub>2</sub>, NO, CO, O<sub>3</sub> y materia particulada). En dichos gráficos se compara el único punto de registro fijo (Parque Hernández) del 1999 con los tres de la campaña del 2013 (Pinares de Rostrogordo, Parque Hernández y Aeropuerto):

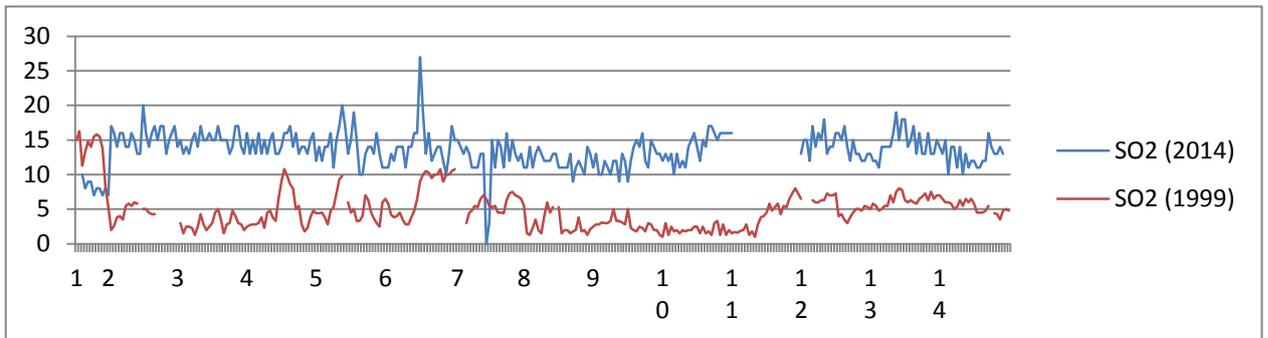
### 1. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):



Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

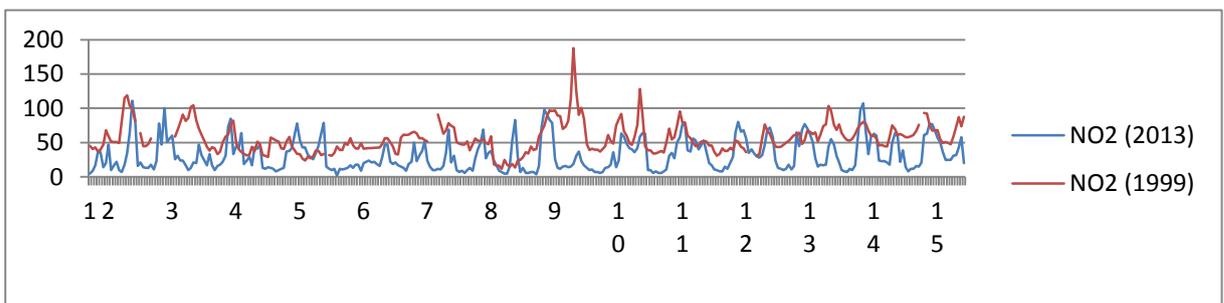


Parque Hernández

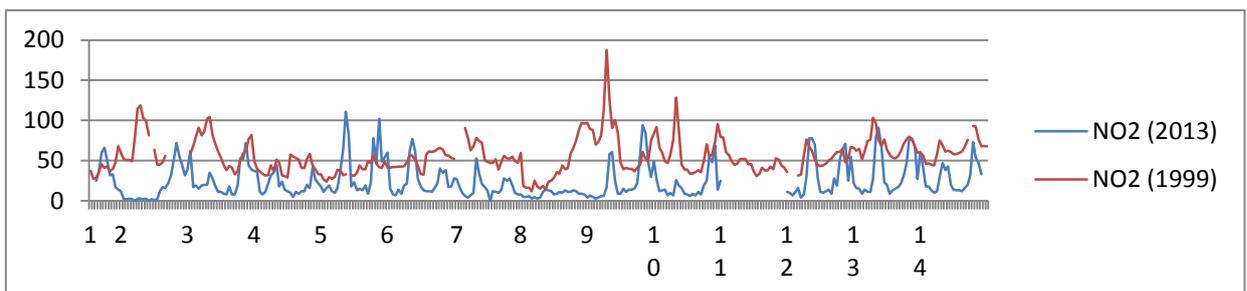


Aeropuerto

2. Dióxido de nitrógeno (NO2):

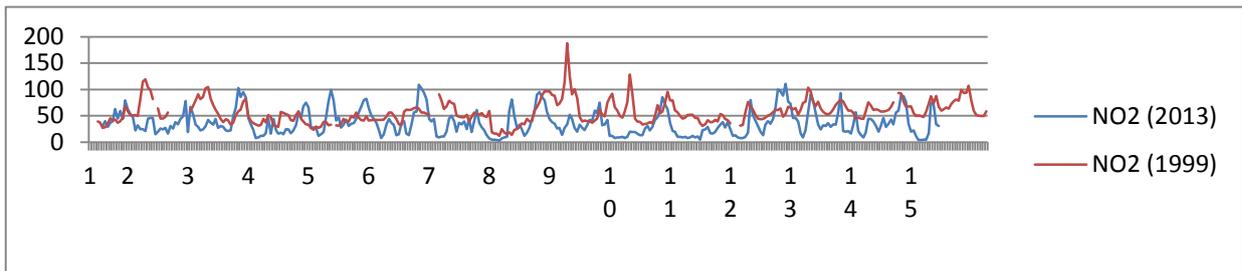


Pinares de Rostrogordo



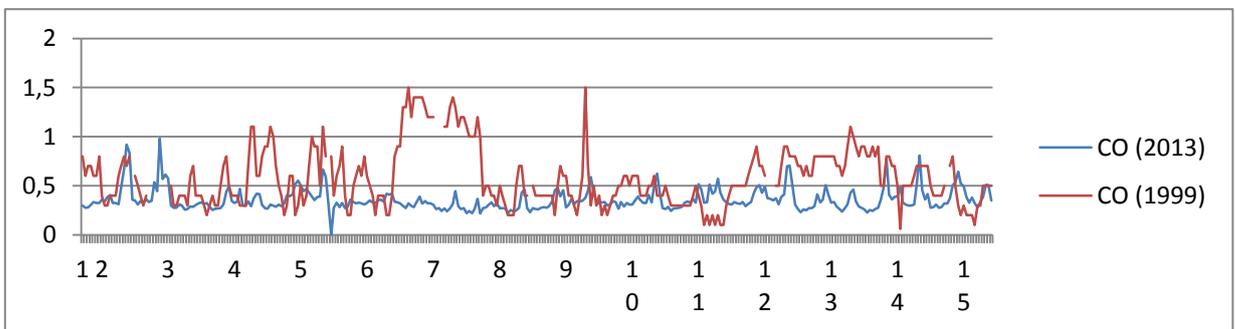
Parque Hernández

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

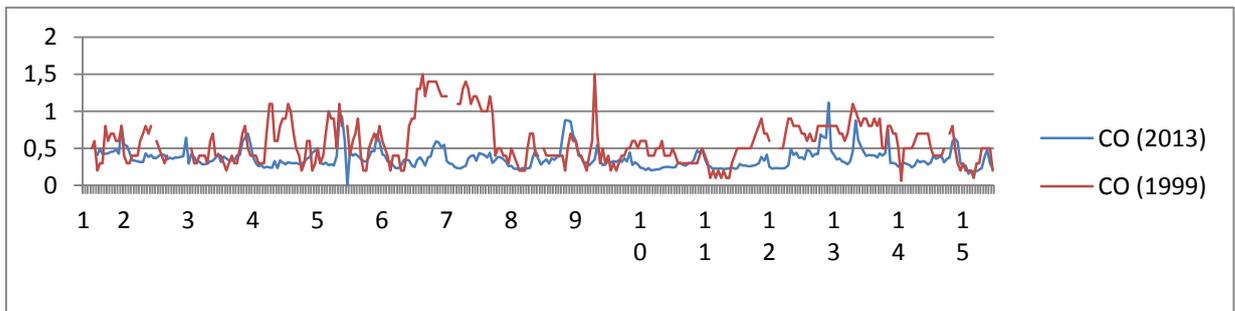


Aeropuerto

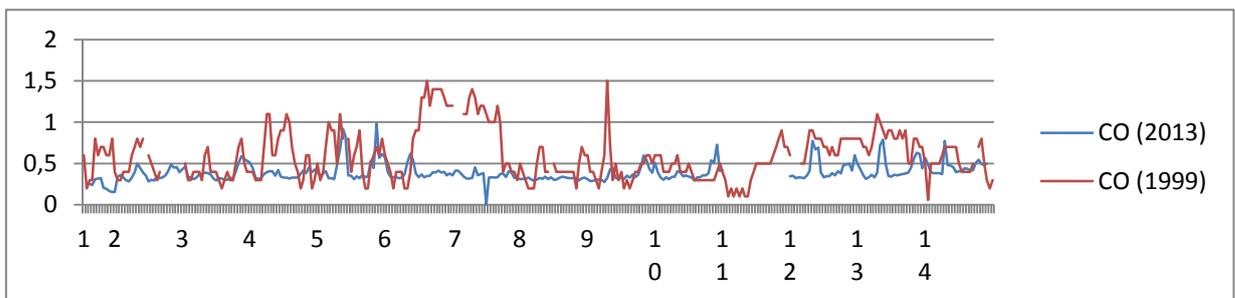
3. Monóxido de carbono (CO):



Pinares de Rostrogordo



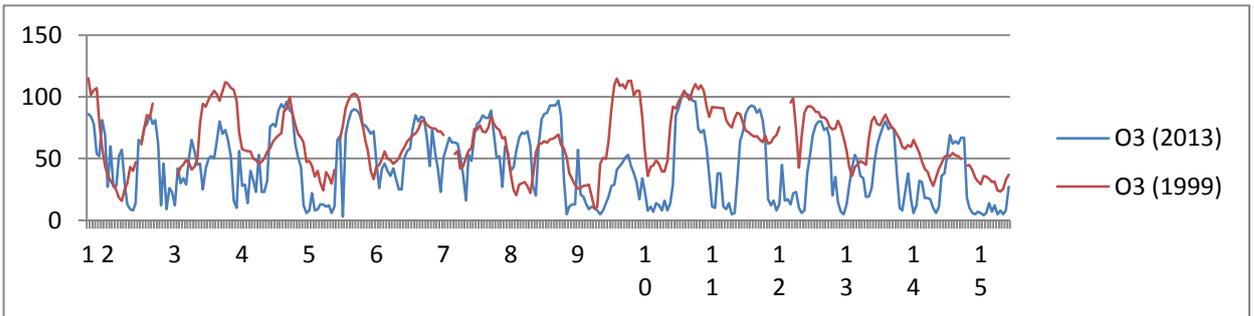
Parque Hernández



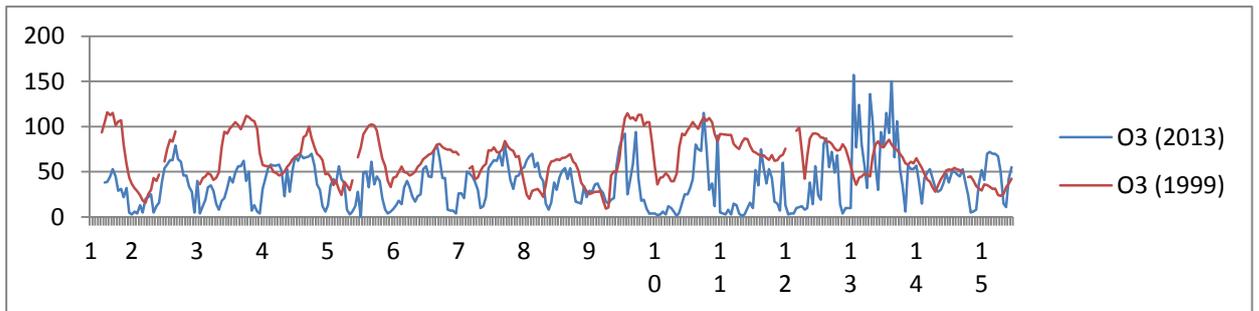
Aeropuerto

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

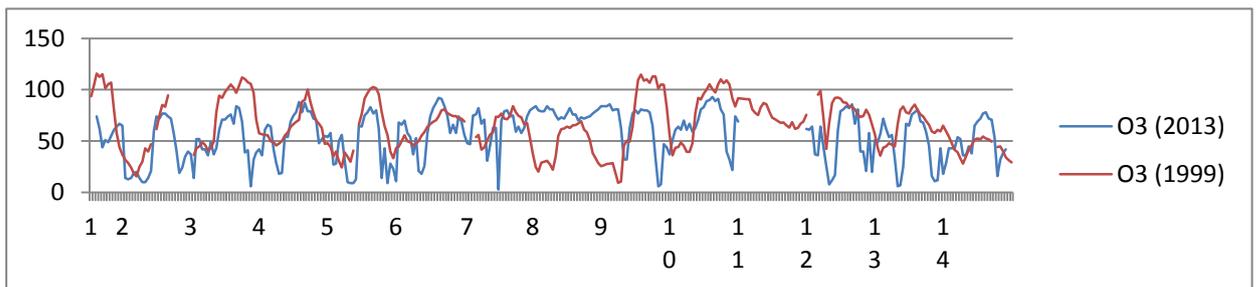
4. Ozono (O<sub>3</sub>)



Pinares de Rostrogordo



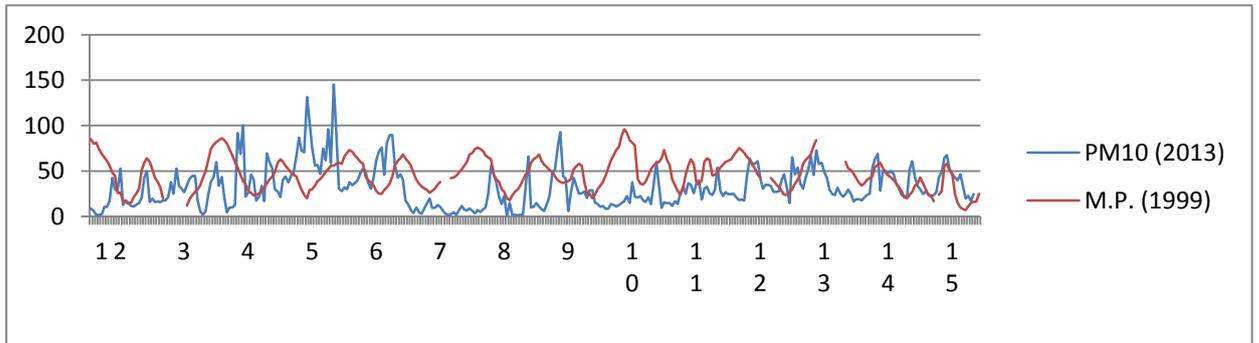
Parque Hernández



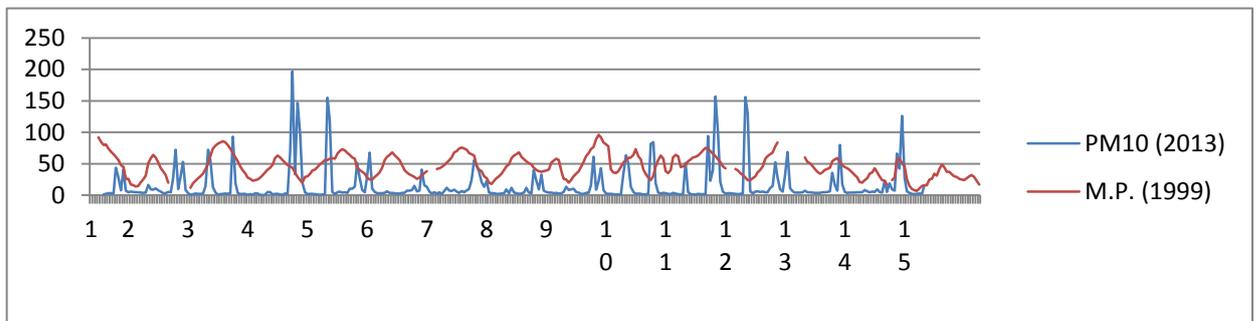
Aeropuerto

Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

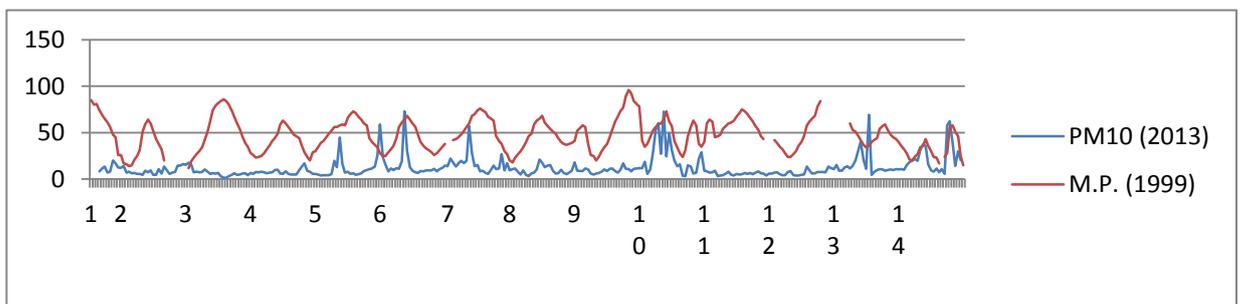
5. Materia particulada (M.P.):



Pinares de Rostrogordo



Parque Hernández



Aeropuerto

La *conclusión* a la que se llega de forma general es que disminuye la medida de los contaminantes en la campaña del 2013, a excepción de SO<sub>2</sub> que aumenta su valor en las tres estaciones de medida. Los valores obtenidos son bastante bajos para todos los contaminantes según las normativas vigentes, a excepción de la materia particulada que en la campaña de 2013 presenta algunos picos en los que supera los valores límite permitidos.

## 6.2 Comparación con campaña de 2005

La campaña de mediciones de la calidad del aire en Melilla llevada a cabo durante 2005, fue llevada a cabo por un laboratorio móvil del Ministerio de Medio Ambiente a través de la empresa de Ingenieros Asesores S.A. división de Medio Ambiente, corresponde a una selección de mediciones realizadas por diferentes Comunidades Autónomas.

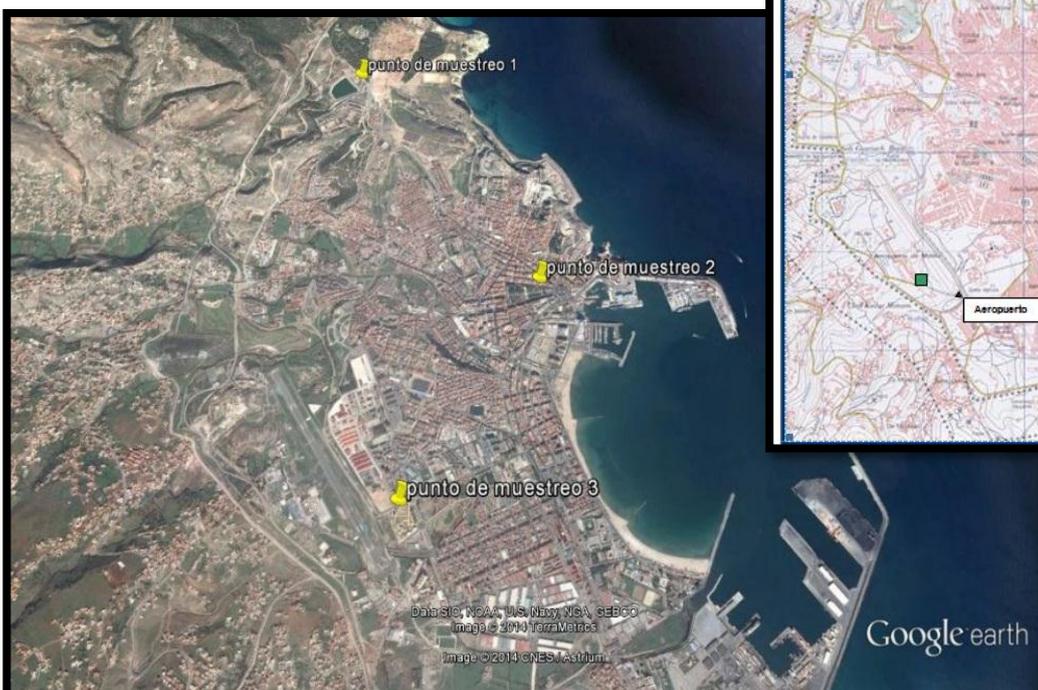
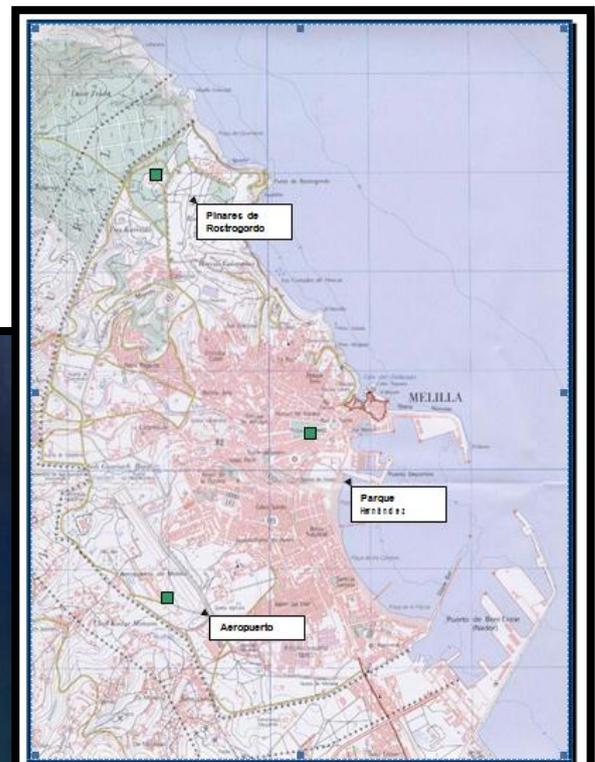
Es necesario aclarar que de esta campaña no se disponen de datos sobre las concentraciones de los contaminantes ni las mediciones que se llevaron a cabo durante la campaña, la única información de la que se dispone es la que se relata en el informe entregado a la Ciudad Autónoma tras la finalización de la campaña, a falta del Anexo II en el que deben estar las tablas de datos.

Las mediciones se hicieron entre el 19 de julio de 2005 y el 31 de agosto de 2005, en tres puntos elegidos estratégicamente, que coinciden en proximidad con los que se han seleccionado para la campaña de mediciones realiza en 2013:

- Pinares de Rostro Gordo
- Parque Hernández
- Aeropuerto

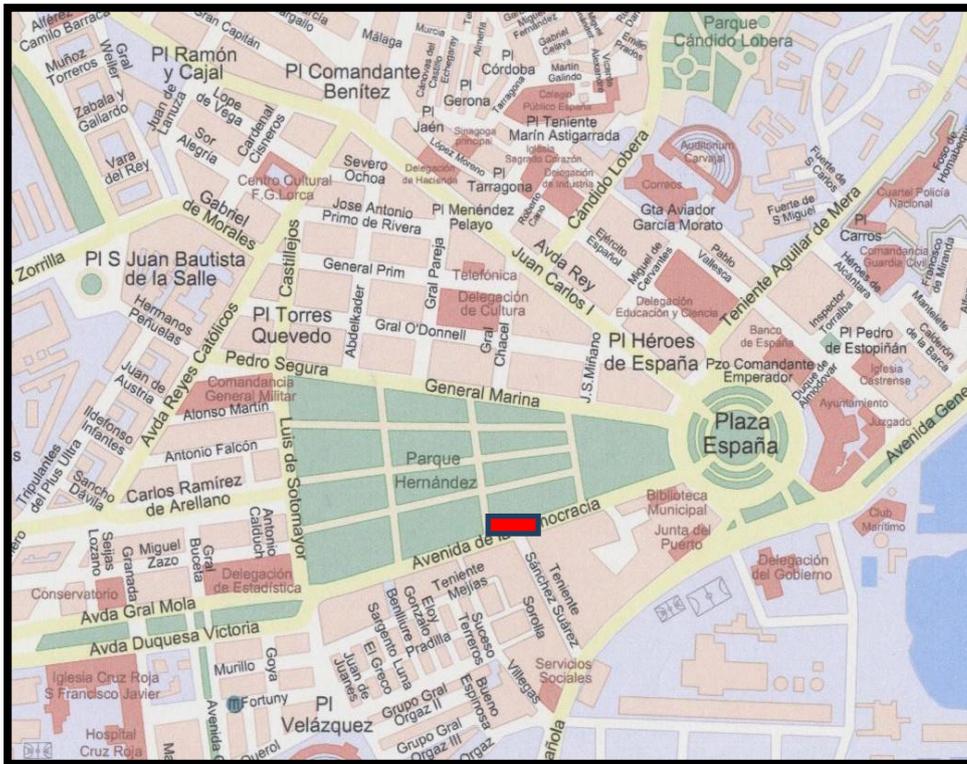
Campaña 2005

Campaña 213

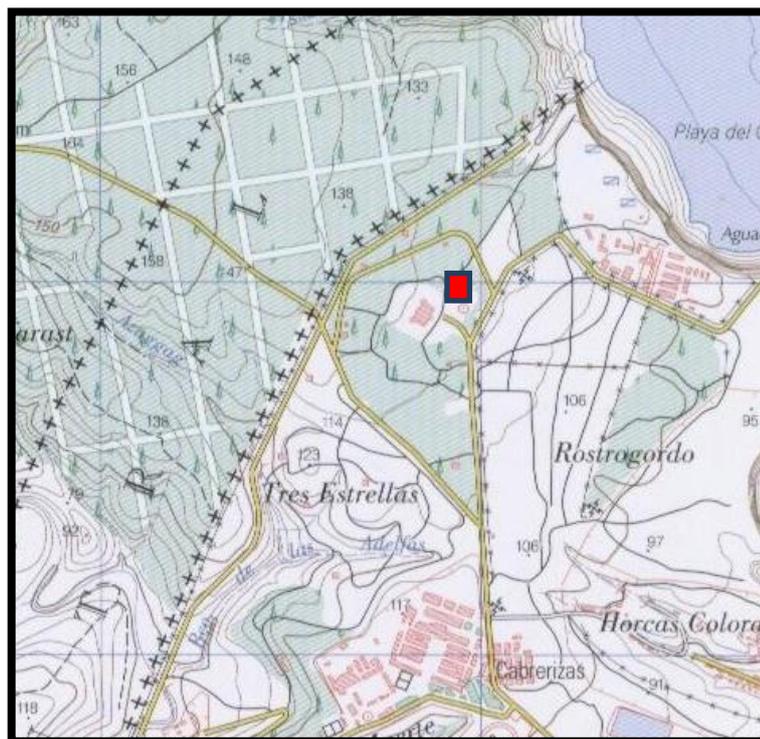


Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

La ubicación del Parque Hernández en 2005, se encontraba a la altura del cruce entre las Calles Teniente Sánchez Suárez y la Avenida Democracia.

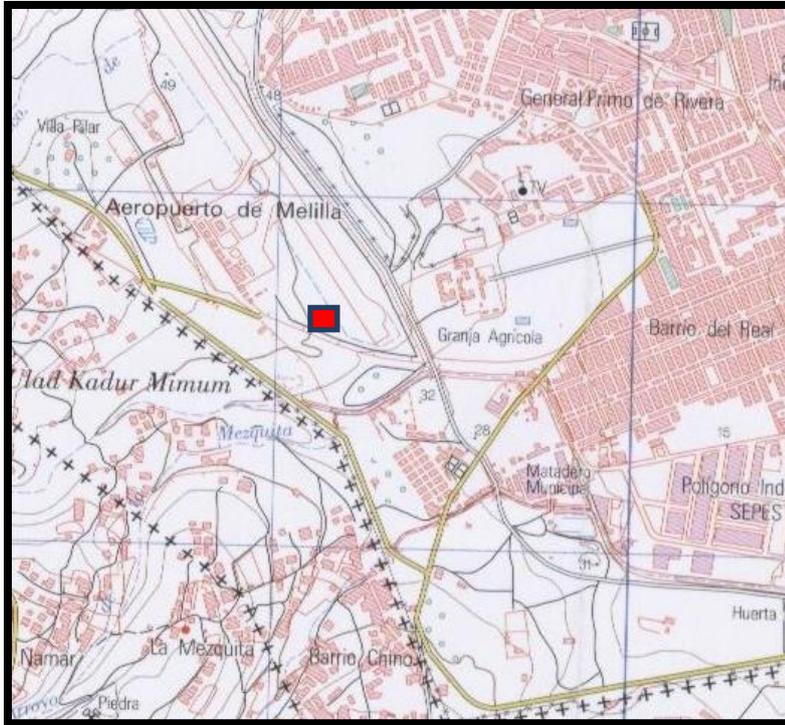


La ubicación de los pinos estaba alejada de la circulación salvo por la presencia del cuartel de la Legión.



**Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013**

La situación de la campaña en el aeropuerto en 2005 se muestra de forma gráfica a continuación.



Una vez que se conoce la localización de las estaciones de medida del 2005, y se comprueba que se encuentra cercanas a la localización en la que se han ubicado en la campaña realiza en 2013, es necesario hablar de las condiciones meteorológicas que tuvieron lugar durante los días que se realizaron las mediciones.

Mientras que en 2005 las mediciones se llevaron a cabo durante los meses de verano, en 2013 se han realizado entre otoño e invierno, por lo que las condiciones varían medianamente, gracias a que al clima Mediterráneo de Melilla, la fluctuación de parámetros no es muy elevada.

Los vientos predominantes durante esa campaña procedían del este y el oeste mayoritariamente, la temperatura media corresponde con una temperatura normal para los meses de verano en esta zona, entorno a los 27 °C, con picos puntuales de calor que se acercaban a los 37 °C. La humedad media en aquellos días corresponde a un 72% una media no muy alta teniendo en cuenta de la proximidad del mar, aunque como se menciona anteriormente no se disponen de datos suficientes para valorar la situación. La ausencia de precipitaciones así como una predominancia de cielos despejados y una presión 1015 milibares, indican que se trataba de buen tiempo para la estación de verano.

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Como se puede observar en el apartado 3.3 en el que se comentan las condiciones meteorológicas durante la campaña de 2013, claramente el tiempo es más acorde con la época del año, las temperaturas medias son más baja, así como hay alternancia de días nubosos con precipitaciones, el viento predominante proviene del este, sur-este, por lo que es necesario tenerlo en cuenta a la hora de tratar los contaminantes.

En cuanto a las concentraciones de los contaminantes, a continuación se proporciona una tabla con las concentraciones medias por puntos de medida y contaminante:

Ubicación	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	BTEX µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández		8.76	0.45	66	19.5	66.7	B: 0.09
							T: 0.037
							X: 0.23
Pinares de Rostrogordo	2.15	5.04	0.21	59	18	77.9	B: 0.017
							T: 0.021
							X: 0.022
Aeropuerto	2.48	10.88	0.45	56	21.7	68.6	B: 0.75
							T: 9.5
							X: 3.5

A continuación se muestra los valores medios obtenidos para la campaña de 2013

Ubicación	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	BTEX µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	8.33	36.60	0.36	15.05	13.98	38.82	B: 0.70
							T: 0.70
							X: 0.65
Pinares de Rostrogordo	10.36	30.99	0.35	32.49	27.88	44.67	B: 0.53
							T: 0.53
							X: 0.53
Aeropuerto	13.54	24.12	0.38	11.96	7.52	56.42	B: 2.07
							T: 2.07
							X: 2.07

### Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Para clarificar los datos se exponen tablas comparativas por contaminantes y zona:

	2005	2013
Ubicación	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández		8.33
Pinares de Rostrogordo	2.15	10.36
Aeropuerto	2.48	13.54

Las concentraciones de SO<sub>2</sub> han aumentado considerablemente en los últimos años, se desconoce el valor medio del Parque Hernández durante la campaña de 2005.

	2005	2013
Ubicación	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	8.76	36.60
Pinares de Rostrogordo	5.04	30.99
Aeropuerto	10.88	24.12

Igual que ocurre con el SO<sub>2</sub>, se puede observar como el NO<sub>2</sub> también ha aumentado su concentración de forma preocupante en los últimos años.

	2005	2013
Ubicación	CO mg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	0.45	0.36
Pinares de Rostrogordo	0.21	0.35
Aeropuerto	0.45	0.38

En el Parque Hernández se aprecia como la concentración de CO ha disminuido unos miligramos, como ocurre en el Aeropuerto que también disminuye, en cambio, en los pinares de Rostrogordo aumenta 0.07 mg/m<sup>3</sup>.

## Campaña de medida de la Calidad del Aire en Melilla 2013

Ubicación	2005		2013	
	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	66	19.5	15.05	13.98
Pinares de Rostrogordo	59	18	32.49	27.88
Aeropuerto	56	21.7	11.96	7.52

La materia particulada de 10 ha disminuido considerablemente en todas las ubicaciones. La PM<sub>2.5</sub> también disminuye a excepción de en los Pinares de Rostrogordo que aumenta su media de concentración.

Ubicación	2005	2013
	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	66.7	38.82
Pinares de Rostrogordo	77.9	44.67
Aeropuerto	68.6	56.42

Se puede observar como el ozono también disminuye generalmente en las tres ubicaciones comparadas.

Ubicación	2005	2013
	BTEX µg/m <sup>3</sup>	BTEX µg/m <sup>3</sup>
Parque Hernández	B: 0.09	B: 0.70
	T: 0.37	T: 0.70
	X: 0.23	X: 0.65
Pinares de Rostrogordo	B: 0.017	B: 0.53
	T: 0.021	T: 0.53
	X: 0.022	X: 0.53
Aeropuerto	B: 0.75	B: 2.07
	T: 9.50	T: 2.07
	X: 3.5	X: 2.07

En la ubicación del Parque Hernández a excepción del Benceno que si disminuye su concentración media, el resto de contaminantes la aumentan. En el caso de los pinares, aumenta la concentración e todos los contaminantes que se miden en el 2013. En el aeropuerto se observa como en el caso del tolueno y xylol disminuye la concentración, no siendo así para el benceno que aumenta.

Como conclusión final se puede decir que generalmente disminuye la media de los contaminantes, a excepción de CO que aumenta su media en los Pinares de Rostrogordo, la  $PM_{2.5}$  que en el lugar en el que aumenta el valor, vuelve a ser en los pinares de Rostrogordo.

Melilla 9 de Julio de 2014

Marta Mora Navarro  
Lcda. Ciencias Ambientales