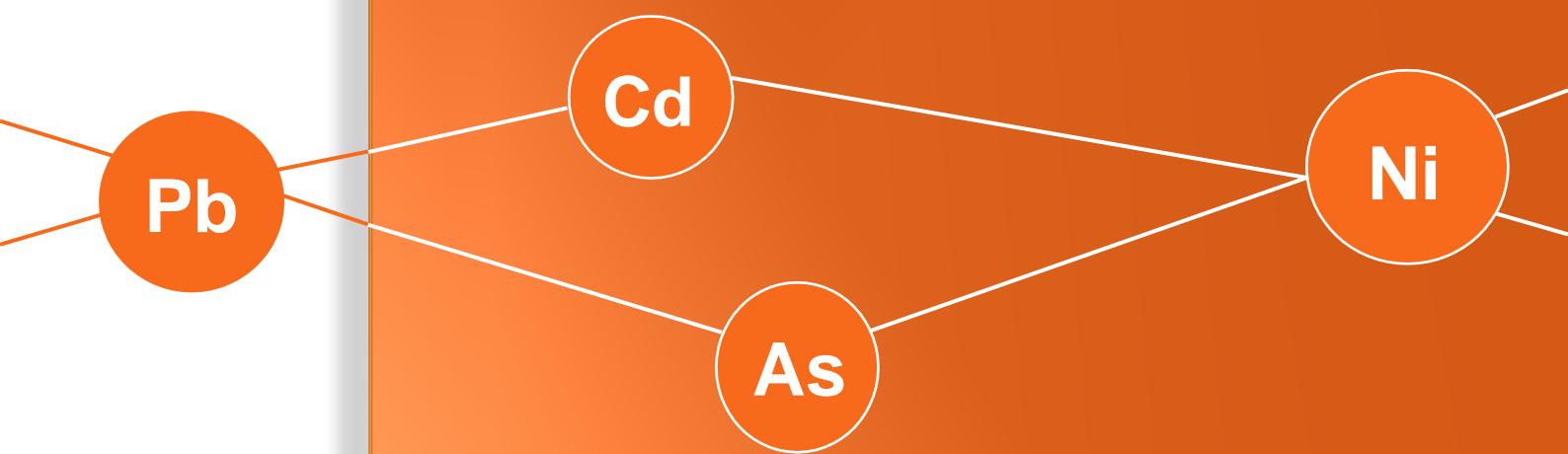


# Campaña de análise de **Metais** en aire ambiente no **2016**





## XUNTA DE GALICIA

Este informe foi realizado pola Rede de Calidade do Aire de Galicia cos datos proporcionados polo Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, ambos pertencentes á Subdirección Xeral de Meteoroloxía e Cambio Climático, da Dirección Xeral de Calidade Ambiental e Cambio Climático da Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio (Xunta de Galicia).

O obxectivo do presente informe é facer públicos os datos resultantes das mostraxes de metais en aire ambiente levadas a cabo pola Rede de Calidade do Aire de Galicia e analizadas polo Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia durante o ano 2016 coa finalidade principal de estudar, avaliar e dar a coñecer as concentracións de metais como o chumbo (Pb), o níquel (Ni), o arsénico (As) ou o cadmio (Cd) rexistradas nas estacións de Riazor (A Coruña), Campus (Santiago de Compostela), Gómez Franqueira (Ourense), pertencentes á Rede de Calidade do Aire de Galicia e a Estación 2-Oeste pertencente á subrede industrial de PSA Peugeot Citroën.

Equipo de traballo:

**Mª Luz Macho Eiras**

*Subdirectora Xeral de Meteoroloxía e Cambio Climático*

**Lucas Luís Blanes Fernández**

*Director do Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia*

**Nuria Gallego Fernández**

*Xefa de Sección de Calidade do Aire de Galicia*

**Anthony David Saunders Estévez**

*Rede de Calidade do Aire de Galicia*

**Ignacio Iván Fraga Moure**

*Rede de Calidade do Aire de Galicia*

**Paula Costa Tomé**

*Rede de Calidade do Aire de Galicia*

**Mª Asunción Marchante Hernández**

*Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia*

**David Cristóbal Rego**

*Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia*

**Erea Estévez Campos**

*Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia*

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	Páxina 5
<b>2. VALORES OBXECTIVO E LÍMITE</b>	Páxina 6
<b>3. MEDICIÓN DE METAIS PESADOS EN AIRE AMBIENTE</b>	Páxina 7
<b>4. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN DE RIAZOR (A CORUÑA) NO 2016</b>	Páxina 9
<b>5. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN DE CAMPUS (SANTIAGO DE COMPOSTELA) NO 2016</b>	Páxina 12
<b>6. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN DE GÓMEZ FRANQUEIRA (OURENSE) NO 2016</b>	Páxina 15
<b>7. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN 2-OESTE DE CITROËN (VIGO) NO ANO 2016</b>	Páxina 17
<b>8. AVALIACIÓN DA CALIDADE DO AIRE REFERENTE ÓS METAIS PESADOS</b>	Páxina 20

## 1. INTRODUCCIÓN

Os “metais pesados” pódense definir como elementos químicos cun peso atómico comprendido entre 63,55 (Cu) e 200,59 (Hg); por outro lado podémonos referir a eles como elementos químicos que teñen unha densidade entre 4 g/cm<sup>3</sup> e 7 g/cm<sup>3</sup>. Non todos os metais que teñen unha elevada densidade son tóxicos en concentracións normais. Sen embargo, existen unha serie de metais pesados moi coñecidos polos problemas que poden causar ó medio ambiente como son o mercurio (Hg), o chumbo (Pb), o cadmio (Cd), o talio (Tl), o cobre (Cu), o zinc (Zn), o cromo (Cr) e tamén o arsénico (As).

A Directiva 2004/107/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 15 de decembro de 2004, relativa ó arsénico, o cadmio, o mercurio, o níquel e os hidrocarburos aromáticos policíclicos no aire ambiente, foi trasposta ó ordenamento xurídico español polo Real Decreto 102/2011 do 28 de xaneiro relativo á mellora da calidade do aire onde se establecen os obxectivos a acadar para unha serie de metais, sendo estes o Pb, Cd, Ni e As. Estes metais deben ser controlados polo seu carácter tóxico e prexudicial para a saúde humana.

Os metais forman parte principalmente do material particulado da atmosfera e proveñen, na súa meirande parte, de fontes antropoxénicas. Os metais pesados son persistentes no medio ambiente e algúns biacumúlanse, é dicir, acumúlanse nos organismos, pasando ás cadeas alimentarias. De seguido pasan a describirse as

características principais dos metais lexislados en Calidade do Aire:

**Chumbo (Pb):** O chumbo é un metal brando que tivo moitas aplicacións, pero que na actualidade se atopa prohibido na maioría delas dado os seus efectos. Este metal pode entrar no organismo humano a través da comida, da auga e do aire. Dende o punto de vista medioambiental, o chumbo procede principalmente de combustións e procesos industriais, chegando a entrar nas cadeas alimentarias onde se acumula para afectar a saúde. Entre os seus efectos cabe destacar a alteración do sistema nervioso, danos nos riles e no cerebro, perda de fertilidade e, finalmente, a mortalidade. As exposicións ó chumbo teñen efectos sobre o desenvolvemento e a conduta neuronal de fetos, bebés e nenos.

**Cadmio (Cd):** O cadmio atópase de maneira natural combinado co zinc, polo que se xera como subproduto nos procesos de extracción e aplicación deste metal, como son os produtos agrícolas, estercos e pesticidas. Ademais, debido á súa elevada presenza na cortiza terrestre, os sucesos naturais como erupcións volcánicas e as queimas forestais provocan a súa entrada na atmosfera; sendo estas as principais fontes. Os principais efectos secundarios que se poden presentar son danos nos sistemas dixestivo e nervioso, debilitación dos ósos, dano no DNA e desenvolvemento do cancro.

**Níquel (Ni):** O níquel é un metal duro con moitas aplicacións en produtos metálicos. Os humanos están expostos

a este material ó inxerir alimentos, respirar, beber e fumar. O níquel atópase en grandes cantidades no chocolate, nas graxas e en vexetais cultivados en solos contaminados. Polo tanto, este metal é liberado cara a atmosfera en plantas de enerxía e incineradoras de lixo. O níquel relaciónase en gran medida con problemas nos órganos respiratorios e con diversos tipos de cancro. Tamén se sabe de efectos de diminución no crecemento dos seres vivos.

**Arsénico (As):** O arsénico é un elemento moi tóxico. Atópase de forma natural na terra en pequenas

concentracións; debido á baixa mobilidade do metal, este non debería ser un problema de contaminación, pero a consecuencia das interferencias humanas, grandes cantidades de arsénico chegan ó ambiente e ós organismos vivos. A exposición a este metal ocorre normalmente polo contacto da pel coa auga e o solo que está contaminado. Os efectos na saúde que provoca van dende a irritación do estómago, intestinos e pulmóns, desenvolvemento do cancro de pel, pulmón, fígado, e linfa, danos no sistema nervioso, dano no DNA, e infertilidade.

## 2. VALORES OBXECTIVO E LÍMITE

Os valores obxectivo e valores límite dos metais pesados para a protección da saúde expréstanse en  $\text{ng}/\text{m}^3$ , excepto no caso do chumbo, no cal exprésase en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Refírese ós niveis en aire ambiente na fracción  $\text{PM}_{10}$  como media nun ano natural e establecécese no Anexo I do Real Decreto 102/2011. Ademais debe terse tamén en conta os limiares superior e inferior de avaliación para a protección da saúde dos metais, segundo o establecido no Anexo II do Real Decreto 102/2011, tal e como queda reflectido na Táboa 1.

*Táboa 1. Valores obxectivo, LSA e LIA para a protección da saúde.*

	Período da medida	Concentracións	Data de cumprimento
<b>Pb</b>			
<b>Valor límite</b>	1 ano civil	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 de xaneiro de 2005
LSA		70% do VL (0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
LIA		50% do VL (0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
<b>Cd</b>			
<b>Valor obxectivo</b>	1 ano civil	5 $\text{ng}/\text{m}^3$	1 de xaneiro de 2013
LSA		60% do VO(3 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	
LIA		40% do VO (2 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	
<b>Ni</b>			
<b>Valor obxectivo</b>	1 ano civil	20 $\text{ng}/\text{m}^3$	1 de xaneiro de 2013
LSA		70% do VO (14 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	
LIA		50% do VO (10 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	
<b>As</b>			
<b>Valor obxectivo</b>	1 ano civil	6 $\text{ng}/\text{m}^3$	1 de xaneiro de 2013
LSA		60% do VO (3,6 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	
LIA		40% do VO (2,4 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	

### 3. MEDICIÓN DE METAIS PESADOS EN AIRE AMBIENTE

Os metais pesados non se miden de xeito continuo nas estacións de calidade do aire e o seu control realizañase nun número reducido delas, xa que na maioría de lugares as concentracións medias anuais atópanse por debaixo do límite inferior de avaliación polo que a calidade do aire podería avaliarse mediante modelización, pero en Galicia realizamos distintas campañas indicativas de medida.

As estacións onde se realizaron as campañas do 2016 sitúanse en Riazor (A Coruña), Campus (Santiago de Compostela), Gómez Franqueira (Ourense) e, pertencente a subrede industrial de PSA Peugeot Citroën, a Estación 2-Oeste.

O método de referencia para a toma de mostras e análise de metais en aire ambiente é o establecido nos apartados A.3 e A.9 do Anexo VII do Real Decreto 102/2011. Describese na Norma UNE-EN 14902:2006 "Calidade do aire - Método normalizado para a medida de Pb, Cd, As e Ni na fracción PM<sub>10</sub> da materia particulada en suspensión". Este método divídese en dúas partes principais: a primeira é a mostraxe en campo e a segunda a análise no laboratorio.

Cáptanse as partículas nun filtro mediante a mostraxe dun volume medido de aire por medio dun captador equivalente a un dos descritos na Norma UNE-EN 12341:1999. O tempo de mostraxe é de 24 horas e despois, os filtros transpórtanse ó Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia. Para realizar estes estudos instaláronse os seguintes captadores gravimétricos:

- Un captador MCV CAV-A/MSB con cabezal PM<sub>10</sub> na estación Riazor (A Coruña).
- Un captador MCV CAV-AJM con cabezal PM<sub>10</sub> en Campus (Santiago de Compostela).
- Un captador MCV CAV-A/MSB con cabezal PM<sub>10</sub> en Gómez Franqueira (Ourense).
- Un captador Digitel DH-77 con cabezal PM<sub>10</sub> na Estación-Oeste de Citroën (Vigo).

O LMAG encargouse do tratamento dos filtros e a determinación gravimétrica. O LMAG é un laboratorio acreditado por ENAC para este procedemento segundo norma UNE EN 12341. A mostraxe foi levada a cabo pola Rede de Calidade do Aire de Galicia.



*Figura 1. Sala de balanzas do LMAG con temperatura e humidade controladas (exterior e interior).*

Como elemento de retención empregáronse filtros de fibra de cuarzo Munktell MK360 de 150 mm de diámetro, acondicionados durante 48 horas antes da pesada na sala de balanzas, a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  de temperatura e  $50 \pm 5\%$  humidade relativa. Aínda que se trata da medida de PM<sub>10</sub>, o tratamento dos filtros realizouse segundo a norma UNE-EN 14907:2006 relativa á medida de PM<sub>2.5</sub> por ser más restritiva. Unha vez acondicionados os filtros no LMAG, extráense os metais empregando unha mestura ácida asistida por microondas.

O extracto resultante fíltrase e analízase por ICP-MS (Espectrometría de masas con plasma de acoplamento indutivo) no propio LMAG (Figura 2). Emprégase a área e/ou altura do pico como medida da súa concentración na mostra.

Para a realization destas campañas de medida indicativas, os obxectivos de

calidade dos datos de chumbo, cadmio, níquel e arsénico especificados no Anexo V e Anexo VI do Real Decreto 102/2011 indican que a captura mínima de datos no período en que se realiza a campaña debe ser do 90%, é dicir, debemos obter o 90% de datos válidos.

A cobertura temporal mínima debe ser polo menos do 14%, o cal quere dicir que se debe realizar una medición por semana ó azar, distribuídas uniformemente ó longo do ano, ou ben oito semanas distribuídas uniformemente ó longo do ano.

Segundo as instrucións da Base de Datos de Calidade do Aire do Ministerio de Agricultura e Pesca, Alimentación e Medio Ambiente, o número mínimo de datos para que a avaliación do arsénico, cadmio, níquel e chumbo cumpra cos obxectivos de calidade de acordo coa súa avaliación é a indicada nas Táboas 2-3.

**Táboa 2.** Obxectivos de calidade para a avaliación do As, Cd e Ni: número mínimo de datos.

Tipo de avaliación	Nº Mínimo de días	Cobertura temporal
Medición fixa	165	45,2 %
Medición indicativa	52	14 %
Campañas	< 52	< 14 %

**Táboa 3.** Obxectivos de calidade para a avaliación do Pb: número mínimo de datos.

Tipo de avaliación	Nº Mínimo de días	Cobertura temporal
Medición fixa	310	84,9 %
Medición indicativa	52	14 %
Campañas	< 52	< 14 %



*Figura 2. Espectrometría de masas con plasma de acoplamento induutivo, LMAG.*

#### 4. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN DE RIAZOR (A CORUÑA) NO 2016

A estación de Riazor é unha estación de tráfico en área urbana situada na antiga Delegación de Sanidade, na rúa Gregorio Hernández. Está equipada con diversos analizadores, unha estación meteorolóxica e un panel de información dos datos horarios a tempo real. Localízase nas coordenadas 43.367091, -8.420599. Na Figura 3 amósase esta estación de Calidade do Aire.



*Figura 3. Estación de Calidad do Aire de Riazor (A Coruña).*

A continuación, na Táboa 4 móstranse os datos obtidos na campaña de medida de metais pesados levada a cabo na estación de Riazor entre o 1 de xaneiro do 2016 e o 31 de outubro do 2016.

**Táboa 4.** Datos diarios de metais acadados na estación de Riazor durante a campaña do 2016.

Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
01/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	16/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
02/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	17/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
03/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	18/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
04/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	19/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
05/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	20/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
06/01/2016	1,0	0,8	7,9	108	21/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
07/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	22/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
08/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	23/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
09/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	24/04/2016	1,0	0,8	15,2	108
10/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	25/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
11/01/2016	1,0	0,8	5,0	108	26/04/2016	1,0	0,8	5,0	108
12/01/2016	1,0	0,8	6,1	108	27/04/2016	1,0	0,8	9,8	108
20/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	29/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
21/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	05/05/2016	1,7	1,4	17,2	108
22/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	10/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
23/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	31/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
24/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	05/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
25/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	10/06/2016	1,7	1,4	25,0	108
26/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	15/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
27/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	20/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
28/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	25/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
29/02/2016	1,0	0,8	5,0	108	30/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
01/03/2016	1,0	0,8	5,0	108	05/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
02/03/2016	1,0	0,8	5,0	108	10/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
30/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	15/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
31/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	20/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
01/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	25/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
02/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	30/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
03/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	05/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
04/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	10/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
05/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	17/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
06/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	23/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
07/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	29/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
08/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	01/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
09/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	07/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
10/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	13/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
11/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	16/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
12/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	22/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/04/2016	1,0	0,8	5,0	108	28/09/2016	1,7	1,4	8,3	108
15/04/2016	1,0	0,8	5,0	108	01/10/2016	1,7	1,4	8,3	108

Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
07/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	25/10/2016	1,7	1,4	8,3	108
13/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	31/10/2016	1,7	1,4	8,3	108
19/10/2016	1,7	1,4	8,3	108					

Naqueles casos nos cales o resultado obtido é menor co límite de cuantificación, tómase para os cálculos a metade do valor do límite de cuantificación correspondente. Na Táboa 5 expóñense os resultados de concentración media anual dos metais en aire ambiente obtidos na campaña de medida indicativa realizada en Riazor no ano 2016, e tamén a concentración máxima e mínima diaria, o número e a porcentaxe de datos válidos (cobertura temporal).

Táboa 5. Resumo dos datos diarios obtidos de metais pesados en Riazor durante a campaña 2016.

Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Máximo (ng/m <sup>3</sup> )	Mínimo (ng/m <sup>3</sup> )	nº. de días	Cobertura temporal
As	1,4	1,7	1,0	85	23,3 %
Cd	1,1	1,4	0,8	85	23,3 %
Ni	7,3	25	5,0	85	23,3 %
Pb	108	108	108	85	23,3 %

A continuación, amósanse de forma gráfica (Figuras 4-5) as concentracións de metais pesados acadadas na estación de Riazor na campaña do 2016:

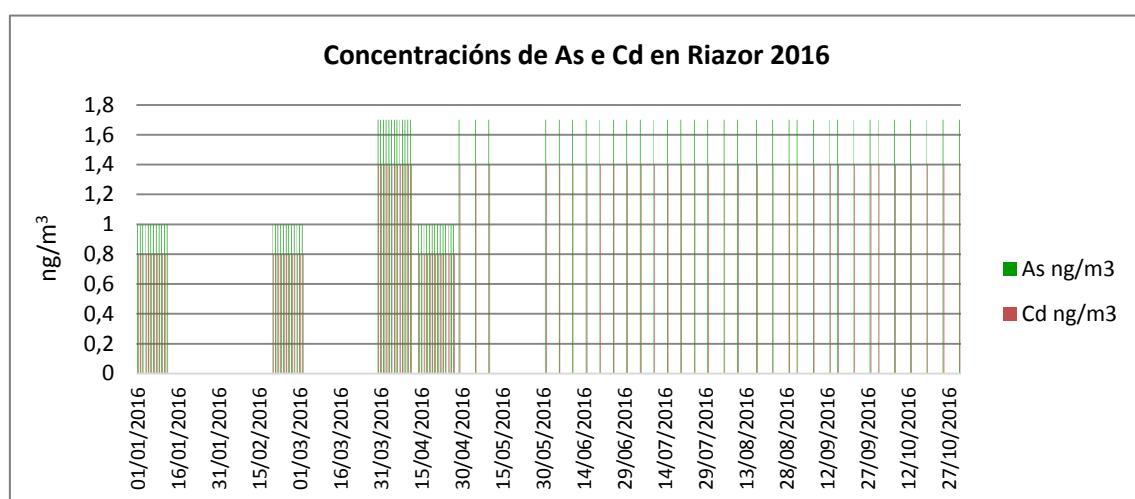
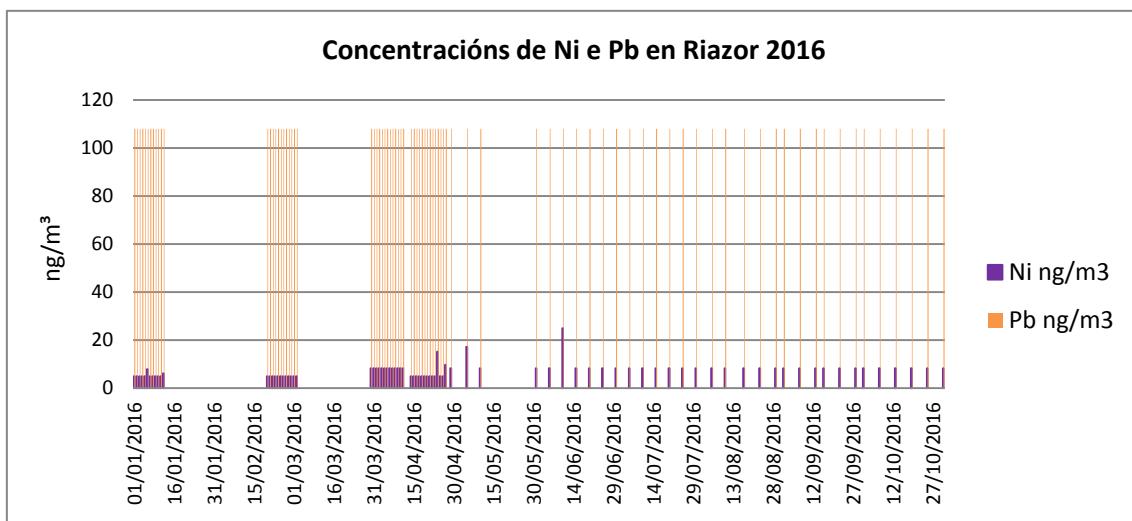


Figura 4. Concentracións de As e Cd alcanzados na estación de Riazor durante a campaña do 2016.



*Figura 5. Concentracións de Ni e Pb alcanzados na estación de Riazor durante a campaña do 2016.*

## 5. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN CAMPUS (SANTIAGO DE COMPOSTELA) NO 2016

A estación chamada Campus é unha estación de fondo en área urbana situada no Campus Sur da Universidade de Santiago de Compostela, no Monte da Condesa, a carón da estación meteorolóxica de MeteoGalicia. A estación está equipada con distintos analizadores de Calidade do Aire e cun panel de información dos datos horarios a tempo real. Localízase nas coordenadas 42.876011, -8.559122 e móstrase na Figura 6.



*Figura 6. Estación de Calidade do Aire de Campus (Santiago de Compostela).*

Os datos obtidos na campaña de medida de metais pesados levada a cabo na estación de Campus (Santiago de Compostela) entre o 2 de xuño e o 14 de decembro do 2016 móstranse na Táboa 6.

**Táboa 6.** Datos diarios de metais obtidos na estación de Campus durante a campaña do 2016.

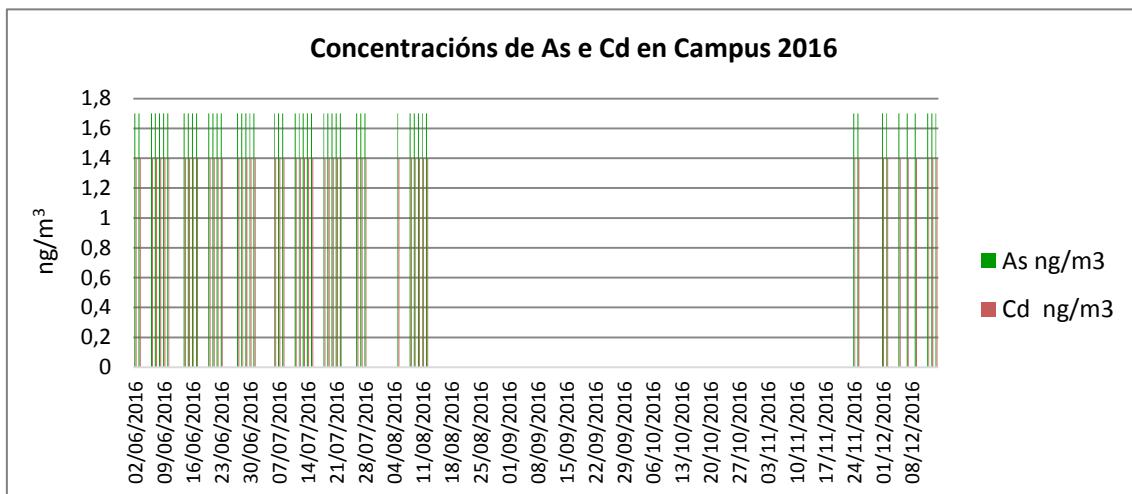
Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
02/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	14/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
03/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	15/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
06/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	18/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
07/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	19/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
08/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	20/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
09/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	21/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
10/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	22/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	26/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
15/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	27/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
16/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	28/07/2016	1,7	1,4	8,3	108
17/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	05/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
20/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	08/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
21/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
22/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	10/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
23/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	11/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
27/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	12/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
28/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	24/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
29/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	25/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
30/06/2016	1,7	1,4	8,3	108	01/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
01/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	02/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
06/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	05/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
07/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	07/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
08/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
11/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	12/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
12/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	13/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
13/07/2016	1,7	1,4	8,3	108	14/12/2016	1,7	1,4	8,3	108

Naqueles casos nos cales o resultado obtido é menor co límite de cuantificación, tómase para os cálculos a metade do valor do límite de cuantificación correspondente. Na Táboa 7 expóñense os resultados de concentración media anual dos metais en aire ambiente obtidos na campaña de medida indicativa realizada en Campus no ano 2016, e tamén a concentración máxima e mínima diaria, o número e a porcentaxe de datos válidos (cobertura temporal).

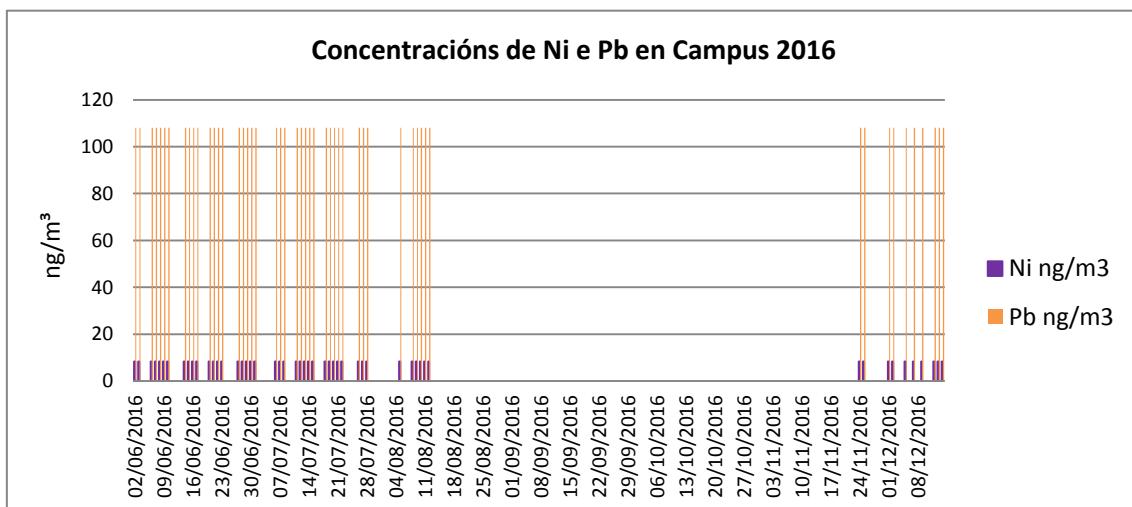
**Táboa 7.** Resumo dos datos diarios obtidos de metais pesados en Campus durante a campaña 2016.

Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Máximo (ng/m <sup>3</sup> )	Mínimo (ng/m <sup>3</sup> )	nº. de días	Cobertura temporal
As	1,7	1,7	1,7	52	14,2 %
Cd	1,4	1,4	1,4	52	14,2 %
Ni	8,3	8,3	8,3	52	14,2 %
Pb	108	108	108	52	14,2 %

A continuación, amósanse de forma gráfica (Figuras 8-7) as concentracións de metais pesados acadadas na estación de Campus na campaña do 2016.



**Figura 8.** Concentracións de As e Cd alcanzados na estación de Campus durante a campaña do 2016.



**Figura 7.** Concentracións de Ni e Pb alcanzados na estación de Campus durante a campaña do 2016.

## 6. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN DE GÓMEZ FRANQUEIRA (OURENSE) NO 2016

A estación de Gómez Franqueira é unha estación de tráfico en área urbana situada na rúa Eulogio Gómez Franqueira, a carón das estacións de autobús e de ferrocarril, nunha praza á beira da estrada N-120. A estación está equipada con diferentes analizadores, unha estación meteorolóxica e conta cun panel de información dos datos horarios en tempo real. As súas coordenadas son 42.353033, -7.877667. Móstrase na Figura 9.



*Figura 9. Estación de Calidade do Aire Gómez Franqueira (Ourense).*

Na Táboa 8 móstranse os datos obtidos na campaña de medida de metais pesados levada a cabo na estación de Gómez Franqueira (Ourense), entre o 7 de marzo e o 17 de decembro do 2016:

*Táboa 8. Datos diarios de metais obtidos na estación de Gómez Franqueira durante a campaña do 2016.*

Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
07/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	04/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
08/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	06/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
09/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	08/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
10/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	10/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
11/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	12/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
12/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	13/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
13/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	20/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	22/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
15/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	24/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
16/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	26/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
17/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	28/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
18/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	30/04/2016	1,7	1,4	8,3	108
19/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	02/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
20/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	03/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
31/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/08/2016	1,7	1,4	8,3	108
02/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	10/08/2016	1,7	1,4	8,3	108

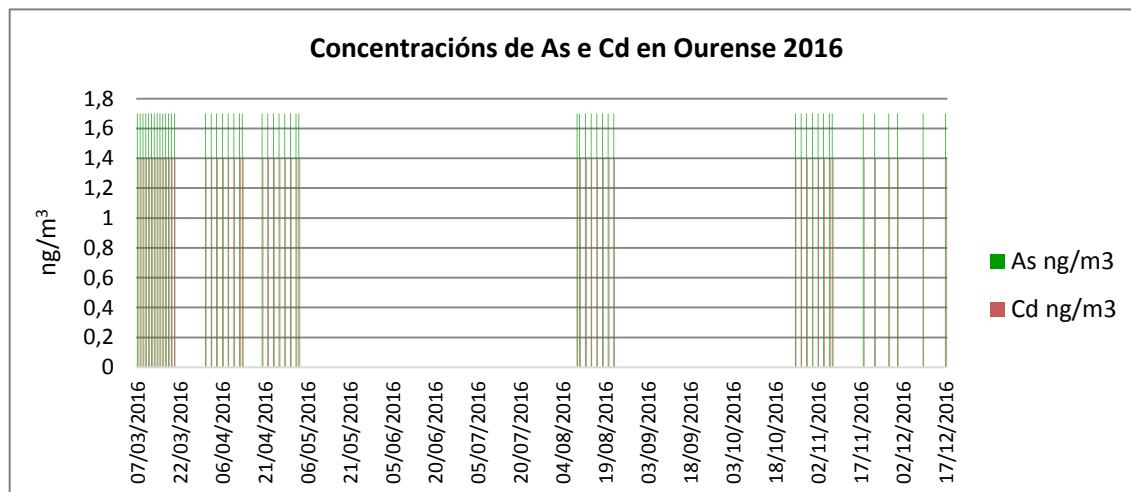
Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
12/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	02/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
16/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	04/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	06/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
18/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	07/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
20/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	18/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
22/08/2016	1,7	1,4	8,3	108	22/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
25/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	27/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
27/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	30/11/2016	1,7	1,4	8,3	108
29/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/12/2016	1,7	1,4	8,3	108
31/10/2016	1,7	1,4	8,3	108	17/12/2016	1,7	1,4	8,3	108

Naqueles casos nos cales o resultado obtido é menor co límite de cuantificación, tómase para os cálculos a metade do valor do límite de cuantificación correspondente. Na Táboa 9 expóñense os resultados de concentración media anual dos metais en aire ambiente obtidos na campaña de medida indicativa realizada en Gómez Franqueira (Ourense) no ano 2016, ademais da concentración máxima e mínima diaria, o número e a porcentaxe de datos válidos (cobertura temporal).

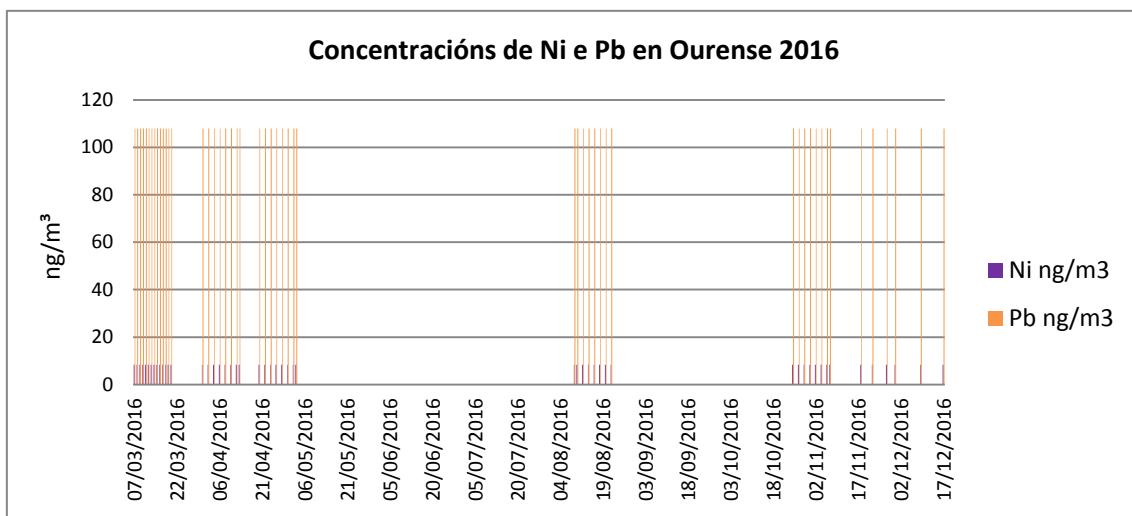
**Táboa 9.** Resumo dos datos diarios obtidos de metais pesados en Gómez Franqueira durante a campaña 2016.

Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Máximo (ng/m <sup>3</sup> )	Mínimo (ng/m <sup>3</sup> )	nº. de días	Cobertura temporal
As	1,7	1,7	1,7	52	14,2 %
Cd	1,4	1,4	1,4	52	14,2 %
Ni	8,3	8,3	8,3	52	14,2 %
Pb	108	108	108	52	14,2 %

A continuación, nas Figuras 10-11 amósanse de forma gráfica as concentracións de metais pesados acadadas na estación de Gómez Franqueira na campaña do 2016:



**Figura 10.** Concentracións de As e Cd alcanzados na estación de Gómez Franqueira durante a campaña do 2016.



*Figura 11. Concentracións de Ni e Pb alcanzados na estación de Gómez Franqueira durante a campaña do 2016.*

## 7. CONCENTRACIÓN DE METAIS NA ESTACIÓN 2-OESTE DE PSA PEUGEOT CITROËN (VIGO) NO ANO 2016

A Estación 2-Oeste é unha estación industrial situada cara o suroeste da factoría de PSA Peugeot Citroën de Vigo, no interior do recinto da empresa. Atópase arrodeada pola cidade, e a contorna na que se localiza é de tipo industrial. Localízase nas coordenadas 42.202778, -8.746944. Amósase na Figura 12.



*Figura 12. Estación 2-Oeste pertencente á subrede industrial PSA Peugeot Citroën.*

Na Táboa 10 móstranse os datos obtidos na campaña de medida de metais pesados levada a cabo na Estación 2-W de Citroën (Vigo), entre o 10 de marzo e o 22 de xuño do 2016.

**Táboa 10.** Datos diarios de metais obtidos na Estación 2-W durante a campaña do 2016.

Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Data	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )
10/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	04/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
11/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	05/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
15/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	10/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
16/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	11/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
17/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	12/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
18/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	13/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
21/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	16/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
22/03/2016	1,7	1,4	8,3	108	18/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
07/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	19/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
08/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	23/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
11/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	26/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
12/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	27/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
13/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	31/05/2016	1,7	1,4	8,3	108
14/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	01/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
15/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	02/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
18/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	03/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
19/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	06/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
21/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	07/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
22/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	08/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
25/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	09/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
26/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	13/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
27/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	20/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
29/04/2016	1,7	1,4	8,3	108	21/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
02/05/2016	1,7	1,4	8,3	108	22/06/2016	1,7	1,4	8,3	108
03/05/2016	1,7	1,4	8,3	108					

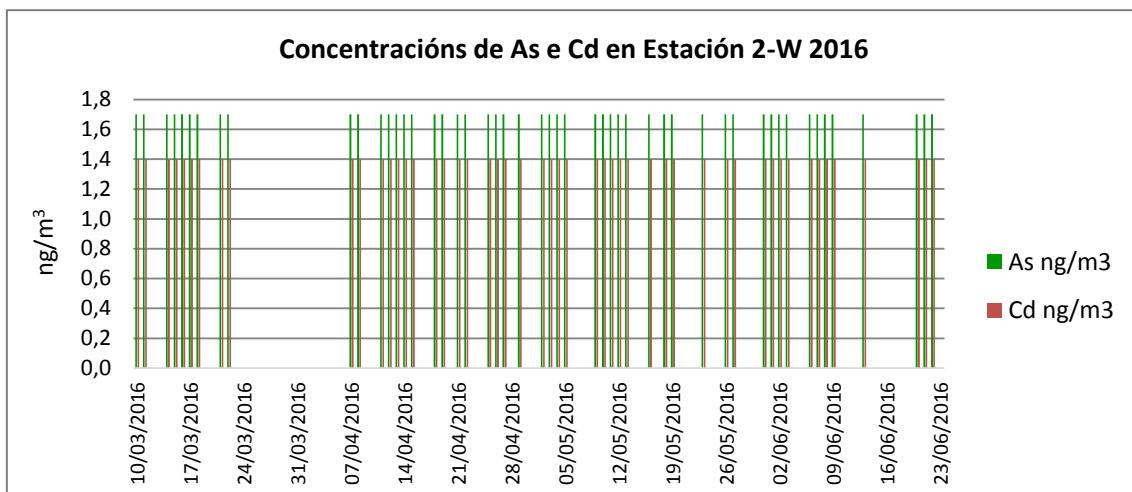
Naqueles casos nos cales o resultado obtido é menor co límite de cuantificación, tómase para os cálculos a metade do valor do límite de cuantificación correspondente. Na Táboa 11 expóñense os resultados da concentración media anual dos metais en aire ambiente obtidos na campaña de medida indicativa realizada na Estación 2-W (Citröen, Vigo) no ano 2016, ademais da concentración máxima e mínima diaria, o número e a porcentaxe de datos válidos (cobertura temporal).

**Táboa 11.** Resumo dos datos diarios obtidos de metais pesados na Estación 2-W durante a campaña 2016.

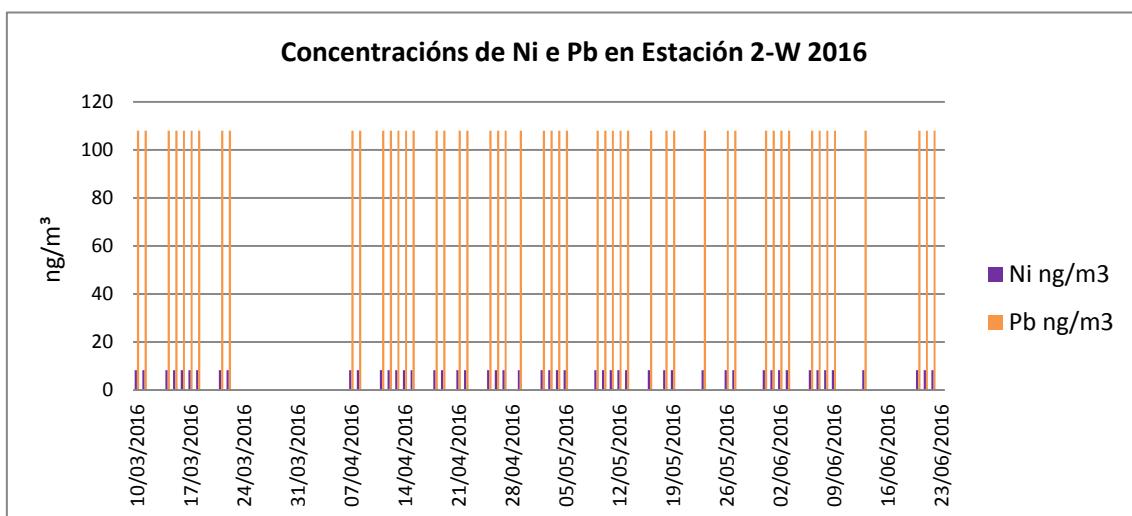
Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Máximo (ng/m <sup>3</sup> )	Mínimo (ng/m <sup>3</sup> )	nº. de días	Cobertura temporal
As	1,7	1,7	1,7	51	14,0 %
Cd	1,4	1,4	1,4	51	14,0 %

Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Máximo (ng/m <sup>3</sup> )	Mínimo (ng/m <sup>3</sup> )	nº. de días	Cobertura temporal
Ni	8,3	8,3	8,3	51	14,0 %
Pb	108	108	108	51	14,0 %

Nas Figuras 13-14 amósanse de forma gráfica as concentracións de metais pesados acadadas na Estación 2-W na campaña do 2016:



*Figura 13. Concentracións de As e Cd alcanzadas na Estación 2-W durante a campaña do 2016.*



*Figura 14. Concentracións de Ni e Pb alcanzadas na Estación 2-W durante a campaña do 2016.*

## 8. AVALIACIÓN DA CALIDADE DO AIRE REFERENTE ÓS METAIS PESADOS

Tendo en conta os niveis en aire ambiente na fracción PM<sub>10</sub> como media nun ano natural que se establece no Anexo I do Real Decreto 102/2011, ademais dos limiares superior e inferior de avaliación para a protección da saúde dos diferentes metais, segundo o establecido no apartado I do Anexo II do Real Decreto 102/2011 (Táboas 12-13), pódese facer unha valoración dos datos obtidos nas diversas estacións.

**Táboa 12.** Valor obxectivo e límites superior e inferior para o arsénico, o cadmio e o níquel.

Metal	VO-LSA (ng/m <sup>3</sup> )	LSA-LIA (ng/m <sup>3</sup> )	< LIA (ng/m <sup>3</sup> )
As	6 – 3,6	3,6 – 2,4	< 2,4
Cd	5 – 3	3 – 2	< 2,0
Ni	20 – 14	14 – 10	< 10

**Táboa 13.** Valor límite e límites superior e inferior para o chumbo.

Metal	VL-LSA (μg/m <sup>3</sup> )	LSA-LIA (μg/m <sup>3</sup> )	< LIA (μg/m <sup>3</sup> )
Pb	0,5 – 0,35	0,35 – 0,25	< 0,25

Nas Táboas 14-15 móstrase o resultado da avaliación para o arsénico, cadmio, níquel e chumbo en todas as estacións nas que se realizou a campaña de medida de metais.

**Táboa 14.** Avaliación da concentración de arsénico, cadmio e níquel nas diversas estacións nas que se realizou a campaña de metais no 2016.

	Metal	Media anual (ng/m <sup>3</sup> )	Avaliación
Riazor	As	1,4	< LIA
	Cd	1,1	< LIA
	Ni	7,3	< LIA
Campus	As	1,7	< LIA
	Cd	1,4	< LIA
	Ni	8,3	< LIA
Gómez Franqueira	As	1,7	< LIA
	Cd	1,4	< LIA
	Ni	8,3	< LIA
Estación 2-W	As	1,7	< LIA
	Cd	1,4	< LIA
	Ni	8,3	< LIA

**Táboa 15.** Avaliación da concentración de chumbo nas diversas estacións nas que se realizou a campaña de metais no 2016.

Metal	Media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Avaliación
Riazor	0,108	< LIA
Campus	0,108	< LIA
Gómez Franqueira	Pb	0,108
Estación 2-W		< LIA

As **medias anuais dos metais pesados** (As, Cd, Ni e Pb) atópanse moi por debaixo do valor obxectivo e valor límite correspondente a cada un deles, na contorna de Riazor, Campus, Gómez Franqueira e Estación 2-W. En todos os casos están **por debaixo do límite inferior de avaliación** (LIA). De feito, na maior parte dos casos a concentración obtida atópase por debaixo do límite de cuantificación dos analizadores.



CALIDADE DO AIRE  
DE GALICIA