

# **Calidad de Aire en la ciudad de Rosario**

**2012-2022**

**Dirección de Fiscalización Ambiental  
Contacto: [cambiental@rosario.gob.ar](mailto:cambiental@rosario.gob.ar)**

## Introducción

La contaminación del aire<sup>1</sup> se entiende como la presencia de cualquier sustancia que altere sus propiedades físicas o químicas pudiendo afectar a la vida humana, de los animales, de las plantas, o a las propiedades, o que interfiera el goce de la vida, o el ejercicio de las actividades sociales. Los contaminantes atmosféricos más comunes son: el monóxido de carbono,, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre, los hidrocarburos, los oxidantes fotoquímicos y las partículas cuyos componentes pueden ser muy diversos: metales pesados, silicatos, sulfatos, entre otros.

En función de cuán contaminado se encuentre el aire, afectará a nuestras vidas ya que es el aire que respiramos y es indispensable para casi todas las formas de vida en la Tierra. Por ello, la calidad de vida depende enormemente de la calidad del aire. Una mala calidad del aire da pie a una serie de problemas. La inhalación regular de aire contaminado puede ser perjudicial para la salud, afectando a los pulmones y la función respiratoria, la producción de sangre, la capacidad renal e incluso las disposiciones cognitivas. De algunos agentes contaminantes se sospecha, además, que son cancerígenos<sup>2</sup>. Cabe destacar que, son muchos los efectos a corto y a largo plazo que la contaminación atmosférica puede ejercer sobre la salud de las personas. Por ejemplo, aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, tales como la neumonía e infecciones pulmonares, así como, irritaciones oculares, e igualmente, puede causar enfermedades crónicas, como son el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares. La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas, los efectos más graves se producen en aquellas que ya están enfermas. Asimismo, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica, son los más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno<sup>3</sup>.

En cualquier caso, es claro que cuanto más bajo sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud de la población, tanto a largo como a corto plazo<sup>4</sup>.

Además, la erosión que el aire contaminado ejerce sobre edificios y monumentos provoca pérdidas para el patrimonio cultural e histórico, daña los bienes personales y afecta la vegetación que nos rodea. Se advierte que los costos sociales y económicos -especialmente sanitarios- de una mala calidad del aire son considerables. Las zonas densamente pobladas suelen presentar peor calidad de aire, debido a la gran concentración de actividades responsables de la emisión de partículas y gases contaminantes a la atmósfera y afectan simultáneamente a mayor cantidad de personas.<sup>5</sup>

En lo que respecta a las fuentes principales que contribuyen a la emisión de contaminantes atmosféricos en los centros urbanos se pueden resumir en fuentes fijas y móviles. Para el caso

---

<sup>1</sup> El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta en un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de gases como: bióxido de carbono, ozono, argón, xenón, radón, etc.

<sup>2</sup> Directiva marco sobre calidad del aire ambiente · Un aire limpio para las ciudades europeas. 1998 Comunidad Europea,pág. 3

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud -OMS-, 2015

<sup>4</sup> Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Resumen Ejecutivo, pág. XVI. <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/Informe2014.pdf>

<sup>5</sup> Directiva marco sobre calidad del aire ambiente · Un aire limpio para las ciudades europeas. 1998 Comunidad Europea,pág. 3

de las primeras, en la ciudad se observan establecimientos comerciales e industriales e infraestructura de servicios de telecomunicaciones<sup>6</sup>. En cuanto a las fuentes móviles (vehículos) en Rosario constituye un problema especialmente en el área central, como consecuencia de la gran circulación de vehículos<sup>7</sup>.

Atento a la problemática de la contaminación atmosférica que se presenta principalmente en las grandes ciudades, es necesario la implementación de acciones para mejorar la calidad del aire de las mismas y proteger la salud de sus habitantes, siendo el primer paso la medición de la calidad del aire, determinando así las causas y la evaluación de sus efectos y los problemas fundamentales que se presentan. En consecuencia, el presente informe pretende, por un lado dar cuenta de las acciones que la Dirección de Fiscalización Ambiental (DFA) realiza en la temática calidad de aire en la ciudad de Rosario y por el otro analizar los resultados observados a lo largo del período 2012 - 2022 de los contaminantes monitoreados en la ciudad.

Así, para todas las acciones desarrolladas en la DFA en la temática en cuestión se tiene en cuenta la legislación internacional, nacional, provincial y local. En cuanto a esta última, la ciudad cuenta desde el año 1994 con la Ordenanza Municipal N° 5820 que establece las normas de calidad de aire para el control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas. Dicha normativa ha sido modificada en varias oportunidades. Una, en el año 2018 por la Ordenanza Municipal N° 9906 e incorpora mediciones anuales y estacionales de contaminación gaseosa ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{O}_3$ ) y de material particulado  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ , aunque sin establecer concentraciones límites admisibles para  $\text{CH}_4$ ,  $\text{PM}_{10}$  ni  $\text{PM}_{2,5}$ . Y la última fue en el año 2020 por la Ordenanza N° 10.073, que modifica el artículo 5 de la Ordenanza N° 5820. Esta reforma aumenta las mediciones de calidad de aire sistemáticas y continuas, realizadas en estaciones de monitoreo automáticas de forma continua. Ya con anterioridad, en el año 1998, se sancionó la Ordenanza Municipal N° 6607 que establece la implementación de un Plan de Calidad de Aire de forma de ejercer un control de los contaminantes del aire de la ciudad de Rosario, mediante un monitoreo continuo del mismo. Esta normativa señala la medición de las concentraciones de los siguientes contaminantes:  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{PM}_{10}$ , pudiendo incorporar otros contaminantes. Además, fija que estas mediciones se comenzarán a efectuar con una cantidad mínima de cuatro (4) estaciones activas fijas de monitoreo y diez (10) estaciones pasivas fijas de monitoreo, y se deben ir incrementando paulatinamente el número de estaciones de monitoreo tanto activas como pasivas. También hace mención a que los resultados obtenidos sean comparados con las concentraciones establecidas en la Ordenanza Municipal N° 5820/94 de Calidad de Aire, y que sean difundidos los resultados de las mediciones a la población, al mismo tiempo que se confeccione un mapa de isoconcentraciones de los contaminantes evaluados. En el art. 4, se refiere a que para llevar a cabo este plan se puede celebrar convenios con universidades o facultades con sede en la ciudad.

En cumplimiento con las Ordenanzas existentes, desde el año 2004, mediante un convenio con la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rosario (UTN- FRRo), última actualización Decreto N°1523/2021, se lleva a cabo un Programa de Monitoreo de Aire en el centro y macrocentro de la ciudad, analizando concentraciones de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y óxidos de nitrógenos ( $\text{NO}_x$ ). Este último desde octubre de 2021, con el fin de monitorear las emisiones de fuentes móviles. Además, el Ente de la Movilidad de Rosario (EMR), debido a la implementación de Carriles Exclusivos para el Transporte Público Urbano (TUP), a mediados del 2012, en zona céntrica de la ciudad de Rosario, comenzó a realizar mediciones de Calidad de Aire en 2 grupos de 6 puntos de muestreos, 3 de ellos en calles con carril exclusivo y 3 en calles paralelas sin

<sup>6</sup> Plan Ambiental Rosario (PAR), pág. 159.

<sup>7</sup> Plan Ambiental Rosario (PAR), pág. 160.

carril exclusivo. En el 2015 se concretó la extensión de Carriles Exclusivos en zona Norte, por lo que se agregaron 6 puntos de muestreos de calidad de aire en esta zona, teniendo en cuenta el mismo criterio para el muestreo de la primer zona (3 puntos de muestreos en calles con carril exclusivo y 3 en calles paralelas sin carril exclusivo). Dichas mediciones se realizaron hasta finales de 2019, dado que el EMR informó a esta Dirección que se daba de baja el convenio celebrado con UTN FRRo para la realización de las mismas. Debido a esto último se agregaron las mediciones de NO<sub>x</sub> a partir de octubre de 2021 en el Decreto N° 1523/2021.

En cuanto a las fuentes fijas desde el año 2009 en la DFA,, se implementó un instructivo para el monitoreo atmosférico en industrias, lo cual trajo aparejado la creación de un registro de establecimientos con programas de monitoreo de emisiones atmosféricas aprobado por la DFA. En estos programas se establecen los contaminantes a monitorear de acuerdo a los procesos particulares de cada empresa, la metodología, la frecuencia y la cantidad de muestras de dicho monitoreo. De esta forma, en el programa se pueden incluir las mediciones de emisiones y luego simular su impacto sobre la calidad de aire o bien las mediciones de calidad de aire. Asimismo, en pos de reforzar las mediciones realizadas por las empresas y de dar respuestas a reclamos de la comunidad, desde el año 2011 hasta la fecha, en conjunto con la UTN- FRRo, se realizan mediciones puntuales en zonas afectadas por algunos establecimientos, monitoreando, según las características de las empresas en cuestión, los siguientes contaminantes: Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), Material Particulado Sedimentable en 30 días, Material Particulado en Suspensión para períodos Cortos. En la actualidad, según convenio entre UTN- FRRo y la Municipalidad de Rosario, última actualización Decreto N° 1732/2021, se realizan 26 muestreos y análisis mensuales de los contaminantes mencionados.

## Análisis de Resultados

A continuación se presentan los resultados disponibles de cada contaminante para el período solicitado, 2012 - 2022.

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

El dióxido de nitrógeno es un gas de color marrón rojizo que por lo general se libera con la combustión de combustibles en procesos de calefacción, transporte, industria y generación de energía.

Desde enero de 2012 hasta junio de 2022 se obtuvieron 2009 resultados de mediciones en la ciudad de Rosario de NO<sub>2</sub> para el período 2012 - 2022.

Las medidas de tendencia central, dispersión y posición del período 2012 - junio 2022 se muestran en el Cuadro 1:

**Cuadro 1.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), 2012- junio 2022.

Mínima	Máxima	Media	Mediana	1° Cuartil	3° Cuartil	Desvío Estándar
1	84	36.43	36	28	44	13.37

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Del cuadro anterior se advierte que la media (36,43 µg/m<sup>3</sup>) del conjunto de datos siendo valores mensuales, se encuentra dentro de lo que establece la Unión Europea (Directiva 2008/50/EC)<sup>8</sup> 40

<sup>8</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050>

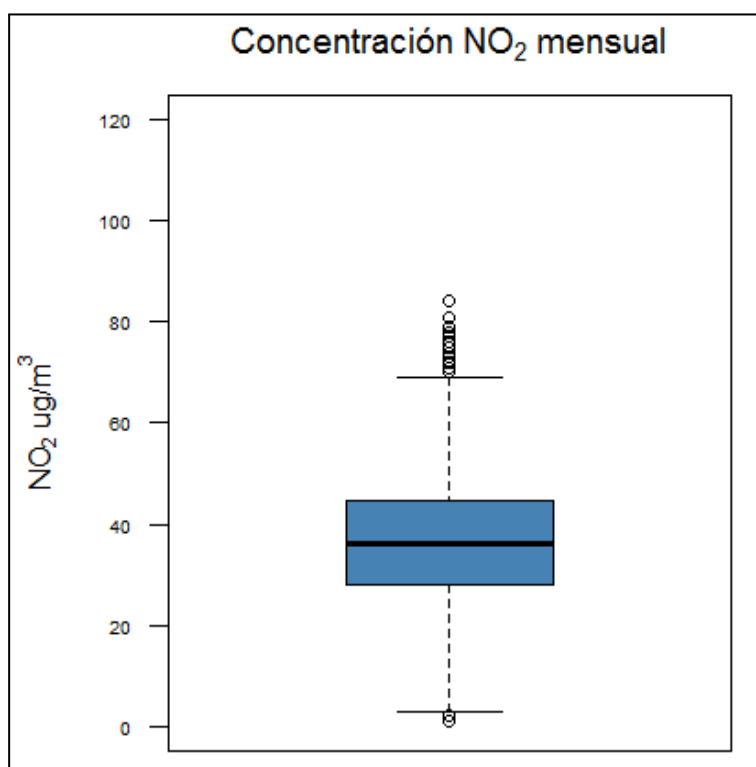
$\mu\text{g}/\text{m}^3$  como media anual y la OMS<sup>9</sup> a partir de 2005 hasta 2021, de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las Directrices de la OMS y lo establecido por Unión Europea se utilizan como valor de referencia dado la falta de normativa local, provincial y nacional.

Dado el valor del desvío estándar, se observa que las concentraciones del conjunto de datos son dispersas respecto de la media ( $36,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

### a.1 Análisis de Valores atípicos

A continuación se grafican las medidas centrales, de posición obtenidas anteriormente en un diagrama de caja, Gráfico 1. Este último permite detectar la existencia de valores atípicos en el conjunto de datos de concentraciones. En el Gráfico 1 se observa que el valor central de la caja, coincidente con la mediana, indica que el 50% son iguales o menores al valor de concentración mensual de  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea inferior de la caja indica el primer cuartil, por lo tanto el 25% de los datos son iguales o menores a una concentración mensual de  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea superior, tercer cuartil, de la caja indica que el 75% de los valores son menores o iguales a una concentración mensual de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Gráfico 1.** Diagrama de Caja concentraciones de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2012- junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

<sup>9</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006., Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005. (pág. 19). [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1). A partir de 2021 la media anual que establecen las Directrices de la OMS (2021) es de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los dos segmentos (denominados bigotes) existentes por arriba y debajo de la caja, determinan los límites (superior e inferior) para la detección de valores atípicos. Los bigotes son iguales a 1.5 del rango intercuartílico (IQR), en tanto este producto sea mayor al valor mínimo para el segmento inferior e inferior al valor máximo para el segmento superior. Para el período que estamos analizando el IQR es igual a 16 por lo tanto 1.5IQR alcanza al valor de 24. Por lo tanto el bigote inferior es igual a 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el bigote superior es igual a 68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por lo tanto aquellos valores que se encuentren por debajo de una concentración mensual de 4 y por encima de 68 son los valores atípicos leves que se observan en el Gráfico 1.

Asimismo los valores atípicos extremos, son aquellas observaciones que caen fuera del intervalo ( $Q1 - 3IQR$ ;  $Q3 + 3IQR$ ), o sea (-51; 95). Dado que las concentraciones mínima (1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y máxima (84  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) observadas en el conjunto de datos resultan superior a  $Q1 - 3IQR$  y menor a  $Q3 + IQR$ , Por lo tanto, los dos valores atípicos extremos son coincidentes con los valores máximo y mínimos.

El análisis de valores atípicos se resume en el Cuadro 2.

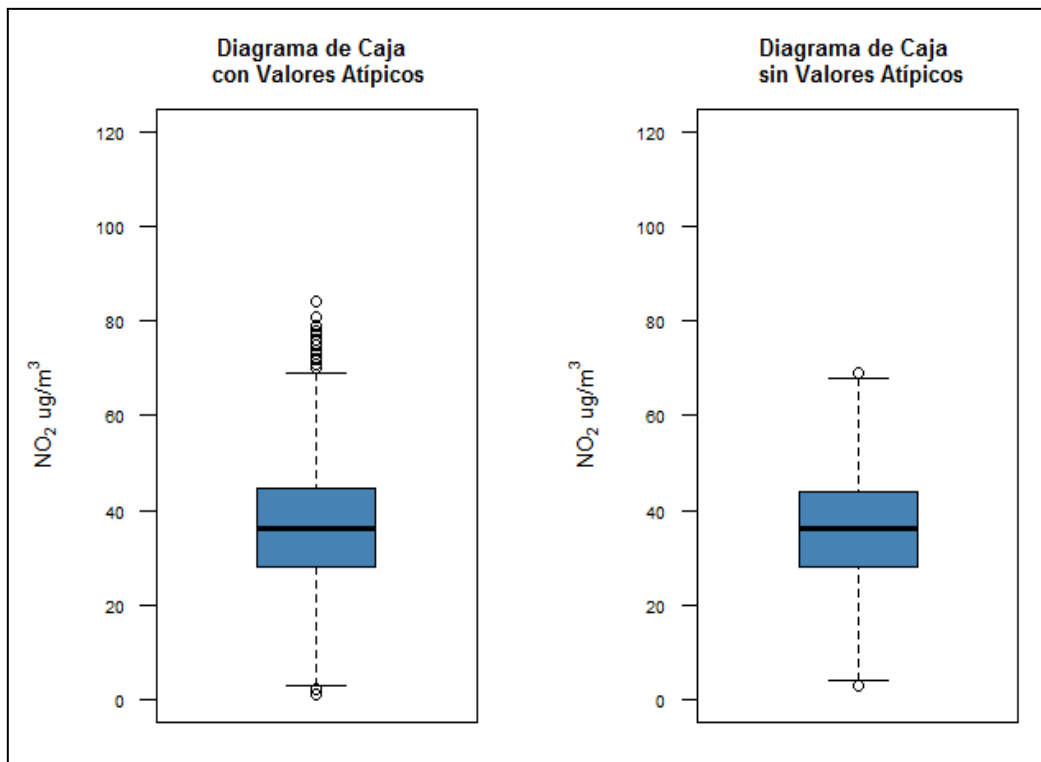
**Cuadro 2.** Resumen de valores atípicos de concentraciones de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2012 - junio 2022.

Límite Inferior VA Leves	Límite Superior VA Leves	Cantidad VA Leves	Límite Inferior VA Extremos	Límite Superior VA Extremos	Cantidad VA Extremos
4	68	34	1	84	2

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

En el Gráfico 2 se comparan los diagramas de caja con valores atípicos y sin ellos.

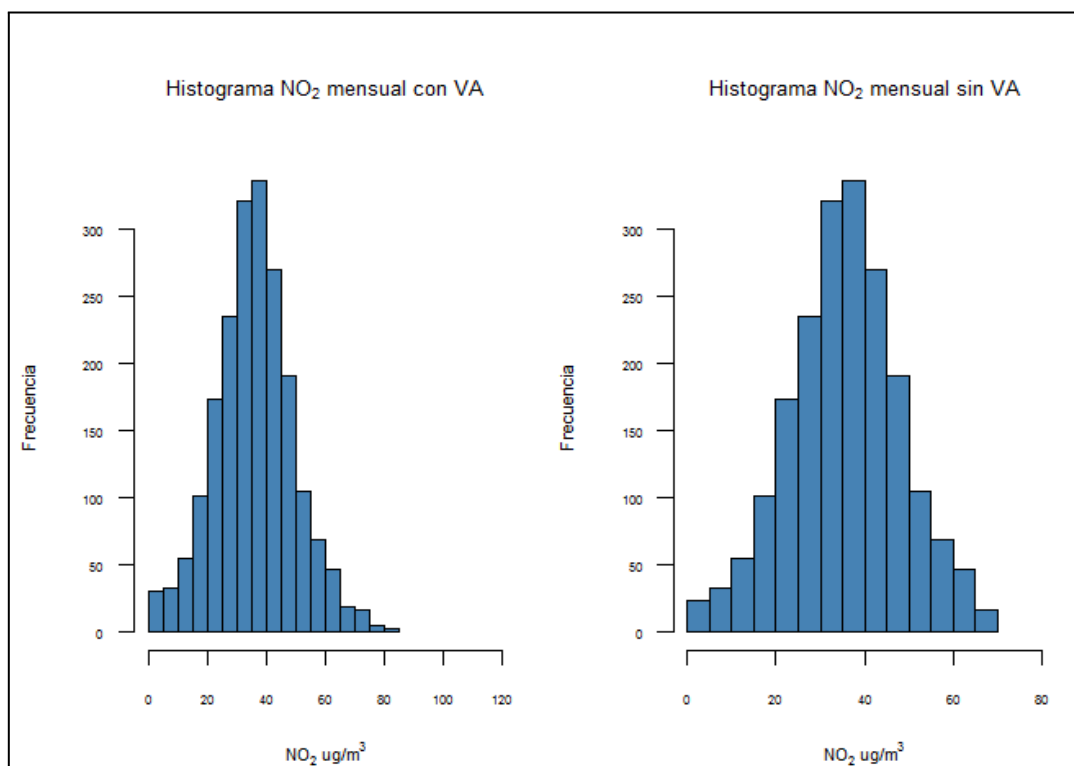
**Gráfico 2.** Comparación de Diagrama de Caja concentraciones de NO<sub>2</sub>, 2012-junio 2022



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO.

En Gráfico 3 y en los Cuadros 2 y 3 se analizan las frecuencias de los datos obtenidos para el período analizado.

**Gráfico 3.** Diagrama de Frecuencia concentraciones de NO<sub>2</sub>, 2012 - junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

**Cuadro 3.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), enero 2012 - junio 2022.

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	10	5	55	2.7	55	2.7
10	20	15	140	7	195	9.7
20	30	25	374	18.6	569	28.3
30	40	35	657	32.7	1226	61
40	50	45	491	24.4	1717	85.5
50	60	55	192	9.6	1909	95
60	70	65	73	3.6	1982	98.7
70	80	75	25	1.2	2007	99.9
80	90	85	2	0.1	2009	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

**Cuadro 4.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de NO<sub>2</sub> sin valores atípicos 2012 - junio 2022.



Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	10	5	48	2.4	48	2.4
10	20	15	140	7.1	188	9.5
20	30	25	374	18.9	562	28.5
30	40	35	657	33.3	1219	61.7
40	50	45	491	24.9	1710	86.6
50	60	55	192	9.7	1902	96.3
60	70	65	73	3.7	1975	100
70	80	75	0	0	1975	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO.

Del Cuadro 3, se advierte que el 61% de los valores observados (concentraciones mensuales) da como resultados concentraciones menores o iguales a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo esta concentración media anual establecida por la OMS<sup>10</sup> a partir de 2005 hasta 2021.

### a.2 Análisis de los datos sin Valores atípicos

Al eliminar los valores atípicos, quedan 1975 observaciones y obtenemos las siguientes medidas de tendencia central, dispersión y posición para los resultados del período 2012 - junio 2022 que se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2012 - junio 2022 sin valores atípicos (Sin VA)

Mínima Sin VA	Máxima Sin VA	Media Sin VA	Mediana Sin VA	1° Cuartil Sin VA	3° Cuartil Sin VA	Desvío Estándar Sin VA
1	84	36.43	36	28	44.72	13.37

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO.

Como se advierte de los Cuadros 1 y 5 los valores de la mediana y de los cuartiles son iguales y tanto la media como el desvío estándar son muy semejantes, por lo que se mantiene la dispersión de las concentraciones con respecto al valor de la media de las concentraciones.

Se compara el diagrama de caja del conjunto de valores con el conjunto de datos sin los valores atípicos, en el Gráfico 2. Se realiza lo mismo para los histogramas en el Gráfico 3. De estos últimos se analizan las tablas de frecuencia, Cuadro 3 y 4 y se observa que el 61% del conjunto de las concentraciones mensuales y el 61.7% eliminando de dicho conjunto los valores atípicos,

<sup>10</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006., Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005. (pág. 19). [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1)

dan como resultados concentraciones menores o iguales a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo esta concentración media anual establecida por la OMS<sup>11</sup> a partir de 2005 hasta 2021.

### a.3 Análisis por Estación o Sitio de Muestreo

A partir del conjunto de datos del período analizado, se muestran en el Cuadro 6 las cantidades de observaciones por sitio de muestreo, indicando las fechas de inicio y la de la última medición en cada uno de ellos.

**Cuadro 6.** Análisis de cantidad de muestra por sitio de muestreo de  $\text{NO}_2$ , 2012 – junio 2022

Nº Estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha de inicio	Fecha última medición
1	9 de Julio y Bs. As.	84	2012-01	2022-06
2	Alem y Zeballos	70	2013-03	2022-06
3	B. de Mauá y S. Luis	86	2012-01	2022-06
4	Belgrano y Ayolas	3	2022-04	2022-06
5	Belgrano y S. Juan	3	2022-04	2022-06
6	Carballo y Avellaneda	3	2022-04	2022-06
7	Catamarca y P. Roca	78	2012-11	2022-06
8	Córdoba. y Alvear	79	2012-11	2022-06
9	Córdoba y S.an Martin	69	2012-11	2022-06
10	E. Peron y Pcias. Unidas	3	2022-04	2022-06
11	Granaderos y Baigorria.	4	2022-02	2022-06
12	Gurruchaga 200	33	2017-06	2022-06
13	Maipú y Rioja	85	2012-01	2022-06
14	Mendoza. y Francia	3	2022-04	2022-06
15	Mendoza. y Laprida	75	2012-11	2022-06
16	Mendoza y Moreno	84	2012-01	2022-06
17	Oroño y Madre Cabrini	3	2022-04	2022-06
18	Oroño y Rueda	3	2022-04	2022-06
19	Ov. Lagos y Arijon	4	2022-02	2022-06

<sup>11</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006., Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005. (pág. 19). [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=1461D36FBD4B2990AC0818EFB903B38E?sequence=1)

Nº Estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha de inicio	Fecha última medición
20	Paraguay y Rioja	82	2012-01	2022-06
21	Pcia. Unidas y Pellegrini	3	2022-04	2022-06
22	Planetario	76	2012-11	2022-06
23	Pte. Perón y Lavalle	3	2022-04	2022-06
24	Rioja y E. Ríos	81	2012-01	2022-06
25	Rondeau y Baigorria	3	2022-04	2022-06
26	San Juan e Italia	74	2012-11	2022-06
27	S. Luis y Ctes.	72	2012-01	2022-06
28	S. Luis y Suipacha <sup>12</sup>	43	2012-11	2016-12
29	S. Lzo. y Ctes.	83	2012-01	2022-06
30	S. Martín y 27 de Febrero	76	2012-11	2022-06
31	Salta y Moreno	81	2012-01	2022-06
32	Salta y Ov. Lagos	73	2012-11	2022-06
33	Sarmiento y S. Lzo.	82	2012-01	2022-06
34	Sta. Fe y Caferatta	76	2012-11	2022-06
35	Sta. Fe y Moreno	70	2012-11	2022-06
36	Uriburu y Pcia. Unidas	4	2022-02	2022-06
37	Urquiza y E. Ríos	84	2012-01	2022-06
38	UTN	92	2012-01	2022-06
39	Zeballos y Maipú	79	2012-11	2022-06

**Total muestras 2012 - 2022      2009**

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Del cuadro anterior se desprende que la estación con más muestras tomadas (92) durante el período en estudio es la ubicada en UTN, domicilio Zeballos a 1400, y las estaciones con menos muestras (3) son las que se comenzaron a muestrear este año.

Tomando el conjunto de datos sin los valores atípicos se analizan las medidas de tendencia central, dispersión y posición para cada estación de muestreo que se presentan en el Cuadro 7.

<sup>12</sup> La estación de San Luis y Suipacha se trasladó a Gurruchaga al 200

**Cuadro 7.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de NO<sub>2</sub> 2012-junio 2022.

Nº Estación	Estación	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	Mínima (µg/m <sup>3</sup> )	Desvío Estándar
1	9 de Julio y Bs. As.	32,17	32,00	60,00	12,00	9,78
2	Alem y Zeballos	39,88	39,00	68,00	8,00	11,83
3	B. de Maua y S. Luis	31,60	31,00	57,00	3,00	10,86
4	Belgrano y Ayolas	27,67	29,00	30,00	24,00	3,21
5	Belgrano y S. Juan	30,33	28,00	35,00	28,00	4,04
6	Carballo y Avellaneda	37,33	36,00	42,00	34,00	4,16
7	Catamarca y P. Roca	<b>40,84</b>	<b>41,00</b>	<b>69,00</b>	5,00	11,98
8	Cba. y Alvear	39,68	<b>40,00</b>	<b>69,00</b>	10,00	11,71
9	Cba. y S. Martin	19,54	21,00	40,00	3,00	10,66
10	E. Peron y Pcias. Unidas	<b>41,00</b>	<b>43,00</b>	44,00	36,00	4,36
11	Granaderos y Bgrria.	36,25	34,50	43,00	33,00	4,57
12	Gurruchaga	31,21	31,00	59,00	3,00	10,39
13	Maipú y Rioja	33,31	32,00	58,00	6,00	11,63
14	Mdza. y Francia	<b>42,67</b>	<b>43,00</b>	44,00	41,00	1,53
15	Mdza. y Laprida	38,12	38,00	61,00	10,00	10,13
16	Mdza. y Moreno	29,93	28,50	51,00	9,00	9,82
17	Oroño y M. Cabrini	36,33	34,00	42,00	33,00	4,93
18	Oroño y Rueda	35,67	35,00	38,00	34,00	2,08
19	Ov. Lagos y Arijon	<b>40,25</b>	<b>41,00</b>	46,00	33,00	5,38
20	Paraguay y Rioja	35,85	36,00	66,00	6,00	13,21
21	Pcia. Unidas y Pellegrini	<b>41,67</b>	<b>40,00</b>	47,00	38,00	4,73
22	Planetario	22,38	21,00	47,00	<b>3,00</b>	8,08
23	Pte. Perón y Lavalle	40,33	39,00	46,00	36,00	5,13
24	Rioja y E. Ríos	33,25	34,13	55,00	6,00	9,40
25	Rondeau y Bgrria	38,67	36,00	46,00	34,00	6,43
26	S. Juan e Italia	<b>42,88</b>	<b>42,00</b>	67,00	14,00	10,91
27	S. Luis y Ctes.	32,37	33,00	57,00	4,00	10,84
28	S. Luis y Suipacha	<b>41,84</b>	<b>42,00</b>	<b>69,00</b>	25,00	10,61
29	S. Lzo. y Ctes.	36,44	39,00	<b>69,00</b>	<b>3,00</b>	16,23
30	S. Martin y 27 de Febrero	36,64	36,50	64,00	6,00	11,29
31	Salta y Moreno	<b>44,19</b>	<b>45,00</b>	<b>69,00</b>	12,00	11,56
32	Salta y Ov. Lagos	35,78	35,50	59,00	13,00	8,91
33	Sarmiento y S. Lzo.	<b>47,45</b>	<b>48,00</b>	68,00	18,00	11,28
34	Sta. Fe y Caferatta	<b>46,51</b>	<b>49,50</b>	68,00	18,00	11,79
35	Sta. Fe y Moreno	36,06	34,00	61,00	16,00	11,03

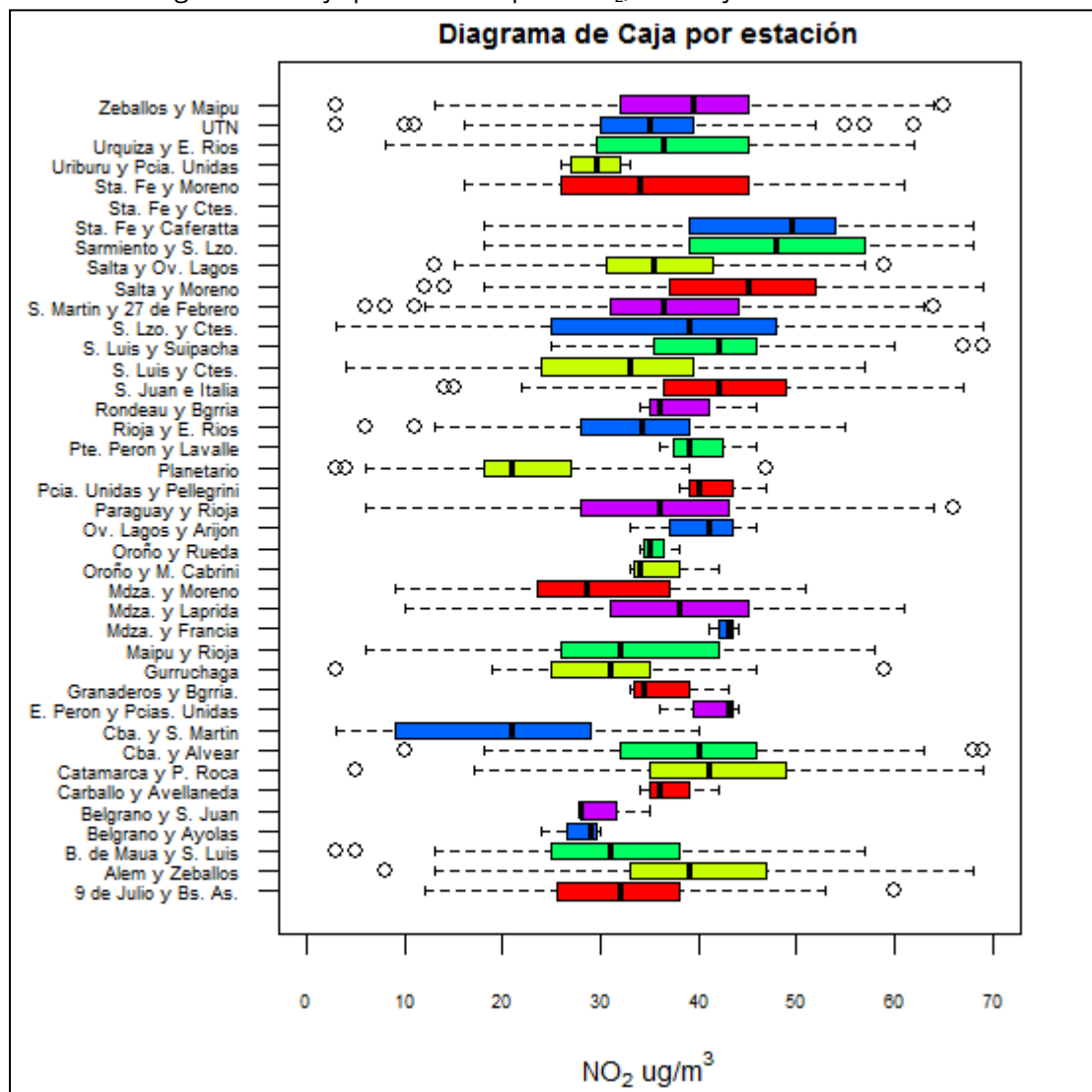
N° Estación	Estación	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	Mínima (µg/m <sup>3</sup> )	Desvío Estándar
36	Uriburu y Pcia. Unidas	29,50	29,50	33,00	26,00	3,11
37	Urquiza y E. Rios	36,48	36,50	62,00	8,00	11,32
38	UTN	34,25	35,00	62,00	<b>3,00</b>	9,49
39	Zaballos y Maipú	39,00	39,50	65,00	<b>3,00</b>	11,63

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Del Cuadro 7 se advierte que en general cada una de los sitios de muestreos presenta dispersión entre los valores de las concentraciones resultantes con respecto a la media de cada sitio. Aquellos que menos dispersión presentan son los que se comenzaron a muestrear recientemente y por ende se tiene pocos datos observados. Analizando los valores de las medias mensuales halladas en cada estación, 10 sitios cuentan con una media mayor a los 40 µg/m<sup>3</sup> (concentración media anual adoptada como referencia). Considerando los valores de las medianas, en 9 estaciones el 50% de las observaciones superan los 40 µg/m<sup>3</sup> y en 2 sitios el 50% alcanzan dicho valor. El valor máximo observado es de 69 µg/m<sup>3</sup>, en las estaciones de: Catamarca y Pte. Roca. Córdoba y Alvear, San Luis y Suipacha, San Lorenzo y Corrientes y Salta y Moreno. El valor mínimo hallado es de 3 µg/m<sup>3</sup>, en los siguientes sitios: Planetario, San Lorenzo y Corrientes, UTN y Zaballos y Maipú

A partir de los datos anteriores se obtiene el diagrama de caja, Gráfico 4, donde se pueden observar los valores atípicos para cada sitio de muestreo.

**Gráfico 4.** Diagrama de caja por estación para NO<sub>2</sub>, 2012 - junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Del Gráfico 4 se observan que las estaciones de muestreos ubicadas en Córdoba y San Martín, Maipú y Rioja, Mendoza y Laprida, Mendoza y Moreno, San Luis y Corrientes, San Lorenzo y Corrientes, Sarmiento y San Lorenzo, Santa Fe y Cafferata, Santa Fe y Moreno y Urquiza y Entre Río, no presentan valores atípicos para el período analizada. Asimismo, se señala que aquellas estaciones que se instalaron en 2022 tampoco presentan valores atípicos.

#### a.4 Análisis de los promedios anuales de NO<sub>2</sub>

En el Cuadro 8 se presentan los promedios anuales de las concentraciones mensuales de NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de cada sitio o estación de muestreo, desde el 2013 hasta el año 2021. Es importante aclarar que durante el año 2020, la ciudad de Rosario, como en el resto del mundo, estuvo afectada por la pandemia COVID-19. Por tal motivo el GESE, UTN FRRo, grupo encargado de tomar las muestras y analizarlas no realizaron tareas y por lo tanto no se realizaron mediciones de NO<sub>2</sub> en la ciudad de Rosario,

Es importante aclarar que para algunos períodos anuales, dada la falta de datos, los promedios se calcularon con menos de doce datos (promedio mensual de medición de 30 días). Así, para el periodo 2015, no se tuvieron en cuenta los meses de junio, julio, agosto y diciembre, debido a que no se llevaron a cabo las mediciones. De igual modo se procedió para el año 2016, sin datos del mes de enero; año 2017, sin datos de enero a mayo; año 2018, sin datos del mes de junio; y el año 2019, sin datos del mes de mayo y diciembre. Durante el año 2021, se monitoreó la estación de UTN-FRRo, desde junio a diciembre y las demás estaciones durante noviembre y diciembre. Los resultados obtenidos de estas últimas pueden observarse en el Cuadro 9.

**Cuadro 8.** Promedio Anuales de concentraciones de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).

Estación de Monitoreo	Promedios Anuales de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
Entre Ríos y Rioja	36	33	33	30	20	29	37	
Mendoza y Moreno	34	28	27	27	22	20	35	
Paraguay y Rioja	<b>40</b>	38	38	38	23	28	37	
Sarmiento y San Lorenzo	<b>54</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	36	<b>50</b>	<b>60</b>	
Barón De Mauá y San Luis	33	27	25	36	24	31	43	
Entre Ríos y Urquiza	<b>44</b>	36	34	33	24	28	34	
San Lorenzo y Corrientes	<b>45</b>	<b>41</b>	35	<b>40</b>	39	36	21	
Córdoba y San Martín	29	26	23	25	8	4	6	
Salta y Moreno	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>45</b>	28	37	<b>49</b>	<b>59</b>	
UTN FRRo	<b>41</b>	32	32	30	27	37	36	33
San Luis y Corrientes	36	33	35	30	16	25	24	
9 de julio y Bs. As.	37	31	29	26	19	30	38	
Maipú y Rioja	39	34	33	32	16	26	28	
Santa fe y Moreno	<b>44</b>	34	<b>40</b>	35	27	30	41	
Catamarca y Pte Roca	<b>48</b>	37	39	<b>42</b>	30	39	<b>50</b>	
Zeballos y Maipú	<b>45</b>	37	37	<b>43</b>	29	39	<b>50</b>	
Mendoza y Laprida	<b>43</b>	36	34	38	27	38	<b>45</b>	
Planetario	22	16	21	22	20	24	33	
27 de Febrero y San Martín	<b>43</b>	35	39	41	33	36	<b>42</b>	
San Juan e Italia	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	30	<b>43</b>	<b>54</b>	
Córdoba y Alvear	<b>42</b>	35	37	39	26	44	52	
Salta y Ov. Lagos	<b>43</b>	33	33	33	25	36	42	
Santa fe y Cafferata	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	28	<b>45</b>	<b>53</b>	
San Luis y Suipacha	<b>46</b>	38	<b>40</b>	<b>43</b>				
Alem y Zeballos	<b>40</b>	37	<b>43</b>	36	33	<b>40</b>	<b>49</b>	
Gurruchaga 200					23	34	39	
<b>Promedio Anual</b>	<b>41</b>	35	35	35	26	34	<b>41</b>	

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Del cuadro anterior se infiere que las estaciones ubicadas en Santa Fe y Cafferata, San Juan e Italia y Sarmiento y San Lorenzo durante el período 2013 – 2019, con excepción del año 2017, arrojaron promedios anuales superiores a los 40 µg/m<sup>3</sup> (valor OMS tomado como referencia). El promedio anual de todas las estaciones, sólo se supera la concentración de referencia en 2013 y 2019.

**Cuadro 9.** Promedio Mensuales de concentraciones de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), noviembre y diciembre de 2021.

Estación de Monitoreo	Promedios Mensuales de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
	2021	
	noviembre	diciembre
Sarmiento y San Lorenzo	47	51
Barón De Mauá y San Luis	28	21
San Lorenzo y Corrientes	49	50
Catamarca y Pte Roca	38	37
Zeballos y Maipú	31	26
Planetario	17	15
27 de Febrero y San Martín	39	32
Córdoba y Alvear	40	34
Santa fe y Cafferata	53	56
Gurruchaga 200	21	20

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

En el siguiente Cuadro 10 se expresan los valores medidos durante el período enero a junio 2022.

**Cuadro 10.** Promedio Mensuales de concentraciones de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), enero a junio 2022.

Estación de Monitoreo	Promedios Mensuales de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 2022						
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio
Entre Ríos y Rioja			32	36	34	42	37
Mendoza y Moreno			35	40	34	41	36
Paraguay y Rioja			36	37	36	45	40
Sarmiento y San Lorenzo	32	46	38	45	37	48	52
Barón De Mauá y San Luis	16	23	27	32	32	48	40
Entre Ríos y Urquiza			38	41	44	53	53
San Lorenzo y Corrientes	35	50	35	47	36	44	43
Córdoba y San Martín			15	17	15	12	19
Salta y Moreno			41	44	38	52	43
UTN FRRo	23	32	31	35	33	38	33
Plaza Sarmiento			39	31	36	47	44
9 de julio y Bs. As.			28	30	30	41	35
Maipú y Rioja			32	34	36	43	41
Santa fe y Moreno			39	36	32	46	35
Catamarca y Pte Roca	35	40	35	44	37	46	40
Zeballos y Maipú	26	33	31	37	34	45	42
Mendoza y Laprida			33	42	36	43	41
Planetario	18	18	14	23	24	30	25
27 de Febrero y San Martín	28	37	31	39	34	44	38
San Juan e Italia			40	39	35	43	40
Córdoba y Alvear	30	38	32	39	35	42	37
Salta y Ov. Lagos			33	35	36	42	45



Estación de Monitoreo	Promedios Mensuales de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 2022						
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio
Santa fe y Cafferata	40	55	40	41	45	51	41
Alem y Zeballos			35	38	31	38	35
Gurruchaga 200	20	23	25	29	34	38	38
Av. de los Granaderos y Baigorria			33	37	34	35	43
Uriburu y Prov. Unidas			28	31	26	33	33
Ov. Lagos y Arijon			33	41	41	46	43
Prov. Unidas y Pellegrini				40	38	47	38
Av. Eva Perón y Prov. Unidas				43	36	44	40
Bv. Oroño y M. Cabrini				34	33	42	43
Bv. Rondeau y Baigorria				34	36	46	35
Pte. Perón y Lavalle				39	36	46	39
Bv. Oroño y Rueda				34	35	38	36
Belgrano y Ayolas				30	24	29	17
Av. Belgrano y San Juan				28	28	35	27
Av. Carballo y Avellaneda				34	36	42	40
Mendoza y Francia				43	41	44	44

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Los gráficos de los promedios anuales de cada punto de monitoreo para el período 2013 – 2019 de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), se pueden observar en el siguiente link: <https://datos.rosario.gob.ar/ambiente/calidad-ambiental/aire>. En estos gráficos no se incluye los años 2012, 2021, 2022, ya que se cuentan con pocas mediciones y para el 2022 se debe a que aún no hemos finalizado el año.

### b. Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Los óxidos de nitrógeno son una mezcla de gases compuestos de nitrógeno y oxígeno. El término NO<sub>x</sub> hace referencia a la combinación de monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) ya que son los óxidos de nitrógeno más importantes desde el punto de vista toxicológico; ninguno de los dos son inflamables y son incoloros a pardo en apariencia a temperatura ambiente. Son liberados al aire por procesos del transporte y de combustión.

En cuanto a los monitoreos realizados, desde noviembre de 2012 hasta julio de 2022 se obtuvieron 165 mediciones en la ciudad de Rosario de Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), medidos en periodo corto (20 minutos). Se señala que durante el período 2012 a 2016 no se encuentra toda la información disponible pasada a los sistemas que permiten realizar el procesamiento de datos.

Las medidas de tendencia central, dispersión y posición de los resultados obtenidos, se muestran en el Cuadro 11.

**Cuadro 11.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>), 2012 – julio 2022

Mínima	Máxima	Media	Mediana	1° Cuartil	3° Cuartil	Desvío Estándar
0	488	172,56	164	70	255	115

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

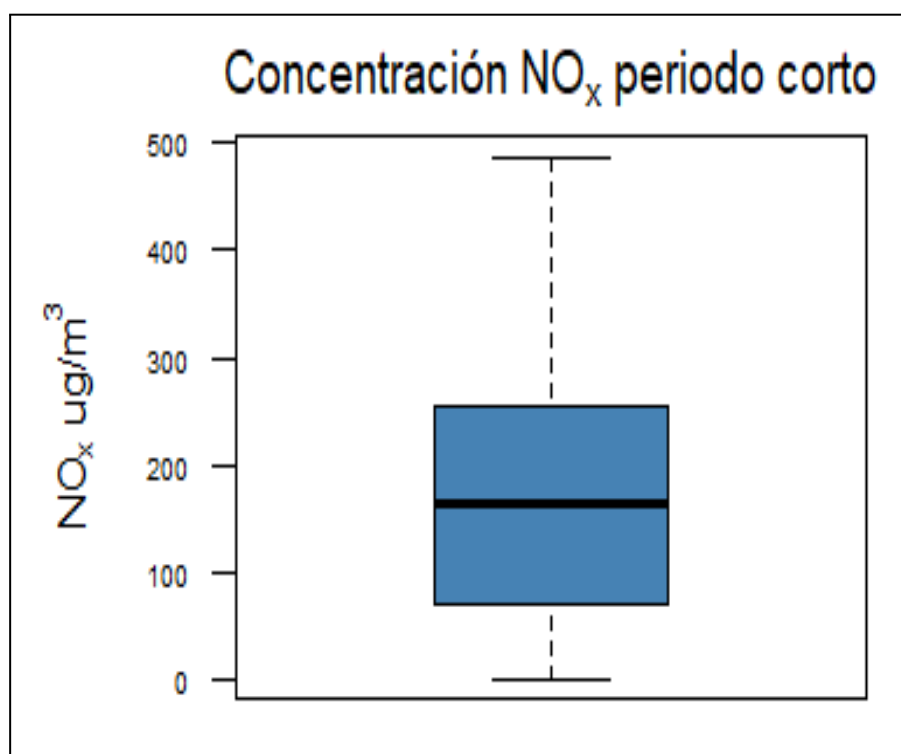
El valor de la media ( $172,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es inferior al límite establecido por la Ordenanza 5820/1994 para este contaminante en periodos cortos que es igual a  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Analizando la mediana ( $164 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el tercer cuartil ( $255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se deriva que el 50% de las observaciones se encuentran un 51% debajo de lo establecido por la Ordenanza antes mencionada y el 75% de las concentraciones halladas un 36,25% por debajo de los  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De acuerdo al valor del desvío estándar se infiere una gran dispersión de los valores hallados en las concentraciones de las muestras respecto de la media.

### b.1 Análisis de Valores atípicos

Se presenta a continuación (Gráfico 5) un diagrama de caja para el análisis gráfico de las medidas centrales, de posición obtenidas anteriormente. Este diagrama permite detectar valores atípicos.

**Gráfico 5.** Diagrama de Caja concentraciones de  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), noviembre 2012 - julio 2022.

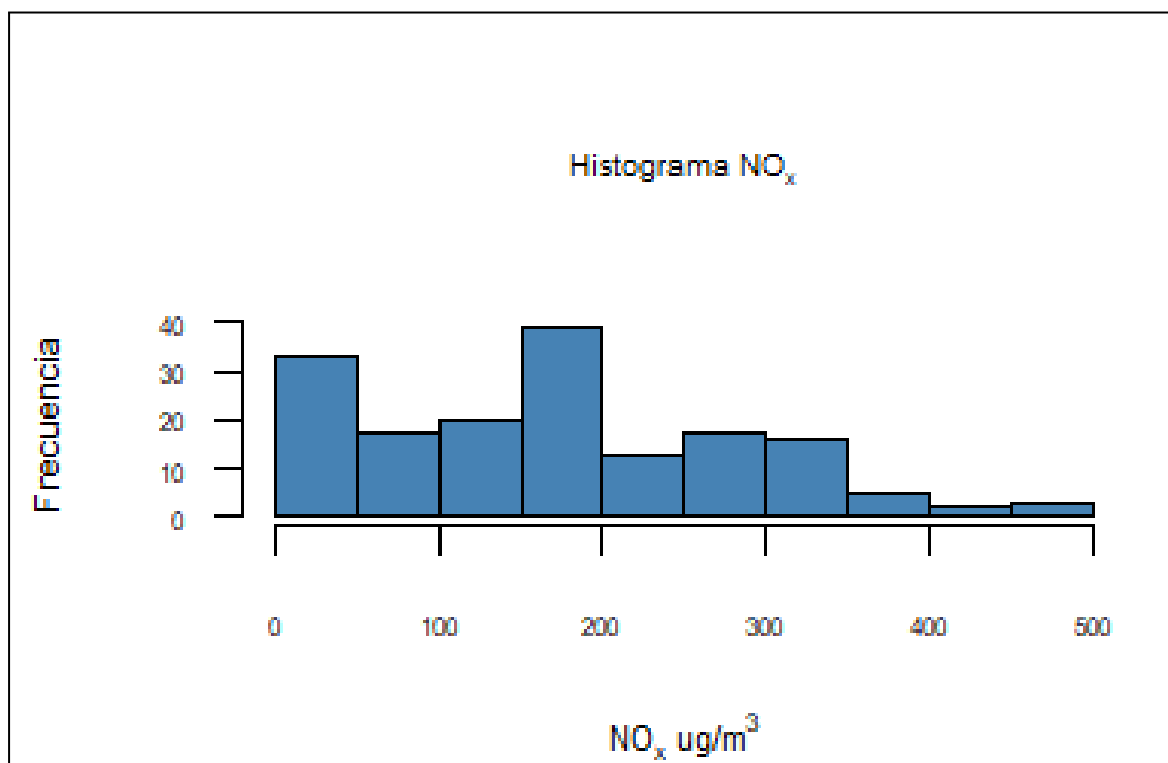


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

En este diagrama se observa que el valor central de la caja, coincidente con la mediana, indica que el 50% son iguales o menores al valor de concentración mensual de  $164 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea inferior de la caja indica el primer cuartil, por lo tanto el 25% de los datos son iguales o menores a una concentración mensual de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea superior, tercer cuartil, de la caja indica que el 75% de los valores son menores o iguales a una concentración mensual de  $255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Asimismo del Gráfico N° 5) se deduce que, para el contaminante y el período en estudio, no se evidencian valores atípicos.

En Gráfico 6 y Cuadro 12 se analizan las frecuencias de los datos obtenidos para el período analizado.

**Gráfico 6.** Diagrama de Frecuencia concentraciones de NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>). noviembre 2012 - julio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y diferentes empresas.

**Cuadro 12.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Nov. 2012 – julio 2022.

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	50	25	29	17,6	29	17,6
50	100	75	21	12,7	50	30,3
100	150	125	19	11,5	69	41,8
150	200	175	40	24,2	109	66,1
200	250	225	13	7,9	122	73,9
250	300	275	17	10,3	139	84,2
300	350	325	16	9,7	155	93,9
350	400	375	5	3	160	97

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
400	450	425	2	1,2	162	98,2
450	500	475	3	1.8	165	100
500	550	525	0	0	165	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y diferentes empresas.

Del cuadro anterior resulta que el 97% de las observaciones se encuentran por debajo de la concentración que no debe ser sobrepasada para un período continuo de 20 minutos según Ordenanza 5820/94.

### b.2 Análisis por Estación o Sitio de Muestreo

Con los datos anteriores se analizan cada uno de los sitios de muestreos. En el Cuadro 13 se muestran las cantidad de observaciones por sitio de muestreo y la fecha inicial y última que se realizaron los muestreos para el período noviembre 2012 - julio 2022.

**Cuadro 13.** Análisis cantidad de muestras por sitios de muestreo de NO<sub>x</sub>, noviembre 2012 – julio 2022

Nº estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha inicio	Fecha última medición
1	1903 5250	1	2018-10	2018-10
2	1903 5300	1	2019-11	2019-11
3	1907 5235	1	2019-06	2019-06
4	513 2900	1	2021-06	2021-06
5	513 2990	1	2021-06	2021-06
6	520 7250	1	2021-06	2021-06
7	541 2975	1	2021-06	2021-06
8	Alberdi 1022 Bis	2	2022-03	2022-06
9	Alberdi 1038 Bis	1	2021-09	2021-09
10	Alberdi 187 Bis	1	2022-06	2022-06
11	Alberdi 191 Bis	2	2021-09	2022-03
12	Alberdi 329 Bis	1	2022-06	2022-06
13	Alberdi 365 Bis	1	2022-03	2022-03
14	Alberdi 369 Bis	1	2021-09	2021-09

N° estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha inicio	Fecha última medición
15	Avellaneda 4804	1	2019-06	2019-06
16	Buenos Aires 931	5	2017-06	2018-12
17	Buenos Aires 937	3	2022-01	2022-07
18	Callao y Saavedra	1	2017-12	2017-12
19	Callao y Uruguay	1	2019-12	2019-12
20	Candia 3350	1	2018-04	2018-04
21	Candia 3390	1	2018-04	2018-04
22	Colombres 1051	1	2019-02	2019-02
23	Colombres 850	1	2019-02	2019-02
24	D.L Granaderos 2562	2	2019-08	2020-02
25	D. L Granaderos 2686	2	2019-08	2020-02
26	Rep. Dominicana 425	2	2017-03	2020-11
27	Entre Ríos 934	2	2022-02	2022-05
28	Funes P. L 2425	1	2017-07	2017-07
29	Funes P.L 2465	1	2017-07	2017-07
30	Gálvez 1051	1	2021-06	2021-06
31	Godoy Cruz 1711	1	2019-08	2019-08
32	Granel Joaquín 3424	1	2018-04	2018-04
33	Juan Pablo II 1340 Bis	1	2017-03	2017-03
34	Juan Pablo II 5665	1	2019-11	2019-11
35	Juan XXIII 7473	1	2018-08	2018-08
36	Maipú 930	3	2022-01	2022-07
37	Mendoza 1416	1	2022-05	2022-05
38	Mendoza 1442	1	2022-02	2022-02
39	Mendoza 1457	4	2017-11	2018-11
40	Mendoza 1462	1	2019-02	2019-02
41	Mendoza 3157	1	2022-03	2022-03
42	Mendoza 3171	1	2021-09	2021-09

N° estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha inicio	Fecha última medición
43	Mendoza 3179	9	2017-01	2022-06
44	Molina 2670	1	2019-08	2019-08
45	Necochea 2601	1	2019-09	2019-09
46	Ocampo y Funes P.L.	1	2017-07	2017-07
47	Rivero y 1822	1	2018-08	2018-08
48	Rodríguez 3450	1	2019-06	2019-06
49	Rodríguez 3451	1	2017-12	2017-12
50	Saavedra y Rodríguez	1	2019-12	2019-12
51	San Juan 1439	8	2017-03	2019-08
52	San Juan 1450	2	2022-02	2022-05
53	San Lorenzo 1443	1	2022-01	2022-01
54	San Lorenzo 1444	29	2012-11	2016-03
55	San Lorenzo 1445	1	2022-04	2022-04
56	San Lorenzo 1511	1	2022-07	2022-07
57	San Luis 1428	1	2022-05	2022-05
58	San Luis 1470	1	2022-02	2022-02
59	San Luis y Cordero	1	2016-10	2016-10
60	San Martín 2756	1	2021-06	2021-06
61	Santa Fe 1430	2	2015-01	2015-02
62	Santa Fe 1530	4	2019-06	2022-07
63	Santa Fe y Cafferata	1	2021-09	2021-09
64	Santa Fe y Caldas	1	2015-10	2015-10
65	Santa Fe e Iriondo	2	2022-03	2022-06
66	Sarmiento 2755	1	2021-06	2021-06
67	Sarmiento 940	1	2022-02	2022-02
68	Sarmiento 944	1	2022-05	2022-05
69	Sucre 550	1	2017-03	2017-03
70	Tucumán 1430	2	2015-01	2015-02

N° estación	Estación	Cantidad de muestras	Fecha inicio	Fecha última medición
71	Tucumán 1450	1	2015-02	2015-02
72	Tucumán 4900	1	2017-03	2017-03
73	Uriburu 5200	1	2019-06	2019-06
74	Uriburu 5201	1	2019-06	2019-06
75	Uriburu 5205	1	2019-06	2019-06
76	Uriburu y 1904	1	2018-10	2018-10
77	Urquiza 1416	1	2022-01	2022-01
78	Urquiza 1429	1	2022-04	2022-04
79	Urquiza 1455	1	2022-07	2022-07
80	Urquiza 1462	6	2017-03	2018-12
81	Urquiza 4900	1	2017-03	2017-03
82	Uruguay 2601	2	2019-06	2019-12
83	Uruguay 2650	2	2019-06	2019-12
84	Uruguay 2665	1	2017-12	2017-12
85	Uruguay y Rodríguez	1	2017-12	2017-12
86	27 de Febrero 3	1	2019-09	2019-09
87	27 de Febrero 41	1	2019-09	2019-09
88	27 de Febrero 93 Bis	1	2019-09	2019-09
89	Vélez Sarsfield 7350	1	2018-01	2018-01
90	Viamonte 5661	1	2017-07	2017-07
91	Virasoro 1050	1	2021-06	2021-06
<b>Total de muestras</b>		<b>165</b>		

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y diferentes empresas.

El sitio de muestreo con mayor cantidad de muestras durante el período analizado es calle San Lorenzo 1444 con 29 observaciones que si se unifican con San Lorenzo 1445 alcanzan las 30 muestras. Se observan muchas estaciones con una sola muestra.

De las estaciones de muestreo que presentan más de una observación se analizan las medidas de tendencia central, dispersión y posición que se presentan en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones por sitio de NO<sub>x</sub> noviembre 2012- julio 2022.

Estación	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana (µg/m <sup>3</sup> )	Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	Mínima (µg/m <sup>3</sup> )	Desvío Estándar
Alberdi 1022 Bis	163,00	163,00	177,00	149,00	19,80
Alberdi 191 Bis	176,00	176,00	191,00	161,00	21,21
Buenos Aires 931	263,80	228,00	344,00	193,00	66,85
Buenos Aires 937	151,67	143,00	172,00	140,00	17,67
D.L Granaderos 2562	46,00	46,00	55,00	37,00	12,73
D.L Granaderos 2686	46,50	46,50	59,00	34,00	17,68
Rep, Dominicana. 425	26,00	26,00	48,00	<b>4,00</b>	31,11
Entre Ríos 934	167,00	167,00	170,00	164,00	4,24
Maipú 930	154,00	155,00	162,00	145,00	8,54
Mendoza 1457	285,75	282,00	305,00	274,00	13,99
Mendoza 3179	229,33	232,00	464,00	74,00	108,10
San Juan 1439	278,75	239,00	<b>469,00</b>	186,00	97,38
San Juan 1450	163,00	163,00	175,00	151,00	16,97
San Lorenzo 1444	270,90	282,00	488,00	59,00	98,52
Santa Fe 1430	288,00	288,00	321,00	255,00	46,67
Santa Fe 1530	273,75	294,00	309,00	198,00	51,02
Santa Fe e Iriondo	158,50	158,50	165,00	152,00	9,19
Tucumán 1430	310,00	310,00	326,00	294,00	22,63
Urquiza 1462	293,67	274,00	441,00	178,00	95,13
Uruguay 2601	95,00	95,00	120,00	70,00	35,36
Uruguay 2650	85,00	85,00	120,00	50,00	49,50

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

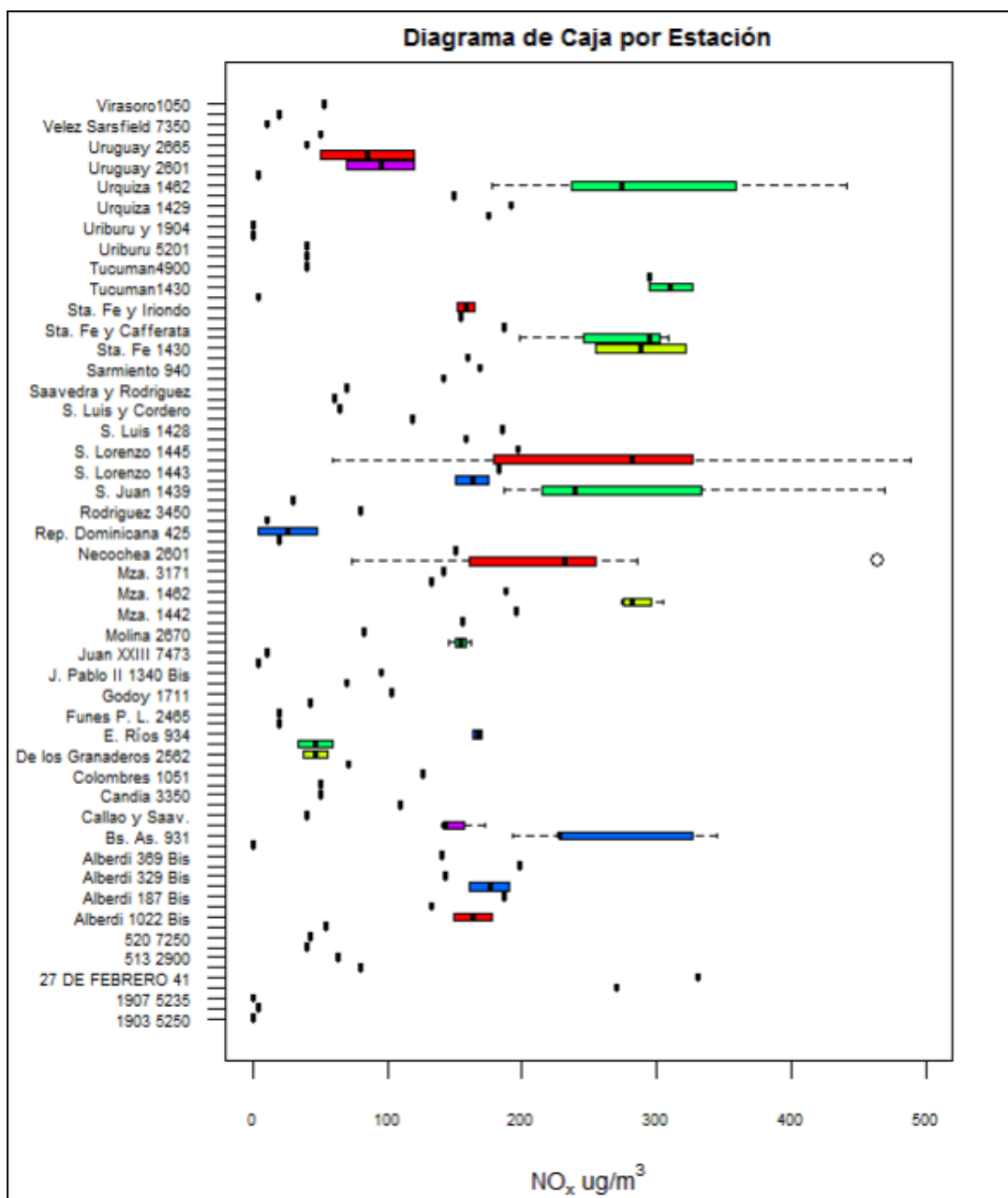
Del Cuadro 14 se advierte que en general cada uno de los sitios de muestreos presenta alta dispersión entre los valores de las concentraciones resultantes con respecto a la media de cada sitio, siendo el ubicado en Entre Ríos 934 el que menor dispersión presenta y el de Mendoza 3179 el de mayor dispersión. Analizando los valores de las medias mensuales y de las medianas halladas en cada estación en las que se le realizaron más de un muestreo se advierte que las mismas se encuentran por debajo de los 400 µg/m<sup>3</sup> establecidos por la Ordenanza 5820/94. El



valor máximo observado es de 469  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la estación de San Juan 1439. El valor mínimo hallado es de 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en Rep, Dominicana. 425.

En el Gráfico 7, se obtiene el diagrama de caja, donde se pueden observar los valores atípicos para cada sitio de muestreo.

**Gráfico 7.** Diagrama de caja por estación para  $\text{NO}_x$ , noviembre 2012 – julio 2022.



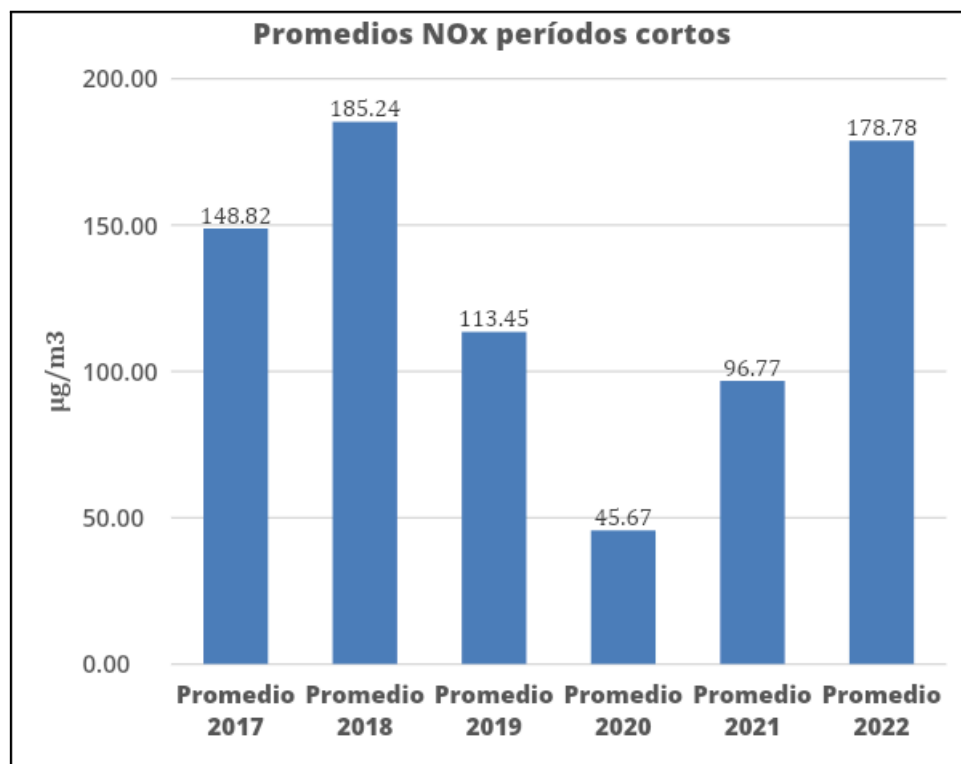
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

Del Gráfico 7 se deduce que solo la estación de Mendoza 3179 presenta valores atípicos, justamente la que presenta mayor dispersión.

### b.3 Análisis promedio anuales

A partir de los datos anteriores se obtienen los promedios anuales de concentración de NO<sub>x</sub> para períodos cortos en la ciudad, que se plasman en el Gráfico 8. Se analiza del período 2017 a julio 2022 dado que se tiene certeza que en ese período han sido agregadas todas las mediciones realizadas y entregadas a esta Dirección por parte de las empresas existentes el registro correspondiente y por UTN FRRo.

**Gráfico 8.** Promedios Anuales de NO<sub>x</sub>, 2017 – julio 2022.

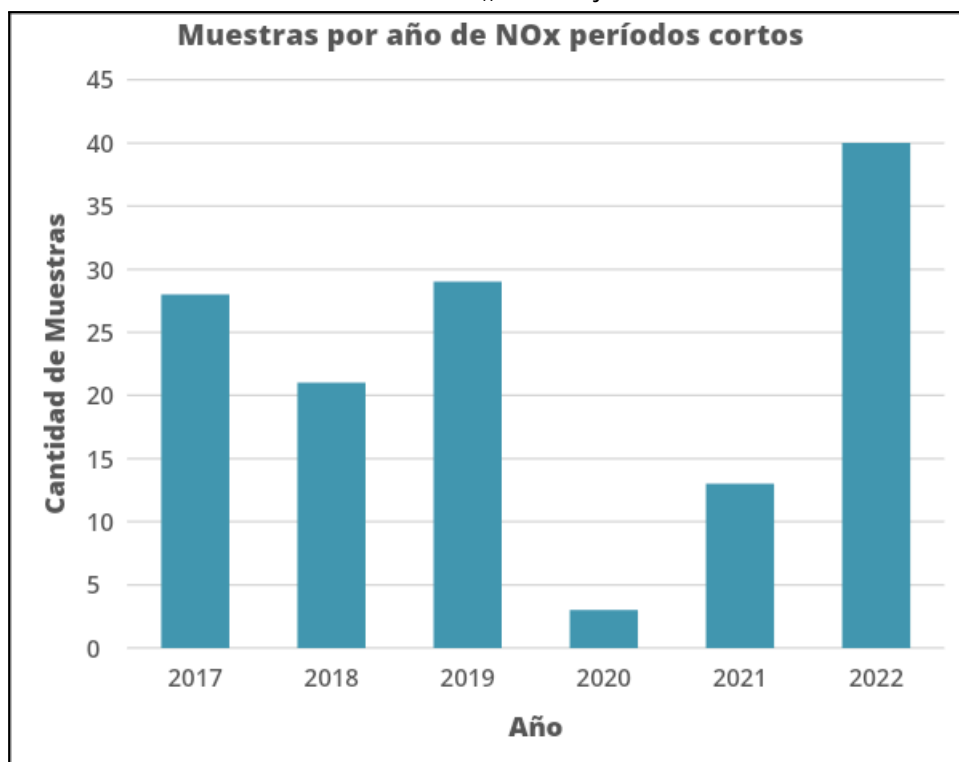


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

De los promedios anuales se infiere que las concentraciones anuales promedio más altas se dan en el año 2018. No obstante, el valor promedio como era de esperar en función de los datos analizados para este contaminante se encuentra muy por debajo de los 400 µg/m<sup>3</sup> establecidos por la Ordenanza 5820/94.

A continuación se grafican las cantidades de muestras tomadas por año, Gráfico 9, donde se advierte que durante 2020 fue el año donde se tomaron menor cantidad de muestras.

**Gráfico 9.** Cantidad de muestras anuales de NO<sub>x</sub>, 2017 – julio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

### c. Material Particulado 10 micrones (PM<sub>10</sub>)

El material particulado (MP) hace referencia a partículas inhalables que pueden ser de diferente tamaño y generalmente se definen por su diámetro aerodinámico. Las principales fuentes pueden tener diferentes orígenes, pero generalmente incluyen actividades domésticas, tráfico y transporte, actividades industriales, plantas de energía, sitios de construcción, quema de desechos e incendios.

Desde octubre de 2012 hasta junio de 2022 se realizaron 366 mediciones en la ciudad de Rosario de Material Particulado 10 micrones (PM<sub>10</sub>), en periodo corto.

Las medidas de tendencia central, dispersión y posición de los resultados obtenidos, se muestran en el Cuadro 15.

**Cuadro 15.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de PM<sub>10</sub>, octubre 2012 – junio 2022.

Mínima	Máxima	Media	Mediana	1° Cuartil	3° Cuartil	Desvío Estándar
0	1160	173,37	125,5	80	220	149,15

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

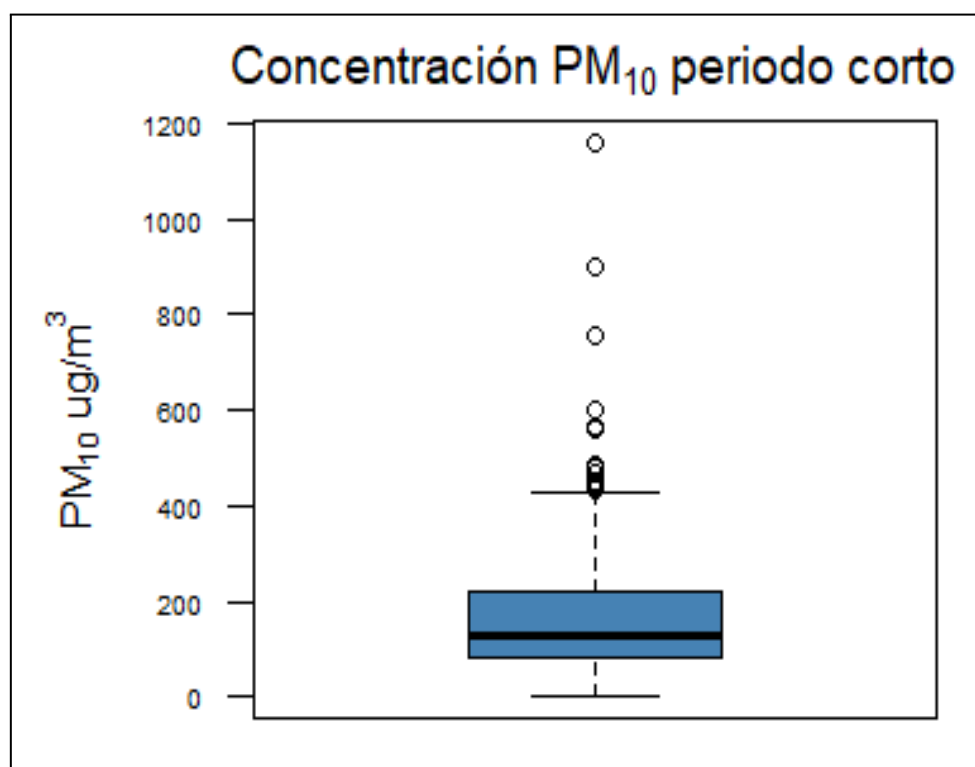
El valor de la media ( $173,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es inferior al límite establecido por la Resolución 201/2004, de la provincia de Santa Fe, para este contaminante en periodos cortos que es igual a  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En función de los valores que adoptan la mediana ( $125,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el tercer cuartil ( $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se deduce que el 50% de las observaciones se encuentran un 74.9% debajo de lo establecido por la Resolución antes mencionada y el 75% de las concentraciones halladas un 56% por debajo de los  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De acuerdo al valor del desvío estándar se infiere una gran dispersión de los valores hallados en las concentraciones de las muestras respecto de la media.

### c.1 Análisis de Valores atípicos

Se presenta a continuación (Gráfico 10) un diagrama de caja para el análisis gráfico de las medidas centrales, de posición obtenidas anteriormente. Este diagrama permite detectar valores atípicos.

**Gráfico 10.** Diagrama de Caja concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  octubre 2012, julio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

En este diagrama se observa que el valor central de la caja, coincidente con la mediana, indica que el 50% son iguales o menores al valor de concentración mensual de  $125,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea inferior de la caja indica el primer cuartil, por lo tanto el 25% de los datos son iguales o menores

a una concentración mensual de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La línea superior, tercer cuartil, de la caja indica que el 75% de los valores son menores o iguales a una concentración mensual de  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los dos segmentos (denominados bigotes) existentes por arriba y debajo de la caja, determinan los límites (superior e inferior) para la detección de valores atípicos. Los bigotes son iguales a 1.5 del rango intercuartílico (IQR), en tanto este producto sea mayor al valor mínimo para el segmento inferior e inferior al valor máximo para el segmento superior. Para el período que estamos analizando el IQR es igual a 140 por lo tanto  $1.5\text{IQR}$  alcanza al valor de 210. Por lo tanto el bigote inferior es igual a  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el bigote superior es igual a  $430 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por lo tanto aquellos valores que se encuentren por debajo de una concentración de 0 y por encima de 430 son los valores atípicos leves. Tal como puede observarse en el Gráfico 10, sólo existen valores atípicos leves superiores.

Asimismo los valores atípicos extremos, son aquellas observaciones que caen fuera del intervalo ( $Q1 - 3\text{IQR}$ ,  $Q3 + 3\text{IQR}$ ). Para el período analizado estos valores atípicos extremos superior (ya que no hay valores atípicos leves inferiores) es de  $640 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Así las observaciones mayores a este último valor serán valores atípicos extremos.

Así, resultan 21 valores atípicos que son las siguientes concentraciones: **898**, 598, 560, 448, 440, 483, 445, 449 **898**, **1160**, **759**, 569, 450, 434, 434, 434, 471, 477, 446, 434, 477 y se resumen en el Cuadro 16.

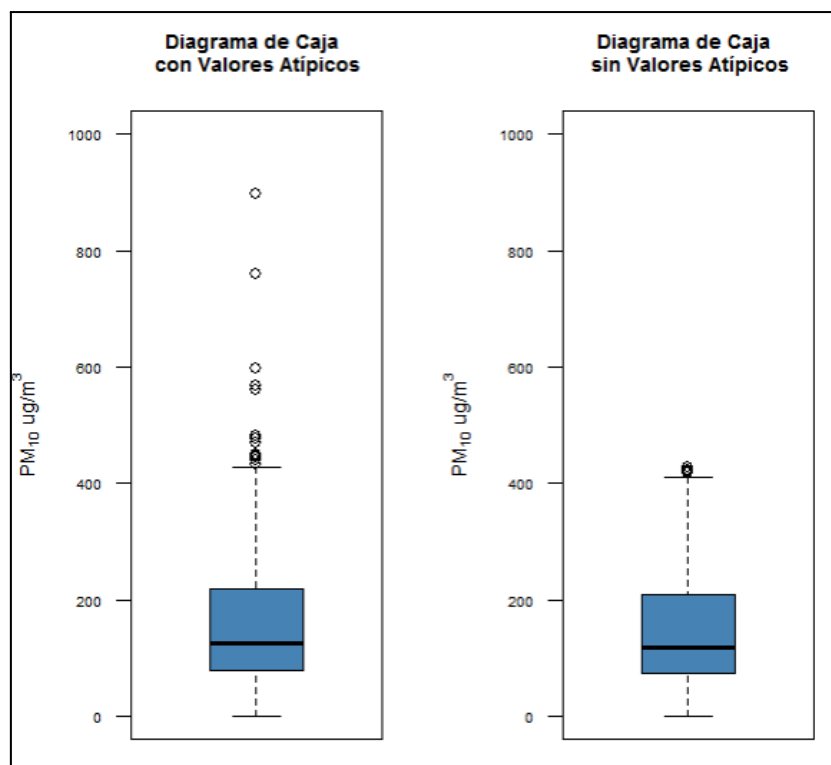
**Cuadro 16.** Resumen de valores atípicos de concentraciones de  $\text{PM}_{10}$ , octubre 2012 junio 2022

Límite Inferior VA Leves	Límite Superior VA Leves	Cantidad VA Leves	Límite Inferior VA Extremos	Límite Superior VA Extremos	Cantidad VA Extremos
430	0	17	0	640	4

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

En el Gráfico 11 se comparan los diagramas de caja con los valores atípicos y sin los valores atípicos

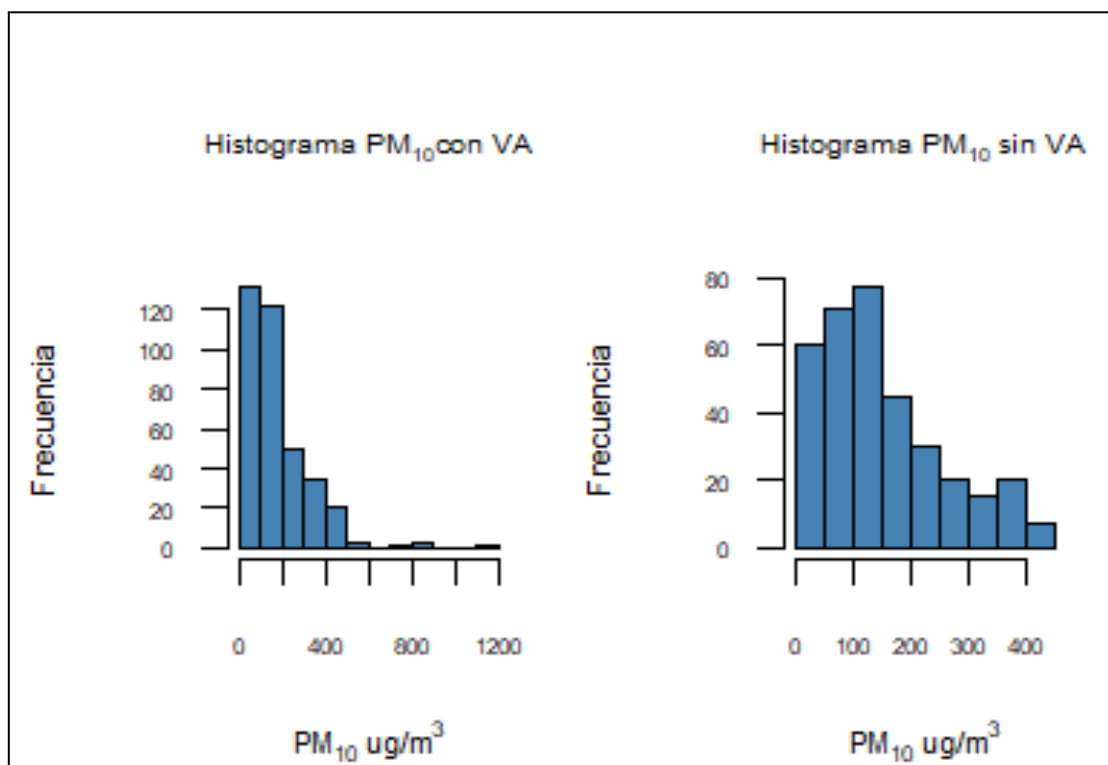
**Gráfico 11.** Comparación de Diagrama de Caja concentraciones de  $\text{PM}_{10}$ , oct. 2012-jun. 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

En Gráfico 12 y en los Cuadros 17 y 18 se analizan las frecuencias de los datos obtenidos para el período analizado.

**Gráfico 12.** Diagrama de Frecuencia concentraciones de PM<sub>10</sub>, octubre 2012-junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO y por empresas.

**Cuadro 17.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de PM<sub>10</sub>, octubre 2012 – junio 2022

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	50	25	58	15.8	58	15.8
50	100	75	65	17.8	123	33.6
100	150	125	84	23	207	56.6
150	200	175	43	11.7	250	68.3
200	250	225	33	9	283	77.3
250	300	275	19	5.2	302	82.5
300	350	325	15	4.1	317	86.6
350	400	375	20	5.5	337	92.1
400	450	425	17	4.6	354	96.7
450	500	475	5	1.4	359	98.1
500	550	525	0	0	359	98.1
550	600	575	3	0.8	362	98.9
600	650	625	0	0	362	98.9
650	700	675	0	0	362	98.9
700	750	725	0	0	362	98.9
750	800	775	1	0.3	363	99.2
800	850	825	0	0	363	99.2
850	900	875	2	0.5	365	99.7
900	950	925	0	0	365	99.7
950	1000	975	0	0	365	99.7
1000	1050	1025	0	0	365	99.7
1050	1100	1075	0	0	365	99.7
1100	1150	1125	0	0	365	99.7
1150	1200	1175	1	0.3	366	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO y por empresas.

**Cuadro 18.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de PM<sub>10</sub> sin valores atípicos, oct. 2012 – jun. 2022.

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	50	25	58	16.8	58	16.8
50	100	75	65	18.8	123	35.7
100	150	125	84	24.3	207	60
150	200	175	43	12.5	250	72.5
200	250	225	33	9.6	283	82
250	300	275	19	5.5	302	87.5
300	350	325	15	4.3	317	91.9
350	400	375	20	5.8	337	97.7
400	450	425	8	2.3	345	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO y por empresas.

Del Cuadro 17, se advierte que el 98.1% de los valores observados (concentraciones para períodos cortos) se encuentran por debajo de la concentración que no debe ser sobrepasada para un período continuo de 20 minutos que es de 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , según la Resolución Provincial 201/04. Del Cuadro 18 se deduce que al eliminar los valores atípicos el 100% de las observaciones cumplen con la Resolución antes mencionada.

### c.2 Análisis de los datos sin Valores atípicos

Al eliminar los valores atípicos, quedan 345 observaciones y obtenemos las siguientes medidas de tendencia central, dispersión y posición que se muestran en el Cuadro 19.

**Cuadro 19.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  sin valores atípicos, octubre 2012 – junio 2022.

Mínima Sin VA	Máxima Sin VA	Media Sin VA	Mediana Sin VA	1° Cuartil Sin VA	3° Cuartil Sin VA	Desvío Estándar Sin VA
0	428	149.83	119	75	209	107.67

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

Como se advierte de los cuadros 15 y 19 los valores de los cuartiles si bien disminuyen no se observa gran variación. El valor máximo disminuye en un 63%, lo que sin dudas tiene implicancias en la disminución de la media. En cuanto al desvío estándar si bien disminuye aún sigue indicando una gran dispersión de las observaciones respecto de la media.

### c.3 Análisis por Estación o Sitio de Muestreo

A partir del conjunto de datos del período analizado, se muestran en el Cuadro 20 las cantidades de observaciones por sitio de muestreo, indicando las fechas de inicio y la de la última medición en cada uno de ellos.

**Cuadro 20.** Análisis de cantidad de muestra por sitio de muestreo de  $\text{PM}_{10}$ , oct. 2012 – jun. 2022

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
1	Colombia 661 Bis	6	2012-10	2021-07
2	Ecuador 645 Bis	7	2012-10	2021-07
3	French Domingo 6985	2	2012-10	2012-10
4	Paso Juan Jose 6939	3	2012-10	2016-08
5	Paso Juan Jose 6951	2	2012-10	2017-10
6	Humberto Primero 1255	5	2014-01	2022-01
7	Humberto Primero 1291	4	2014-01	2019-09
8	Mar Del Plata 230	4	2014-01	2019-09
9	1903 5250	2	2014-09	2016-03
10	1904 4650	3	2014-09	2019-10
11	Uriburu Pte. Jose Evarist 5200	3	2014-09	2019-06
12	Uriburu Pte. Jose Evarist 5300	1	2014-09	2014-09
13	Veintisiete De Febrero 1577	2	2014-12	2018-02
14	Colombia 1550 Bis	2	2015-04	2021-10
15	Juan Pablo li 1340 Bis	3	2015-04	2021-10
16	Juan Pablo li 1490 Bis	3	2015-04	2021-10



N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
17	Justo Juan B 7480	2	2015-04	2021-10
18	Amenabar Jose De 3550	6	2015-05	2019-10
19	Gaboto Sebastian 3550	4	2015-05	2019-10
20	San Nicolás 3010	5	2015-05	2019-10
21	San Nicolás 3080	5	2015-05	2019-10
22	Aurora 3160	1	2015-06	2015-06
23	Boman Eric 3179	1	2015-06	2015-06
24	Francia 5220	1	2015-06	2015-06
25	Francia 5280	1	2015-06	2015-06
26	511 3204	4	2015-07	2019-11
27	520 6960	3	2015-07	2019-11
28	Candía Domingo 3090	4	2015-07	2019-08
29	Conway Maria E 3053	5	2015-07	2019-08
30	Conway Maria E 3081	5	2015-07	2019-08
31	Conway Maria E 3320	1	2015-07	2015-07
32	Santa Maria 3640	2	2015-07	2018-07
33	Santa Maria Int. Veinticuatro De Septiembre	2	2015-07	2018-07
34	Segui Juan Francisco 3370	2	2015-07	2022-03
35	Segui Juan Francisco Int. Santa Maria	2	2015-07	2018-07
36	Peron Eva 4178	3	2015-12	2017-11
37	Petion 735	6	2015-12	2022-02
38	Petion 766	4	2015-12	2021-09
39	Valparaíso 775	3	2015-12	2017-11
40	Mar Del Plata 207	3	2016-02	2019-09
41	Uriburu Pte. Jose Evarist Int. 1904	1	2016-03	2016-03
42	Santiago 4836	2	2016-04	2017-08
43	Colombia 645 Bis	2	2016-08	2017-10
44	Coulin Dr. Roque F 1570	1	2016-10	2016-10
45	Coulin Dr. Roque F 1580	2	2016-10	2019-01
46	Roca Pte. Julio Argentino 4525	2	2016-10	2019-01
47	Vera Mujica Francisco 3830	1	2016-10	2016-10
48	Vera Mujica Francisco 3898	1	2016-10	2016-10
49	Yugoslavia República 4580	1	2016-10	2016-10
50	Amenabar Jose De 3570	1	2016-12	2016-12
51	Dominicana República 425	3	2017-03	2020-11
52	Juan Pablo li 1400 Bis	1	2017-03	2017-03
53	Sucre Antonio Jose De 550	2	2017-03	2019-05
54	Tucuman 4900	2	2017-03	2019-05
55	Urquiza Gral. Justo Jose 4900	2	2017-03	2019-05
56	De Los Granaderos 2686	6	2017-05	2020-11
57	Molina Manuel Ignacio 2670	3	2017-05	2019-08
58	Conway Maria E 3029	4	2017-06	2019-08
59	1849 6700	2	2017-07	2020-11
60	Arevalo Domingo S De 7302	1	2017-07	2017-07
61	Brasil 151	1	2017-07	2017-07
62	Casilda 7250	1	2017-07	2017-07
63	Funes Pedro Lino 2425	1	2017-07	2017-07
64	Funes Pedro Lino 2465	1	2017-07	2017-07
65	Jauretche Arturo 6950	1	2017-07	2017-07
66	Jauretche Arturo 6990	1	2017-07	2017-07
67	Juan Pablo li 3600	2	2017-07	2020-11
68	Juan Pablo li 3749	3	2017-07	2020-11

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
69	Juan Pablo II Int. Juan XXIII	3	2017-07	2020-11
70	Mejico 190	1	2017-07	2017-07
71	Ocampo Int. Funes Pedro Lino	1	2017-07	2017-07
72	Peron Pte. Juan Domingo 6990	1	2017-07	2017-07
73	Peron Pte. Juan Domingo 6998	1	2017-07	2017-07
74	Viamonte Juan Jose 5661	1	2017-07	2017-07
75	Batlle Y Ordoñez Jose 2350	4	2017-08	2021-03
76	Juarez Benito 2451	1	2017-08	2017-08
77	Pueyrredon Juan Martin De 4836	1	2017-08	2017-08
78	511 3150	4	2017-11	2022-01
79	Lagos Ovidio 6900	1	2017-11	2017-11
80	Callao Int. Saavedra Cornelio	1	2017-12	2017-12
81	Godoy Cruz Tomás 1691	1	2017-12	2017-12
82	Rodriguez Martin 3450	3	2017-12	2022-04
83	Uruguay República Orienta 2650	4	2017-12	2022-02
84	Uruguay República Orienta Int. Rodriguez Martin	2	2017-12	2019-06
85	Velez Sarsfield Dalmacio 7350	1	2018-01	2018-01
86	Galvez Jose 1570	1	2018-02	2018-02
87	Galvez Jose 1590	1	2018-02	2018-02
88	Galvez Jose Int. Roca Pte. Julio Argentino	1	2018-02	2018-02
89	Ombu 2690	2	2018-03	2019-01
90	Candia Domingo 3350	1	2018-04	2018-04
91	Candia Domingo 3390	1	2018-04	2018-04
92	Granel Joaquin 3424	1	2018-04	2018-04
93	Segui Juan Francisco 3770	1	2018-07	2018-07
94	Galvez Jose 1051	2	2018-08	2021-06
95	Juan XXIII 7473	1	2018-08	2018-08
96	Rivero Gaucho Antonio Int. 1822	1	2018-08	2018-08
97	San Martin Gral. Jose 2756	2	2018-08	2021-06
98	Sarmiento Domingo Faustin 2755	2	2018-08	2021-06
99	Virasoro Gral. Benjamin 1050	3	2018-08	2022-01
100	Biedma Crnel. Manuel 3150	1	2018-10	2018-10
101	Biedma Crnel. Manuel 3171	1	2018-10	2018-10
102	Fragata Sarmiento 2105	1	2018-11	2018-11
103	Fragata Sarmiento 2161	1	2018-11	2018-11
104	Juan Pablo II 8050	3	2018-11	2021-03
105	Juan Pablo II Int. Alvear Gral. Carlos Mari	3	2018-11	2021-03
106	Juan Pablo II Int. Santiago	3	2018-11	2021-03
107	Oroño Nicasio 4551	1	2018-11	2018-11
108	Uriburu Pte. Jose Evarist 2120	2	2018-11	2022-04
109	Callao 6002	3	2019-01	2019-01
110	Coulin Dr. Roque F Int. Roca Pte. Julio Argentino	1	2019-01	2019-01
111	Coulin Dr. Roque F Int. Yugoslavia República	2	2019-01	2022-01
112	San Francisco Solano 2650	1	2019-01	2019-01
113	Cullen Domingo 211 Bis	1	2019-04	2019-04
114	Cullen Domingo 227 Bis	1	2019-04	2019-04
115	Fraga Cnel. Rosendo Maria 212 Bis	2	2019-04	2022-02
116	Junín 6490	1	2019-04	2019-04
117	Uruguay República Orienta 2601	2	2019-06	2019-12
118	Avellaneda Nicolas 5910	1	2019-08	2019-08

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
119	Batlle Y Ordoñez Jose 3750	1	2019-08	2019-08
120	Batlle Y Ordoñez Jose 3790	1	2019-08	2019-08
121	De Los Granaderos 2562	3	2019-08	2020-07
122	Ombu 3770	2	2019-08	2022-01
123	Provincias Unidas 4500	2	2019-08	2021-01
124	Provincias Unidas Int. Uriburu Pte. Jose Evarist	2	2019-08	2021-01
125	Rosa Jose Maria 5100	2	2019-08	2021-01
126	Uriburu Pte. Jose Evarist Int. Rosa Jose Maria	2	2019-08	2021-01
127	Centeno Cnel. Damaso 1650	1	2019-09	2019-09
128	España 4001	1	2019-09	2019-09
129	Necochea Gral. Mariano 2601	1	2019-09	2019-09
130	Roca Pte. Julio Argentino 4002	1	2019-09	2019-09
131	Roca Pte. Julio Argentino 4050	1	2019-09	2019-09
132	Veintisiete De Febrero 3	1	2019-09	2019-09
133	Veintisiete De Febrero 41	1	2019-09	2019-09
134	Veintisiete De Febrero 93 Bis	1	2019-09	2019-09
135	Juan XXIII 6770	1	2019-11	2019-11
136	Callao Int. Uruguay República Oriental	1	2019-12	2019-12
137	Saavedra Cornelio Int. Rodriguez Martin	2	2019-12	2022-02
138	Bolivia 1928	1	2020-01	2020-01
139	Bolivia 1961	1	2020-01	2020-01
140	Bolivia 1991	1	2020-01	2020-01
141	Provincias Unidas 1928	1	2020-01	2020-01
142	Calfucura Int. Molina Manuel Ignacio	2	2020-02	2020-07
143	Godoy Cruz Tomás 1711	2	2020-02	2020-07
144	Gutierrez Juan Maria 2450	1	2020-08	2020-08
145	Barra Federico De La 2532	2	2020-10	2021-01
146	Campbell 2551	1	2020-10	2020-10
147	Isern Eduardo Angel 7690	1	2020-10	2020-10
148	Jauretche Arturo 7649	1	2020-10	2020-10
149	Jauretche Arturo 7697	1	2020-10	2020-10
150	Larralde Crisologo 3399	1	2020-10	2020-10
151	Ocampo 6237	3	2020-10	2022-03
152	Veintisiete De Febrero 6238	3	2020-10	2022-03
153	Calfucura Int. Ongamira	1	2020-11	2020-11
154	Belgrano Gral. Manuel 3811	2	2020-12	2021-12
155	Belgrano Gral. Manuel 3893	1	2020-12	2020-12
156	Beruti Antonio Luis 3811	2	2020-12	2020-12
157	Ocampo Int. Barra Federico De La	1	2021-01	2021-01
158	Junín 6376	1	2021-02	2021-02
159	Bielsa Rafael 7350	3	2021-03	2022-03
160	Bielsa Rafael 7390	2	2021-03	2021-12
161	Esquiú Fray Mamerto 7321	2	2021-03	2021-12
162	Esquiú Fray Mamerto 7341	1	2021-03	2021-03
163	Esquiú Fray Mamerto 7371	1	2021-03	2021-03
164	Esquiú Fray Mamerto 7391	1	2021-03	2021-03
165	513 2900	1	2021-06	2021-06
166	513 2990	1	2021-06	2021-06
167	520 7250	1	2021-06	2021-06
168	541 2975	1	2021-06	2021-06
169	Avellaneda Nicolas 760	1	2021-09	2021-09

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
170	Petion 790	1	2021-09	2021-09
171	Avellaneda Nicolas 768	1	2021-11	2021-11
172	Ayolas Juan De 300 Bis	1	2021-12	2021-12
173	Belgrano Gral. Manuel 4100	1	2021-12	2021-12
174	Favario Eduardo 8050	1	2021-12	2021-12
175	Schmild Utz 3810	3	2021-12	2022-06
176	Segui Juan Francisco 8166	1	2021-12	2021-12
177	Carballo Luis Candido Int. Avellaneda Nicolas	1	2022-01	2022-01
178	Avellaneda Nicolas 758	1	2022-02	2022-02
179	Avellaneda Nicolas 774	1	2022-02	2022-02
180	Cafferata Juan Manuel Int. Santa Fe	1	2022-02	2022-02
181	Gorriti Jose Ignacio 7310	1	2022-03	2022-03
182	Lagos Ovidio Int. Arijon Manuel	1	2022-03	2022-03
183	Baigorria Juan Bautista Int. De Los Granaderos	1	2022-04	2022-04
184	Callao 3451	1	2022-04	2022-04
185	Callao 3622	1	2022-04	2022-04
186	Cullen Domingo Int. Tucuman	1	2022-04	2022-04
187	Lagos Ovidio 3653	1	2022-04	2022-04
188	Oroño Nicasio 4750	1	2022-04	2022-04
189	Peron Eva Int. Cullen Domingo	1	2022-04	2022-04
190	Peron Eva Int. Fraga Cnel. Rosendo Maria	1	2022-04	2022-04
191	Urquiza Gral. Justo Jose 6350	1	2022-04	2022-04
192	Ayolas Juan De Int. Belgrano Gral. Manuel	1	2022-05	2022-05
193	España 4850	1	2022-05	2022-05
194	Juarez Benito Int. España	1	2022-05	2022-05
195	Juarez Benito Int. Maida	1	2022-05	2022-05
196	Pizzi Rogelo Luis 299 Bis	1	2022-05	2022-05
197	Virasoro Gral. Benjamin 330 Bis	2	2022-05	2022-06
198	Genova Int. Avellaneda Nicolas	1	2022-06	2022-06
199	Rondeau Gral. Jose Int. Baigorria Juan Bautista	1	2022-06	2022-06
200	Tuella Pedro 971 Bis	1	2022-06	2022-06
<b>Total muestras</b>		<b>366</b>		

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.y empresas

El sitio de muestreo con mayor cantidad de muestras durante el período analizado es Ecuador 645 bis con 7 observaciones. Se observan muchas estaciones con una sola muestra.

Tomando el conjunto de datos sin los valores atípicos se analizan las medidas de tendencia central, dispersión y posición para cada estación de muestreo que cuente con más de una observación y se presentan en el Cuadro 21.

**Cuadro 21.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones por sitio de PM<sub>10</sub>, octubre 2012 – junio 2022

Estación	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desvío Estándar
1849 6700	136,50	136,50	151,00	122,00	20,51
1903 5250	48,50	48,50	49,00	48,00	0,71
1904 4650	58,33	55,00	80,00	40,00	20,21
511 3204	120,75	134,00	213,00	2,00	94,89
520 6960	60,67	86,00	86,00	10,00	43,88
Amenabar Jose De 3550	117,33	109,00	168,00	91,00	27,19
Barra Federico De La 2532	217,50	217,50	345,00	90,00	180,31
Batlle Y Ordoñez Jose 2350	115,50	103,50	195,00	60,00	57,01
Belgrano Gral. Manuel 3811	260,00	260,00	410,00	110,00	212,13
Beruti Antonio Luis 3811	180,00	180,00	230,00	130,00	70,71
Bielsa Rafael 7350	259,67	312,00	397,00	70,00	169,67
Bielsa Rafael 7390	169,00	169,00	269,00	69,00	141,42
Calfucura int. Molina Manuel Ignacio	116,50	116,50	154,00	79,00	53,03
Callao 6002	119,33	117,00	143,00	98,00	22,59
Candia Domingo 3090	84,25	69,00	160,00	39,00	52,44
Colombia 1550 Bis	132,00	132,00	154,00	110,00	31,11
Colombia 645 Bis	70,00	70,00	80,00	60,00	14,14
Colombia 661 Bis	59,00	70,00	100,00	12,00	38,22
Conway Maria E 3029	74,75	60,00	131,00	48,00	39,17
Conway Maria E 3053	96,80	75,00	260,00	37,00	93,19
Conway Maria E 3081	73,80	72,00	131,00	33,00	42,69
Coulin Dr. Roque F 1580	101,50	101,50	106,00	97,00	6,36
Coulin Dr. Roque F Int. Yugoslavia República	124,00	124,00	134,00	114,00	14,14
De Los Granaderos 2562	169,33	161,00	288,00	59,00	114,73
De Los Granaderos 2686	202,00	150,00	<b>422,00</b>	86,00	149,82
Dominicana República 425	127,00	130,00	141,00	110,00	15,72
Ecuador 645 Bis	81,71	30,00	390,00	<b>0,00</b>	139,24
Esquiú Fray Mamerto 7321	217,00	217,00	367,00	67,00	212,13
Fraga Cnel. Rosendo Maria 212 Bis	348,00	348,00	397,00	299,00	69,30
French Domingo 6985	6,00	6,00	6,00	6,00	0,00
Gaboto Sebastian 3550	101,75	98,00	119,00	92,00	11,84
Galvez Jose 1051	209,50	209,50	299,00	120,00	126,57
Godoy Cruz Tomás 1711	101,50	101,50	111,00	92,00	13,44
Humberto Primero 1255	102,33	132,00	159,00	16,00	75,98
Humberto Primero 1291	186,67	209,00	329,00	22,00	154,71
Juan Pablo Ii 1340 Bis	178,67	210,00	254,00	72,00	94,96
Juan Pablo Ii 1490 Bis	173,33	180,00	229,00	111,00	59,28
Juan Pablo Ii 3600	143,60	143,60	177,00	110,20	47,23
Juan Pablo Ii 3749	164,77	186,00	204,00	104,30	53,13
Juan Pablo Ii 8050	169,00	155,00	216,00	136,00	41,80
Juan Pablo II int. Alvear Gral. Carlos	209,67	186,00	259,00	184,00	42,74
JUAN PABLO II Int. JUAN XXIII	165,67	119,00	263,00	115,00	84,32
JUAN PABLO II Int. SANTIAGO	149,33	126,00	214,00	108,00	56,72
Justo Juan B 7480	169,00	169,00	198,00	140,00	41,01
Mar Del Plata 207	164,00	164,00	299,00	29,00	190,92
Mar Del Plata 230	199,33	190,00	389,00	19,00	185,18
Molina Manuel Ignacio 2670	315,67	384,00	390,00	173,00	123,59
Ocampo 6237	105,00	105,00	200,00	10,00	134,35
Ombu 2690	175,50	175,50	208,00	143,00	45,96
Ombu 3770	316,50	316,50	403,00	230,00	122,33
Paso Juan Jose 6939	74,67	50,00	170,00	4,00	85,70
Paso Juan Jose 6951	32,00	32,00	60,00	4,00	39,60

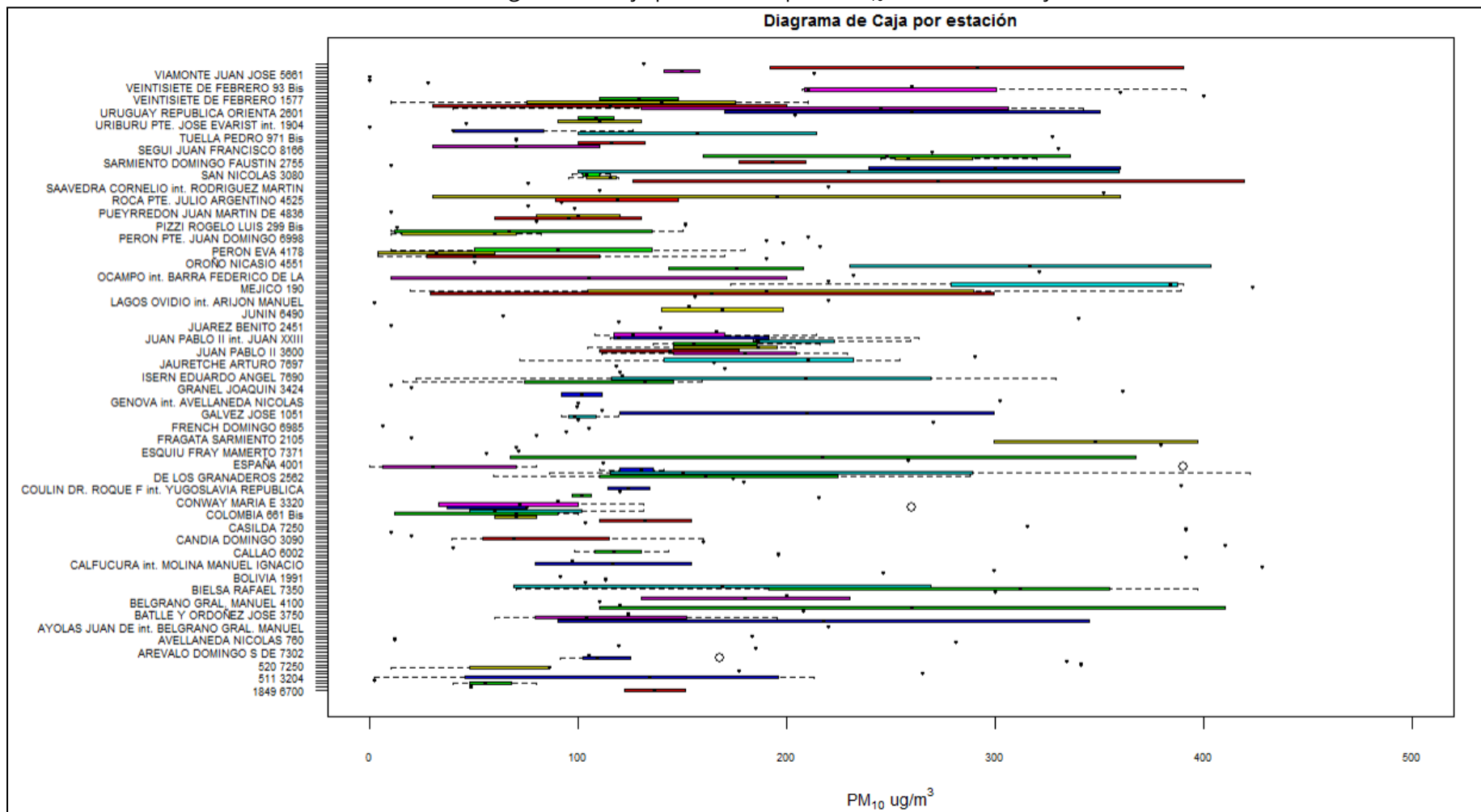
Estación	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desvío Estándar
Peron Eva 4178	93,33	90,00	180,00	10,00	85,05
Petion 735	47,40	60,00	82,00	10,00	32,85
Petion 766	73,25	66,50	150,00	10,00	72,36
Provincias Unidas 4500	95,00	95,00	130,00	60,00	49,50
PROVINCIAS UNIDAS Int. URIBURU PTE. JOSE EVARIST	100,00	100,00	120,00	80,00	28,28
Roca Pte. Julio Argentino 4525	118,50	118,50	148,00	89,00	41,72
Rodriguez Martin 3450	195,00	195,00	360,00	30,00	233,35
Rosa Jose Maria 5100	110,00	110,00	110,00	110,00	0,00
San Martin Gral. Jose 2756	272,50	272,50	419,00	126,00	207,18
San Nicolás 3010	110,20	115,00	119,00	95,00	10,38
San Nicolás 3080	105,60	104,00	115,00	97,00	7,02
Santa Maria 3640	229,50	229,50	359,00	100,00	183,14
Santa Maria Int. Veinticuatro De Septiembre	299,50	299,50	360,00	239,00	85,56
Santiago 4836	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
Sarmiento Domingo Faustin 2755	193,00	193,00	209,00	177,00	22,63
Schild Utz 3810	274,33	258,00	320,00	245,00	40,08
Segui Juan Francisco 3370	248,00	248,00	336,00	160,00	124,45
Segui Juan Francisco Int. Santa Maria	69,95	69,95	110,00	29,90	56,64
Sucre Antonio Jose De 550	116,00	116,00	132,00	100,00	22,63
Tucuman 4900	70,00	70,00	70,00	70,00	0,00
Uriburu Pte. Jose Evarist 2120	157,00	157,00	214,00	100,00	80,61
Uriburu Pte. Jose Evarist 5200	68,67	40,00	126,00	40,00	49,65
Uriburu Pte. Jose Evarist Int. Rosa Jose Maria	110,00	110,00	130,00	90,00	28,28
Urquiza Gral. Justo Jose 4900	108,50	108,50	117,00	100,00	12,02
Uruguay República Orienta 2601	260,00	260,00	350,00	170,00	127,28
Uruguay República Orienta 2650	218,00	245,00	342,00	40,00	128,80
Uruguay República Orienta Int. Rodriguez Martin	115,00	115,00	200,00	30,00	120,21
Valparaíso 775	120,00	140,00	210,00	10,00	101,49
Veintisiete De Febrero 1577	129,00	129,00	148,00	110,00	26,87
Veintisiete De Febrero 6238	269,33	210,00	391,00	207,00	105,38
Virasoro Gral. Benjamin 1050	149,50	149,50	158,00	141,00	12,02
Virasoro Gral. Benjamin 330 Bis	291,00	291,00	390,00	192,00	140,01

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO.y empresas

Del Cuadro 21 se advierte que en general cada uno de los sitios de muestreos presenta alta dispersión entre los valores de las concentraciones resultantes con respecto a la media de cada sitio. Los sitios ubicados en 1903 5250, French 6985, Rosa José María 5100, Santiago 4836 y Tucumán 4900, todos con dos muestras tomadas en el período analizado, los que menores dispersión presentan y el de Rodríguez 3450 el de mayor dispersión. Analizando los valores de las medias mensuales y de las medianas halladas en cada estación en las que se le realizaron más de un muestra se advierte que las mismas se encuentran por debajo de los  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecidos por la Resolución Provincial 201/04. El valor máximo observado es de  $422 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la estación de De los Granaderos 2686. El valor mínimo hallado es de  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en Ecuador 645 Bis.

En el Gráfico 13, se obtiene el diagrama de caja, donde se pueden observar los valores atípicos para cada sitio de muestreo.

Gráfico 13. Diagrama de caja por estación para PM<sub>10</sub> octubre 2012 – junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRO.y empresas

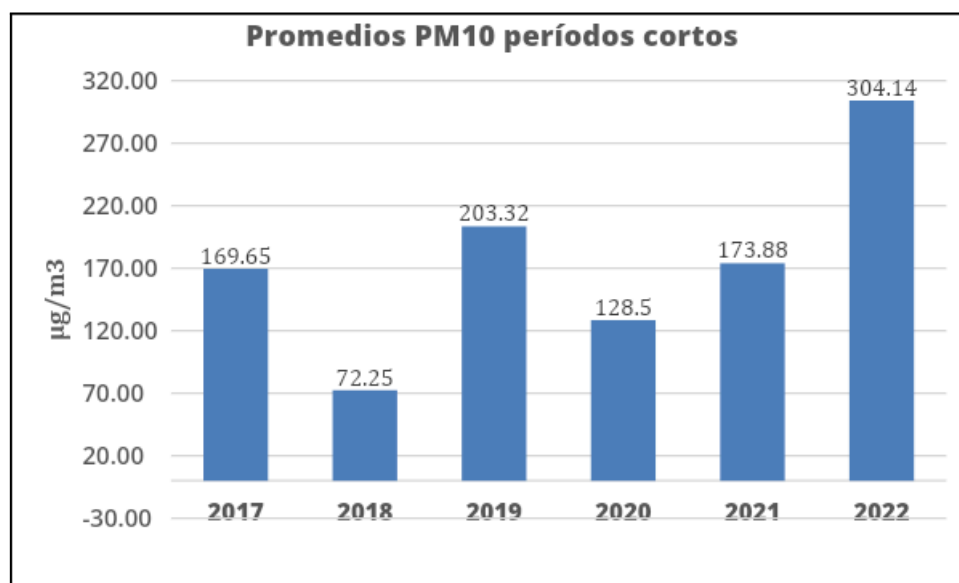


Del Gráfico 13 se deduce que sólo tres estaciones presentan valores atípicos.

### b.3 Análisis promedio anuales

A partir de los datos anteriores se obtienen los promedios anuales de concentración de  $PM_{10}$  para períodos cortos en la ciudad, que se plasman en el Gráfico 14. Se analiza del período 2017 a junio 2022 dado que se tiene certeza que en ese período han sido agregadas todas las mediciones realizadas y entregadas a esta Dirección por parte de las empresas existentes el registro correspondiente y por UTN FRRo.

**Gráfico 14.** Promedios Anuales de  $PM_{10}$ , 2017 – junio 2022.

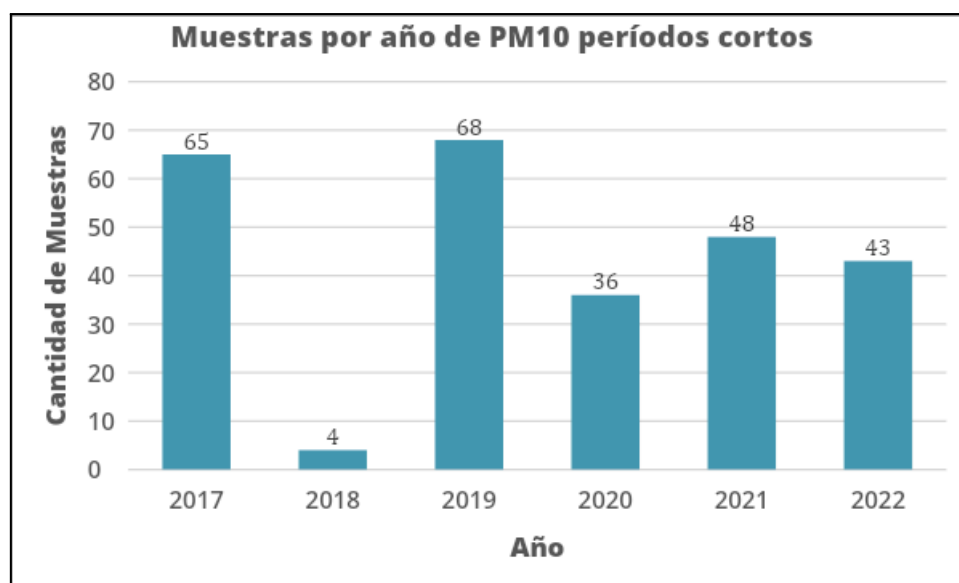


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

De los promedios anuales se infiere que las concentraciones anuales promedio más altas se dan en el año 2022. No obstante, el valor promedio como era de esperar en función de los datos analizados para este contaminante se encuentra muy por debajo de los  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecidos por la Resolución 201/04.

A continuación se grafican las cantidades de muestras tomadas por año, Gráfico 15, donde se advierte que durante 2018 y seguido de 2020 fueron los años donde se tomaron menor cantidad de muestras.

**Gráfico 15.** Cantidad de muestras anuales de PM<sub>10</sub>, 2017 – junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

#### d. Material Particulado Sedimentable en 30 días

El material particulado sedimentable se compone por partículas sólidas y/o líquidas, derivadas de procesos de combustión o compuestos, que estando suspendidos y dispersos en el aire se pueden sedimentar por gravedad debido a su tamaño.

Se realizaron 533 mediciones en la ciudad de Rosario de Material Particulado Sedimentable (MPS) en 30 días, desde enero de 2012 hasta junio de 2022.

Las medidas de tendencia central, dispersión y posición de los resultados obtenidos, se muestran en el Cuadro 22.

**Cuadro 22.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de MPS en 30 días, 2012 – jun 2022

Mínima	Máxima	Media	Mediana	1° Cuartil	3° Cuartil	Desvío Estándar
0	40	1.08	0,7	0,4	0,9	3,08

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

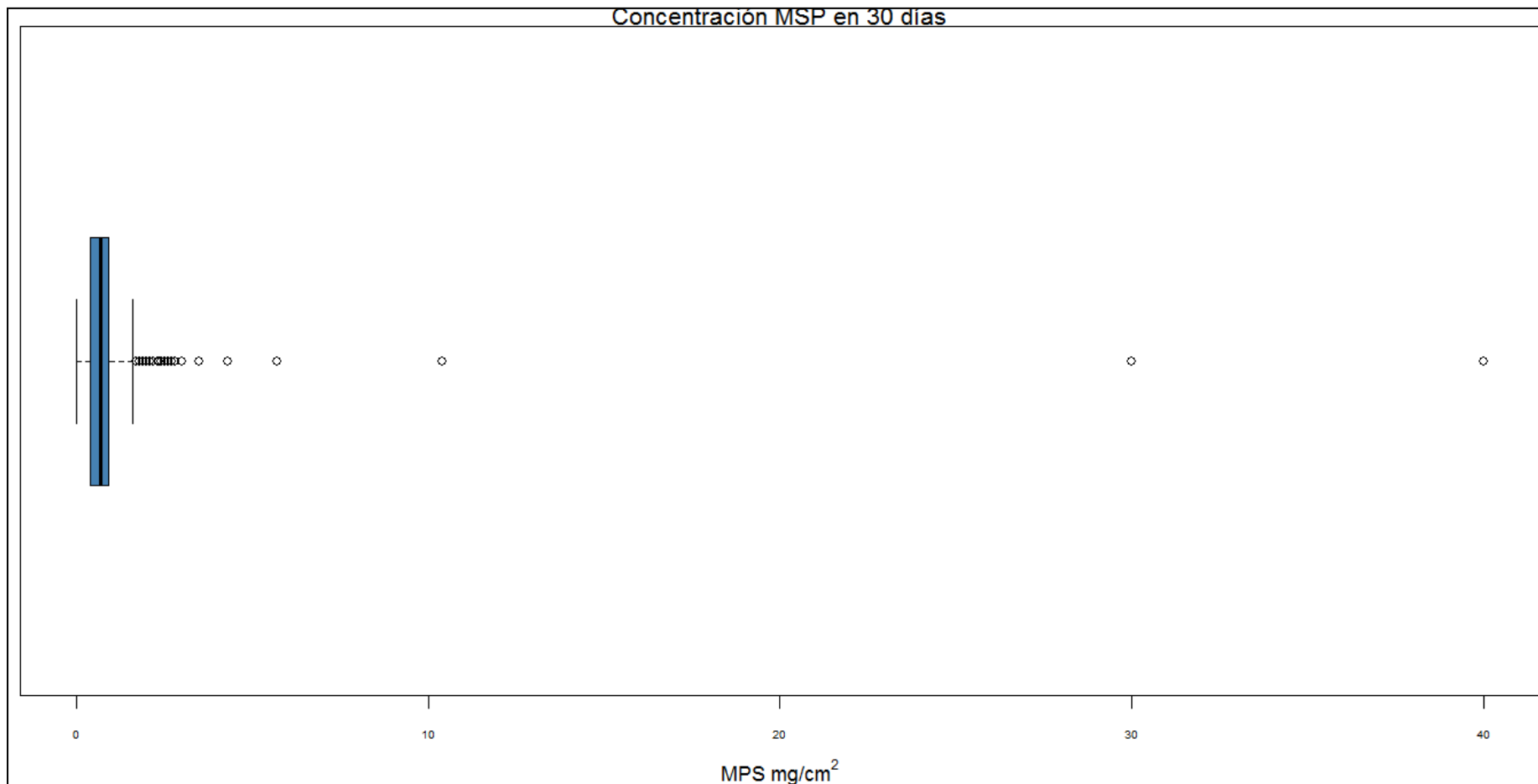
El valor de la media ( $1.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es levemente superior al límite establecido por la Ordenanza 5820/94 para este contaminante que es igual a  $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$  en 30 días. Analizando la mediana ( $0.7 \text{ mg}/\text{cm}^2$ ) y el tercer cuartil ( $0.9 \text{ mg}/\text{cm}^2$ ) se deriva que el 50% de las observaciones se encuentran un 30% debajo de lo establecido por la Ordenanza antes mencionada y el 75% de las concentraciones halladas un 10% por debajo del  $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$ .

De acuerdo al valor del desvío estándar se infiere que no se evidencia una gran dispersión de los valores hallados en las concentraciones de las muestras respecto de la media.

#### d.1 Análisis de Valores atípicos

Se presenta a continuación un diagrama de caja para el análisis gráfico de las medidas centrales, de posición obtenidas anteriormente, y para detectar valores atípicos.

Gráfico 16. Diagrama de Caja concentraciones de MPS en 30 días 2012 - junio 2022



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

En este diagrama se observa que el valor central de la caja, coincidente con la mediana, indica que el 50% son iguales o menores al valor de concentración mensual de 0,7 mg/cm<sup>2</sup> por 30 días. La línea inferior de la caja indica el primer cuartil, por lo tanto el 25% de los datos son iguales o menores a una concentración mensual de 0,4 mg/cm<sup>2</sup>. La línea superior, tercer cuartil, de la caja indica que el 75% de los valores son menores o iguales a una concentración mensual de 0,9 mg/cm<sup>2</sup>.

Los dos segmentos (denominados bigotes) existentes por arriba y debajo de la caja, determinan los límites (superior e inferior) para la detección de valores atípicos. Los bigotes son iguales a 1.5 del rango intercuartílico (IQR), en tanto este producto sea mayor al valor mínimo para el segmento inferior e inferior al valor máximo para el segmento superior. Para el período que estamos analizando el IQR es igual a 0.5 por lo tanto 1.5IQR alcanza al valor de 0.75. Por lo tanto el bigote inferior es igual a 0 y el bigote superior es igual a 1.65 mg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto aquellos valores que se encuentren por debajo de una concentración de 0 y por encima de 1.65 son los valores atípicos leves. Tal como puede observarse en el Gráfico 16, sólo existen valores atípicos leves superiores.

Asimismo los valores atípicos extremos, son aquellas observaciones que caen fuera del intervalo (Q1 - 3IQR, Q3 + 3IQR). Para el período analizado estos valores atípicos extremos superior (ya que no hay valores atípicos leves inferiores) es de 2.40 mg/cm<sup>2</sup>. Así las observaciones mayores a este último valor serán valores atípicos extremos.

Así, resultan 56 valores atípicos que son las siguientes concentraciones: 2.00 1.70 2.10 **2.50** 1.70 **2.70** 2.10 1.90 1.90 **30.00 10.40** 2.30 2.20 1.90 2.30 **40.00** 1.90 1.90 **30.00** 2.20 **2.80** 2.00 **2.60** 2.20 2.10 2.36 1.70 1.90 **3.50** 1.80 2.10 **4.30 4.30** 2.00 2.00 **4.30** 2.20 **3.50 5.70 3.00 40.00** 2.20 2.40 **2.80** 1.90 2.10 1.80 2.10 **2.60** 2.10 2.10 1.80 1.70 2.20 2.40 2.00, y se resumen en el Cuadro 23.

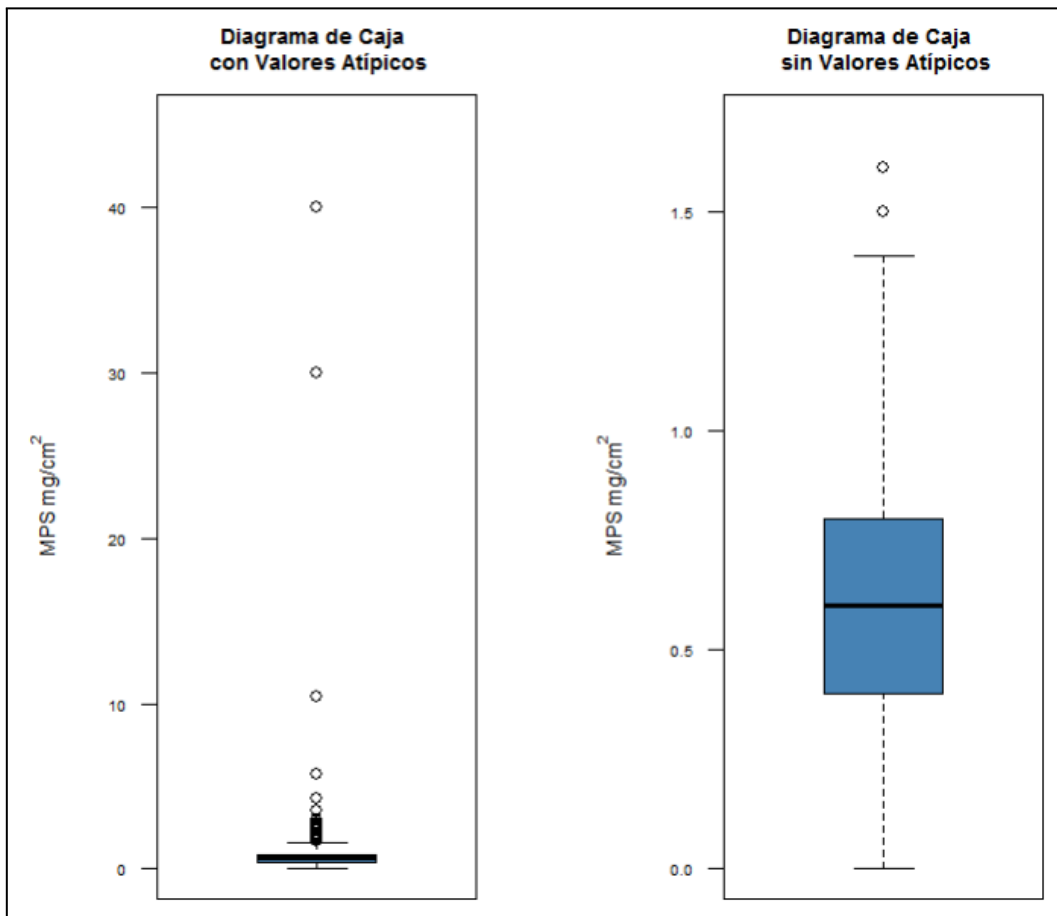
**Cuadro 23.** Resumen de valores atípicos de concentraciones de MPS, 2012 jun. 2022

Límite Inferior VA Leves	Límite Superior VA Leves	Cantidad VA Leves	Límite Inferior VA Extremos	Límite Superior VA Extremos	Cantidad VA Extremos
0	0.75	38	0	2.40	18

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

En el Gráfico 17 se comparan los diagramas de caja con los valores atípicos y sin los valores atípicos

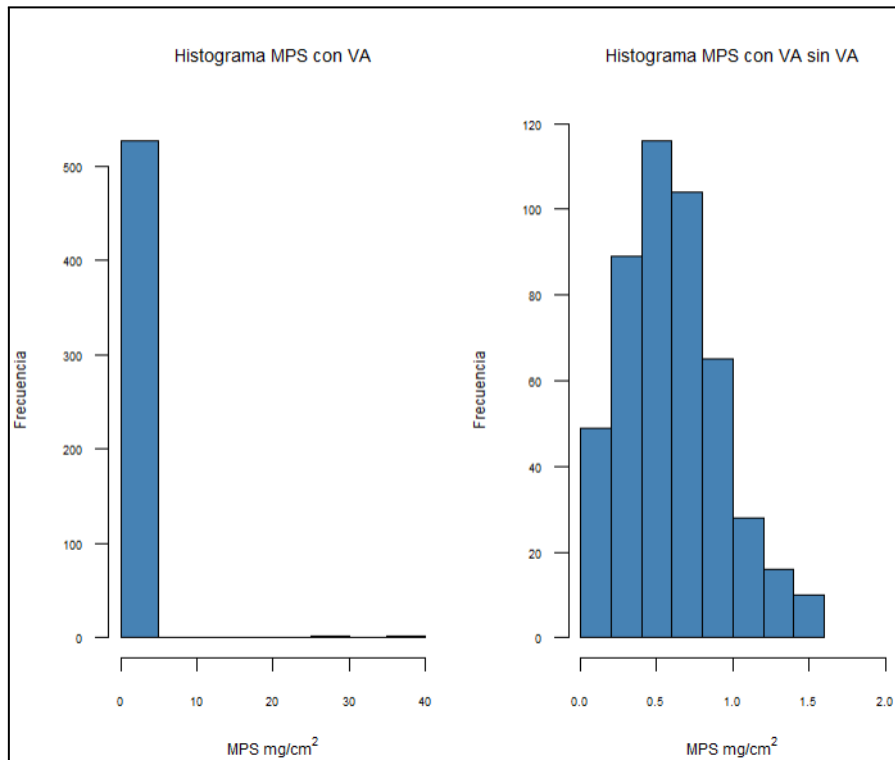
**Gráfico 17.** Comparación de Diagrama de Caja concentraciones de MPS, 2012-junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

En Gráfico 18 y en los Cuadros 24 y 25 se analizan las frecuencias de los datos obtenidos para el período analizado.

**Gráfico 18.** Diagrama de Frecuencia concentraciones de MPS 2012-junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

**Cuadro 24.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de MPS 2012 – junio 2022 con VA

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	1	0.5	410	76.9	410	76.9
1	2	1.5	81	15.2	491	92.1
2	3	2.5	30	5.6	521	97.7
3	4	3.5	3	0.6	524	98.3
4	5	4.5	3	0.6	527	98.9
5	10	7.5	1	0.2	528	99.1
10	20	15	1	0.2	529	99.2
20	30	25	0	0	529	99.2
30	40	35	4	0.8	533	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

**Cuadro 25.** Tabla de Frecuencia de concentraciones de MPS 2012 – jun 2022, sin VA

Valor Inferior Intervalo	Valor Superior Intervalo	Valor Medio Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0	0.5	0.25	155	32.5	155	32.5
0.5	1	0.75	255	53.5	410	86
1	1.5	1.25	57	11.9	467	97.9
1.5	2	1.75	10	2.1	477	100

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y por empresas.

Del Cuadro 24, se advierte que el 76.9% de los valores observados se encuentran por debajo de la concentración establecida en la Ordenanza 5820/94, 1 mg/cm<sup>2</sup> en 30 días. Del Cuadro 18, habiendo eliminado los valores atípicos se deduce el 97.9% de las observaciones cumplen con la Ordenanza antes mencionada.

#### d.2 Análisis de los datos sin Valores atípicos

Al eliminar los valores atípicos, quedan 477 observaciones y obtenemos las siguientes medidas de tendencia central, dispersión y posición que se muestran en el Cuadro 26.

**Cuadro 26.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones de MPS sin valores atípicos, 2012 – junio 2022.

Mínima Sin VA	Máxima Sin VA	Media Sin VA	Mediana Sin VA	1° Cuartil Sin VA	3° Cuartil Sin VA	Desvío Estándar Sin VA
0	1.6	0.63	0.6	0.40	0.80	0.33

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

Como se advierte de los cuadros 22 y 26 el valor de la media disminuye un 42%, la mediana disminuye un 14% y el tercer cuartil lo hace un 11% al eliminar los valores atípicos. El primer cuartil se mantiene al igual que el valor mínimo. En el valor máximo se observa una gran variación ya que disminuye en un 96%, lo que sin dudas tiene implicancias en la disminución de la media. En cuanto al desvío estándar explícita poca dispersión respecto de la media.

La concentración media se encuentra por debajo de lo establecido por la Ordenanza 5820/94, al igual que el 75% de las observaciones para el conjunto de datos sin valores atípicos.

#### d.3 Análisis por Estación o Sitio de Muestreo

A partir del conjunto de datos del período analizado, se muestran en el Cuadro 27 las cantidades de observaciones por sitio de muestreo, indicando las fechas de inicio y la de la última medición en cada uno de ellos.



**Cuadro 27.** Análisis de cantidad de muestra por sitio de muestreo de MPS 2012 – junio 2022

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
1	1722 3620	2	2021-12	2022-01
2	1722 Int. Favario Eduardo	1	2021-12	2021-12
3	1903 5250	2	2016-03	2019-11
4	1904 4650	2	2016-03	2019-11
5	1907 5235	1	2019-07	2019-07
6	1911 7050	1	2019-10	2019-10
7	1912 4580	1	2019-10	2019-10
8	513 2900	1	2021-10	2021-10
9	513 2990	1	2021-10	2021-10
10	520 7250	1	2021-10	2021-10
11	541 2975	1	2021-10	2021-10
12	Amenabar Jose De 281 Bis	6	2016-07	2017-06
13	Avellaneda Nicolas 1081 Bis	4	2019-09	2022-06
14	Avellaneda Nicolas 4804	1	2019-07	2019-07
15	Avellaneda Nicolas 760	2	2021-11	2022-02
16	Avellaneda Nicolas Int. Génova	1	2019-09	2019-09
17	Ayolas Juan De 300 Bis	1	2021-12	2021-12
18	Baigorria Juan Bautista 2657	1	2022-06	2022-06
19	Barra Federico De La 2552	4	2020-11	2022-03
20	Belgrano Gral. Manuel 3851	9	2012-08	2022-06
21	Belgrano Gral. Manuel 3893	1	2020-12	2020-12
22	Belgrano Gral. Manuel 4100	1	2021-12	2021-12
23	Beruti Antonio Luis 3072	15	2012-01	2013-12
24	Beruti Antonio Luis 3811	2	2020-12	2020-12
25	Biblioteca Vigil 172 Bis	15	2012-06	2013-12
26	Biblioteca Vigil 77 Bis	15	2012-06	2013-12
27	Calfucura 1700	2	2018-04	2019-03
28	Calfucura Int. Molina Manuel Ignacio	1	2020-07	2020-07
29	Campbell 2521	2	2021-03	2022-03
30	Campbell 2555	2	2020-11	2020-12
31	Candia Domingo 3350	1	2018-04	2018-04
32	Candia Domingo 3390	1	2018-04	2018-04
33	Casas Casiano 2000	1	2022-06	2022-06
34	Casas Casiano 2200	1	2022-06	2022-06
35	Cavour 6185	1	2022-05	2022-05
36	Colombia 1550 Bis	1	2021-09	2021-09
37	Colombia 607 Bis	8	2014-12	2021-12
38	Colombia 621 Bis	1	2022-05	2022-05
39	Colombia 645 Bis	3	2016-09	2022-05
40	Colombia 661 Bis	7	2012-10	2021-07
41	Colombres Dr. Carlos G 800	7	2018-05	2020-03
42	De Las Palmeras 3631	1	2022-01	2022-01
43	De Los Granaderos 2562	3	2019-08	2020-07
44	De Los Granaderos 2688	8	2016-07	2020-07
45	De Los Granaderos 2700	2	2017-09	2017-11
46	De Los Granaderos Int. Kennedy	13	2016-08	2021-12
47	Ecuador 624 Bis	1	2021-12	2021-12
48	Ecuador 644 Bis	2	2014-12	2015-01
49	Ecuador 645 Bis	14	2012-10	2019-05
50	Ecuador 652 Bis	10	2015-07	2022-05

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
51	Entre Ríos 4746	2	2022-01	2022-01
52	Esmeralda 3034	41	2012-06	2022-06
53	Favario Eduardo 8050	1	2022-01	2022-01
54	Ferrazza Nestor 3006	1	2022-03	2022-03
55	French Domingo 6985	4	2012-10	2015-03
56	Gaboto Sebastian 294 Bis	35	2016-07	2022-06
57	Genova Int. Avellaneda Nicolas	3	2019-10	2022-06
58	Genova Int. Centenario Rosario Central	3	2019-09	2019-12
59	Godoy Cruz Tomás 1691	3	2018-04	2021-12
60	Godoy Cruz Tomás 1725	16	2016-07	2022-06
61	Granel Joaquin 3424	1	2018-04	2018-04
62	Gurruchaga Jose D 246	6	2018-05	2020-03
63	Gutierrez Juan Maria 1662	1	2022-05	2022-05
64	Israel Estado De 1250	3	2022-01	2022-02
65	Jauretche Arturo 6950	2	2017-07	2018-05
66	Jauretche Arturo 6990	2	2017-07	2018-05
67	Juan Pablo li 1340 Bis	2	2017-03	2021-09
68	Juan Pablo li 1400 Bis	1	2017-03	2017-03
69	Juan Pablo li 1490 Bis	1	2021-09	2021-09
70	Juan Pablo li 1498 Bis	1	2017-03	2017-03
71	Juan Xxiii 7000	2	2017-08	2019-06
72	Juan Xxiii 7200	2	2017-08	2019-06
73	Juan Xxiii 7473	1	2018-08	2018-08
74	Juarez Benito 1674	1	2022-05	2022-05
75	Justo Juan B 7480	1	2021-09	2021-09
76	La República 6096	2	2022-03	2022-05
77	La República 6149	1	2022-05	2022-05
78	Lagos Ovidio 4210	1	2022-03	2022-03
79	Laguna Del Desierto 3105	1	2022-03	2022-03
80	Maza Juan Agustin Int. Maciel Cosme	6	2018-05	2020-03
81	Maza Juan Agustin Int. Sorrento	1	2020-02	2020-02
82	Molina Manuel Ignacio 2664	13	2016-07	2017-12
83	Molina Manuel Ignacio 2670	1	2019-08	2019-08
84	Molina Manuel Ignacio 2688	1	2017-06	2017-06
85	Molina Manuel Ignacio 2798	1	2021-12	2021-12
86	Moreno Mariano 4248	1	2022-01	2022-01
87	Moreno Mariano 4290	1	2022-01	2022-01
88	Ocampo 6219	3	2020-12	2022-03
89	Ocampo 6255	3	2020-12	2022-03
90	Ombu 2708	10	2017-05	2021-11
91	Ombu 2789	10	2017-05	2021-11
92	Paso Juan Jose 6082	2	2022-03	2022-05
93	Paso Juan Jose 6939	17	2012-10	2022-05
94	Peron Pte. Juan Domingo 6990	2	2017-07	2018-05
95	Peron Pte. Juan Domingo 6998	2	2017-07	2018-05
96	Peron Pte. Juan Domingo 7299	2	2017-08	2019-06
97	Peron Pte. Juan Domingo Int. Rosa Jose Maria	2	2017-08	2019-06
98	Petion 740	2	2021-11	2022-02
99	Petion 770	2	2021-11	2022-02
100	Petion Int. Peron Eva	2	2021-11	2022-02
101	Provincias Unidas 4500	3	2018-08	2021-02

N° Estación	Estación	Cantidad de Muestras	Fecha Inicio	Fecha Última Medición
102	Provincias Unidas Int. Uriburu Pte. Jose Evarist	3	2018-08	2021-02
103	Rio Atuel 4076	4	2016-07	2016-11
104	Rivero Gaucho Antonio Int. 1822	1	2018-08	2018-08
105	Rosa Jose Maria 5100	3	2018-08	2021-02
106	San Francisco Solano Int. Undubarrena Saturnino	10	2017-05	2021-11
107	Schmild Utz 3810	35	2016-07	2022-06
108	Segui Juan Francisco 8062	2	2021-12	2022-01
109	Sorrento Int. Maza Juan Agustin	5	2018-05	2020-03
110	Suarez Joaquin Int. Juan Pablo li	1	2022-06	2022-06
111	Trejo Y Sanabria Fernando 6003	10	2017-05	2021-11
112	Trento 4255	1	2022-01	2022-01
113	Tuella Pedro 988 Bis	4	2019-09	2022-06
114	Uriburu Pte. Jose Evarist 5200	3	2016-03	2019-11
115	Uriburu Pte. Jose Evarist 5205	1	2019-07	2019-07
116	Uriburu Pte. Jose Evarist Int. 1904	2	2016-03	2019-11
117	Uriburu Pte. Jose Evarist Int. Rosa Jose Maria	3	2018-08	2021-02
118	Veintisiete De Febrero 6210	1	2020-11	2020-11
119	Veintisiete De Febrero 6270	1	2020-11	2020-11
120	Virasoro Gral. Benjamin 330	2	2018-05	2019-06
121	Virasoro Gral. Benjamin 330 Bis	27	2017-06	2022-05
122	Zeballos Dr. Estanislao Int. Lagos Ovidio	1	2022-02	2022-02
<b>Total de muestras</b>		<b>533</b>		

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

El sitio de muestreo con mayor cantidad de muestras durante el período analizado es Esmeralda 3034 con 41 observaciones. Se observan 50 estaciones con una sola muestra.

Tomando el conjunto de datos sin los valores atípicos se analizan las medidas de tendencia central, dispersión y posición para cada estación de muestreo que cuente con más de una observación y se presentan en el Cuadro 28.

**Cuadro 28.** Medidas Tendencia Central, Dispersión y Posición de concentraciones por sitio de MPS 2012 – junio 2022

Estación	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desvío Estándar
1903 5250	0,62	0,62	0,64	0,60	0,03
1904 4650	0,77	0,77	1,03	0,50	0,37
Amenabar Jose De 281 Bis	0,65	0,65	1,00	0,40	0,25
Avellaneda Nicolas 760	0,60	0,60	0,70	0,50	0,14
Barra Federico De La 2552	0,69	0,80	1,00	0,15	0,40
Belgrano Gral. Manuel 3851	0,38	0,40	0,60	0,20	0,13
Beruti Antonio Luis 3072	0,57	0,70	0,90	<b>0,00</b>	0,29
Beruti Antonio Luis 3811	0,16	0,16	0,19	0,12	0,05
Biblioteca Vigil 172 Bis	0,61	0,50	1,10	0,30	0,23

Estación	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desvío Estándar
Biblioteca Vigil 77 Bis	0,43	0,40	0,70	0,20	0,14
Campbell 2521	0,55	0,55	0,70	0,40	0,21
Colombia 607 Bis	0,58	0,60	1,10	0,20	0,28
Colombia 645 Bis	0,41	0,50	0,51	0,21	0,17
Colombia 661 Bis	0,15	0,12	0,34	0,03	0,13
Colombres Dr. Carlos G 800	0,33	0,40	0,53	0,07	0,19
De Los Granaderos 2562	0,83	0,80	0,90	0,80	0,06
De Los Granaderos 2688	0,81	0,79	1,12	0,60	0,21
De Los Granaderos 2700	0,60	0,60	0,70	0,50	0,14
De Los Granaderos Int. Kennedy	0,91	0,97	1,30	0,30	0,36
Ecuador 645 Bis	0,36	0,24	0,80	0,04	0,28
Ecuador 652 Bis	0,61	0,62	1,10	0,20	0,30
Entre Ríos 4746	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00
Esmeralda 3034	0,66	0,70	1,40	0,20	0,25
French Domingo 6985	0,12	0,03	0,30	0,03	0,16
Gaboto Sebastian 294 Bis	0,81	0,70	<b>1,60</b>	0,20	0,35
Godoy Cruz Tomás 1691	0,60	0,60	0,80	0,40	0,20
Godoy Cruz Tomás 1725	0,89	0,83	1,50	0,30	0,33
Gurruchaga Jose D 246	0,36	0,44	0,60	0,07	0,22
Israel Estado De 1250	0,70	0,70	0,70	0,70	0,00
Jauretche Arturo 6950	0,31	0,31	0,41	0,21	0,14
Jauretche Arturo 6990	0,68	0,68	0,89	0,47	0,30
Juan Pablo li 1340 Bis	0,62	0,62	0,82	0,42	0,28
Juan Xxiii 7000	0,68	0,68	0,87	0,49	0,27
Juan Xxiii 7200	0,75	0,75	1,05	0,45	0,42
Maza Juan Agustin Int. Maciel Cosme	0,19	0,13	0,48	0,00	0,21
Molina Manuel Ignacio 2664	0,84	0,90	1,18	0,60	0,20
Ocampo 6219	0,75	0,75	0,80	0,70	0,07
Ocampo 6255	0,97	0,70	1,50	0,70	0,46
Ombu 2708	0,76	0,75	1,30	0,40	0,26
Ombu 2789	0,77	0,80	1,00	0,50	0,16
Paso Juan Jose 6939	0,48	0,35	1,10	0,04	0,36
Peron Pte. Juan Domingo 6990	0,54	0,54	0,55	0,53	0,01
Peron Pte. Juan Domingo 6998	0,66	0,66	0,82	0,50	0,23
Peron Pte. Juan Domingo 7299	0,74	0,74	1,13	0,34	0,56
Peron Pte. Juan Domingo Int. Rosa Jose Maria	0,60	0,60	0,79	0,41	0,27
Petion 740	0,65	0,65	0,70	0,60	0,07
Petion 770	0,65	0,65	0,70	0,60	0,07
Petion Int. Peron Eva	<b>1,05</b>	<b>1,05</b>	1,10	1,00	0,07
Provincias Unidas 4500	0,30	0,35	0,43	0,12	0,16
Provincias Unidas Int. Uriburu Pte. Jose Evarist	0,76	0,89	0,91	0,49	0,24
Rio Atuel 4076	0,90	0,90	1,00	0,80	0,12

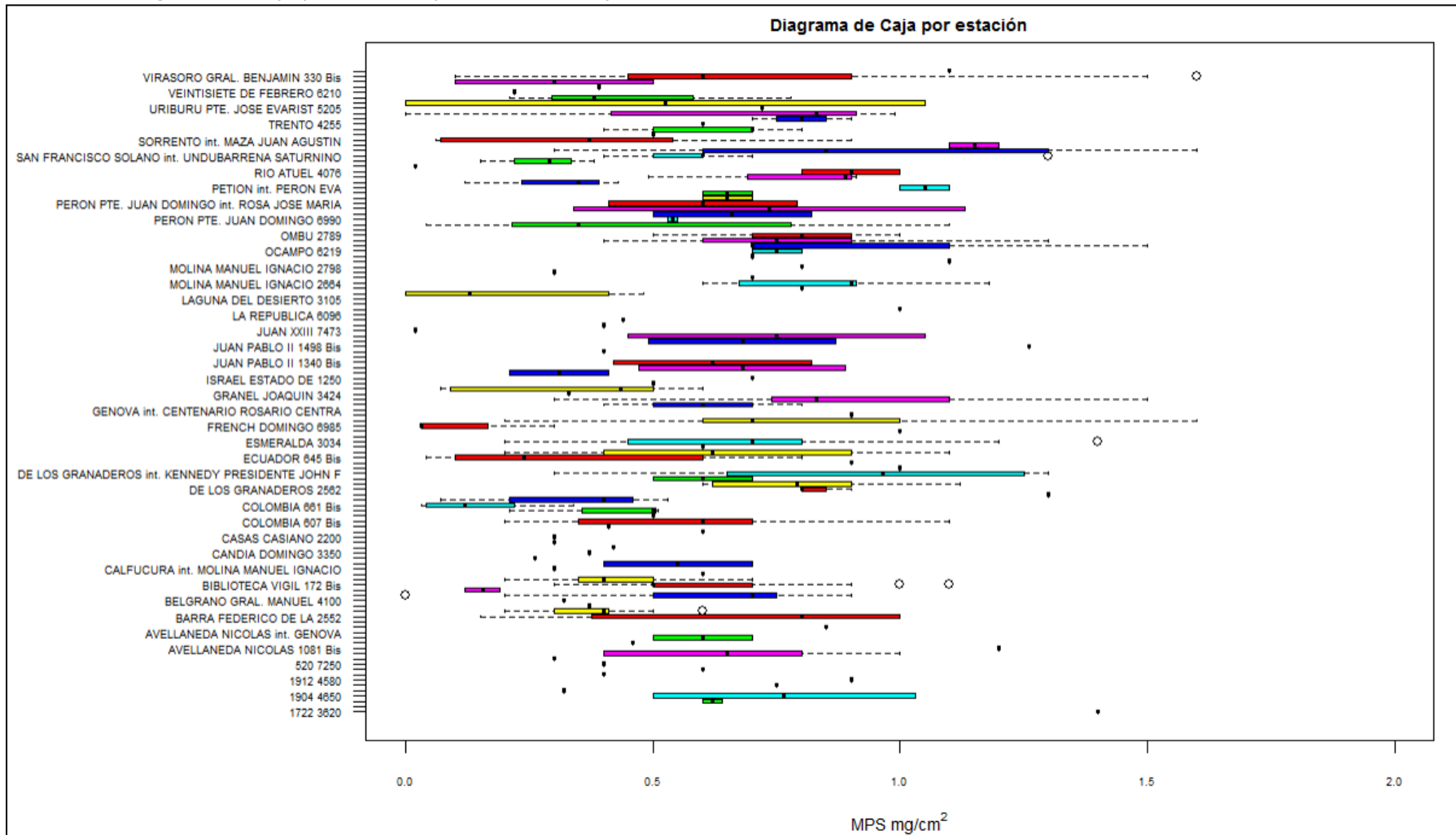
Estación	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desvío Estándar
Rosa Jose Maria 5100	0,27	0,29	0,38	0,15	0,12
San Francisco Solano Int. Undubarrena Saturnino	0,63	0,60	1,30	0,40	0,25
Schild Utz 3810	0,93	0,85	1,60	0,30	0,41
Segui Juan Francisco 8062	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	1,20	1,10	0,07
Sorrento Int. Maza Juan Agustin	0,39	0,37	0,90	0,06	0,35
Trejo Y Sanabria Fernando 6003	0,61	0,70	0,80	0,40	0,16
Tuella Pedro 988 Bis	0,80	0,80	0,90	0,70	0,10
Uriburu Pte. Jose Evarist 5200	0,61	0,83	0,99	0,00	0,53
Uriburu Pte. Jose Evarist Int. 1904	0,53	0,53	1,05	<b>0,00</b>	0,74
Uriburu Pte. Jose Evarist Int. Rosa Jose Maria	0,46	0,38	0,78	0,21	0,29
Virasoro Gral. Benjamin 330	0,30	0,30	0,50	0,10	0,28
Virasoro Gral. Benjamin 330 Bis	0,68	0,60	<b>1,60</b>	0,10	0,35

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

Del Cuadro 28 se advierte que en general cada uno de los sitios de muestreos presenta muy baja dispersión entre los valores de las concentraciones resultantes con respecto a la media de cada sitio dado que en todas las estaciones el desvío estándar es menor a 1. Analizando los valores de las medias y medianas, sólo dos estaciones, resultan levemente superiores (1.05 y 1.15  $\text{mg}/\text{cm}^2$  por 30 días) a la concentración (1  $\text{mg}/\text{cm}^2$  por 30 días) establecida por la Ordenanza 5820/94. El valor máximo observado es de 1.6  $\text{mg}/\text{cm}^2$  por 30 días, en las estaciones ubicadas en: Gaboto 294 bis, Schild 3810 y Virasoro 330 bis.

En el **Gráfico 19**, se obtiene el diagrama de caja, donde se pueden observar que sólo en seis estaciones se evidencian valores atípicos.

Gráfico 19. Diagrama de caja por estación para MPS 2012 – junio 2022.

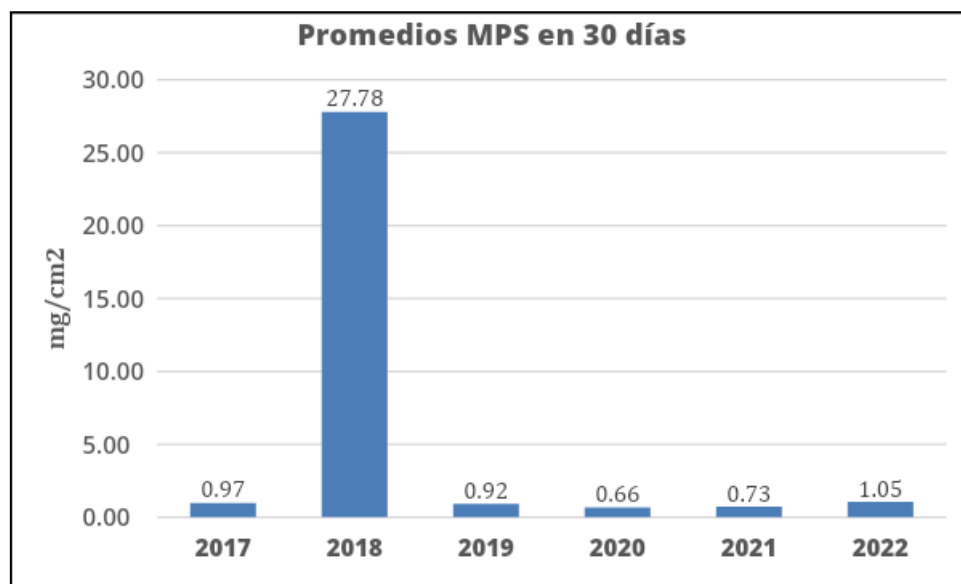


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas

### d.3 Análisis promedio anuales

A partir de los datos anteriores se obtienen los promedios anuales de concentración de MPS en 30 días en la ciudad, que se plasman en el Gráfico 20. Se analiza del período 2017 a junio 2022 dado que se tiene certeza que en ese período han sido agregadas todas las mediciones realizadas y entregadas a esta Dirección por parte de las empresas existentes el registro correspondiente y por UTN FRRo.

**Gráfico 20.** Promedios Anuales de MPS, 2017 – junio 2022.

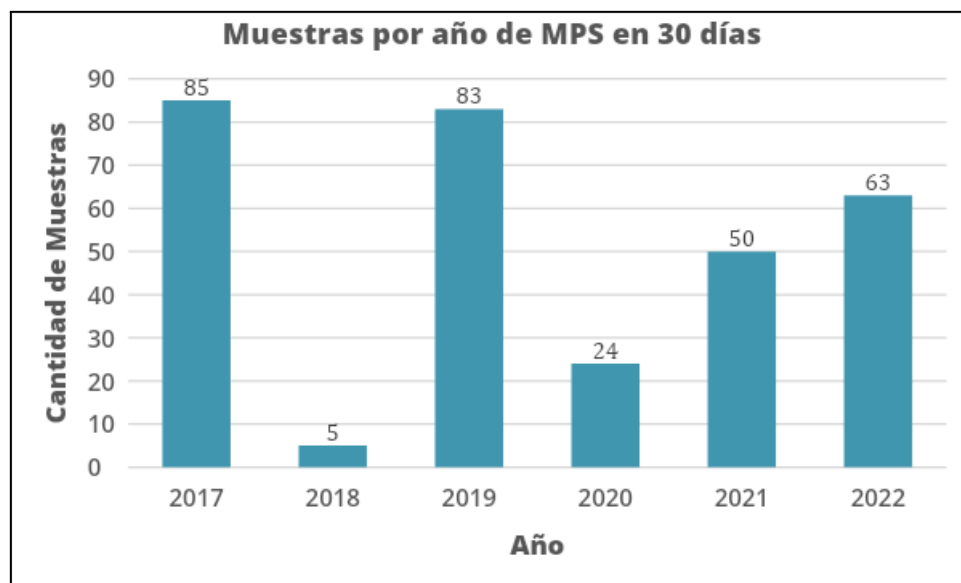


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

De los promedios anuales se infiere que las concentraciones anuales promedio más altas se dan en el año 2018, la cual supera ampliamente a lo establecido en la Ordenanza 5820/94 que es 1 mg/cm<sup>2</sup>. Cabe señalar que tal como puede observarse en Gráfico 21 sólo se promediaron 5 muestras para el 2018 y por el promedio observado deben resultar valores atípicos. Asimismo, para los demás años los promedios se encuentran por debajo de lo establecido por la Ordenanza, a excepción del año 2022 que la supera levemente.

A continuación se grafican las cantidades de muestras tomadas por año, Gráfico 21, donde se advierte que durante 2018 y seguido de 2020 fueron los años donde se tomaron menor cantidad de muestras.

**Gráfico 21.** Cantidad de muestras anuales de MPS, 2017 – junio 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

#### e. Otros Contaminantes

Además de los contaminantes analizados anteriormente, la DFA cuenta con valores de mediciones de otros contaminantes como son Amoniaco, CO, Ozono, SO<sub>2</sub> y VOC'S. No se realiza el estudio estadístico detallado, como se realizó con los otros contaminantes, ya que los valores medidos en general resultan por debajo del valor límite detectable por los equipos utilizados. Es importante aclarar, que los equipos tienen un límite de detección mucho menor a la concentración límite de los contaminantes según la ordenanza vigente.

Para el período 2012 a 2022 contamos con:

- Amoniaco, 8 mediciones realizadas en el período 2017, 2019.
- CO, 118 mediciones realizadas en el periodo 2014 al 2021.
- Ozono, 72 mediciones realizadas en el periodo 2012 al 2021.
- SO<sub>2</sub>, 128 mediciones realizadas en el periodo 2014 al 2021.
- VOC'S, 94 mediciones realizadas en el periodo 2015 al 2022.

### Aspectos metodológicos

En el marco de las ordenanzas vigentes en el municipio, desde el año 2004, mediante un convenio realizado con la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Rosario (UTN - FRRo), se lleva a cabo un Programa de Monitoreo de Aire, que comenzó abordando la zona céntrica, y al presente se ha ampliado a otras áreas de la ciudad. El mismo tiene como objetivo obtener un diagnóstico que permita evaluar y definir políticas de control de emisiones a la atmósfera, con una continuidad en el tiempo que contemple las variaciones estacionales y permita identificar las tendencias.

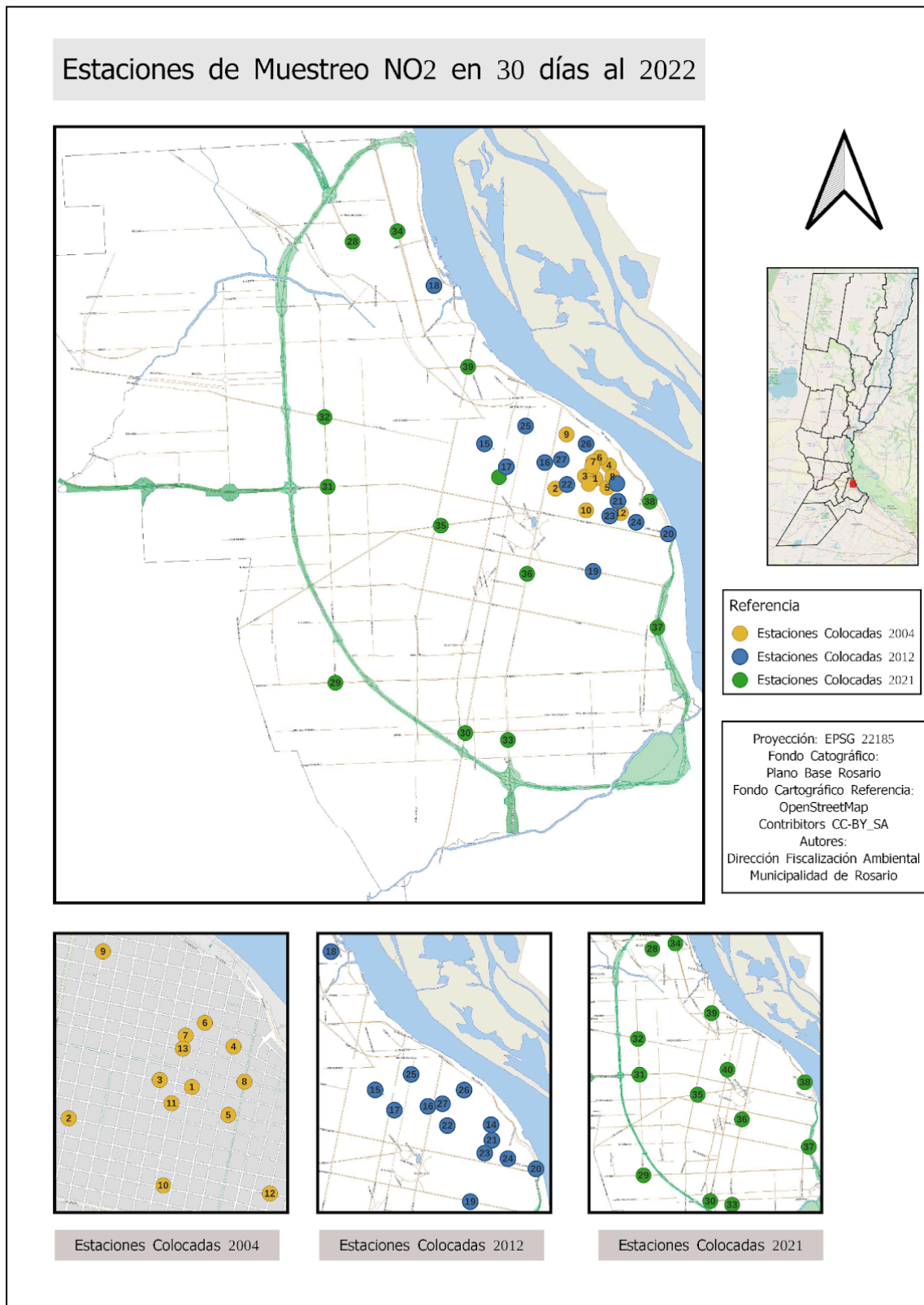


### Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

En función del programa antes mencionado, para hallar las concentraciones de NO<sub>2</sub>, desde 2004 se establecieron doce (12) estaciones de muestreos. Los muestreos se realizan mediante métodos pasivos para el muestreo del contaminante.

La estación ubicada en Santa Fe y Corrientes, a partir de enero de 2012 se trasladó a San Lorenzo y Corrientes. A partir de octubre de 2012 se agregaron trece (13) estaciones, numeradas. La estación de Suipacha y San Luis se trasladó a Gurruchaga 250 donde se comenzó a monitorear en junio de 2017. Por último a partir de diciembre de 2021 se agregaron progresivamente otras trece (13) estaciones por lo cual a partir de junio de 2022 se cuenta con 38 estaciones. En la Imagen 1 se plasma la evolución de la ubicación de los puntos de muestreos.

Imagen 1. Estaciones de Muestreo de NO<sub>2</sub> en 30 días a junio de 2022.



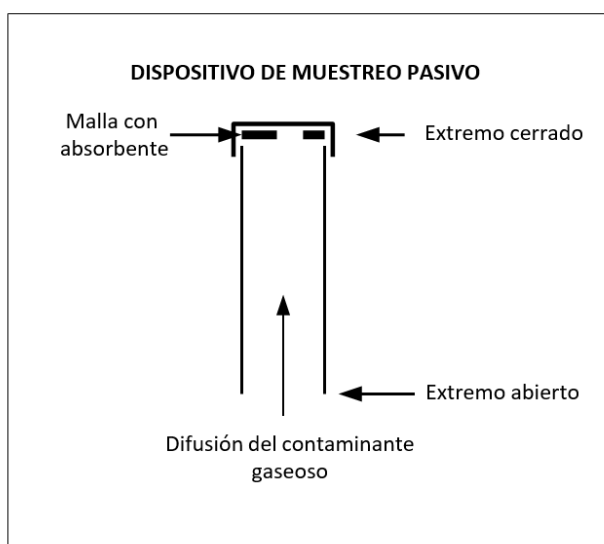
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo.

Como se mencionó anteriormente, para la toma de muestra se utiliza un sistema de monitoreo pasivo en la zona de estudio. Los muestreadores de tipo pasivo (MTP) son dispositivos que se exponen al aire durante un determinado periodo de tiempo y toman una muestra del contaminante, que se quiere determinar, por absorción del mismo sobre un substrato químico específico que lo retiene. Luego de la exposición, el muestreador es retirado y llevado al laboratorio, donde el contaminante es desorbido y analizado cuantitativamente.

Los monitores pasivos son diseñados en forma de tubo con un extremo abierto y otro cerrado (también llamados Tubos Palmes), figura 1. En el extremo cerrado del tubo se encuentra una malla metálica que contiene un absorbente específico para la especie gaseosa, en este caso para el  $\text{NO}_2$ .

El principio básico se sustenta en la difusión del contaminante en los tubos muestreadores a nivel molecular, en donde las moléculas de gas difunden de una región de alta concentración (extremo abierto) a una de baja concentración (extremo donde se encuentra el absorbente). El movimiento de las moléculas de  $\text{NO}_2$  a través del aire es gobernado por la Ley de Fick.

**Imagen 2.** Tubo Palmes.



Los tubos se ubican en columnas de alumbrado público y/o semáforos, en distintos sectores del centro y macrocentro de la ciudad de Rosario, a una altura de aproximadamente tres metros sobre el nivel del suelo, del lado opuesto a donde se estacionan los vehículos.

Los tubos se colocan con el extremo abierto hacia abajo de manera que la malla con el reactivo absorbente quede en la parte superior de los mismos. Se disponen tres tubos por punto de monitoreo para garantizar la calidad del estudio, incrementando la precisión de la medición. El tiempo aproximado de muestreo es de 30 días, (+/- 2 días).

Luego del tiempo de exposición, los tubos se analizan en el laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Rosario (UTN-FRRO) Grupo de Estudio sobre Energía (GESE) donde se realizan los ensayos analíticos correspondientes. Una vez finalizado los ensayos, UTN-FRRO emite y entrega los resultados obtenidos para cada estación de estudio.

### Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Para el caso de NO<sub>x</sub>, el Ente de la Movilidad de Rosario (EMR), debido a la implementación de Carriles Exclusivos para el Transporte Público Urbano (TUP), a mediados del 2012, en zona céntrica de la ciudad de Rosario, comenzó a realizar, a través de convenios con UTN - FRRo, mediciones de calidad de aire en 2 grupos de 6 puntos de muestreos, 3 de ellos en calles con carril exclusivo y 3 en calles paralelas sin carril exclusivo. En el 2015 se concretó la extensión de Carriles Exclusivos en zona Norte, por lo que se agregaron 6 puntos de muestreos de calidad de aire en esta zona, teniendo en cuenta el mismo criterio para el muestreo de la primer zona (3 puntos de muestreos en calles con carril exclusivo y 3 en calles paralelas sin carril exclusivo). Dichas mediciones se realizaron hasta finales de 2019. Con el propósito de prolongar estas mediciones, se emite el Decreto N° 1732/2021 (adenda del Decreto N°2950/2018), agregando muestreos y análisis de NO<sub>x</sub>, a fin de poder medir dicho contaminante en zonas de carriles exclusivos y evaluar la evolución de este contaminante en dichas zonas. En función de ello, en el año 2021 se definieron tres (3) grupos de cinco (5) puntos de muestreos ubicados en zonas de carriles exclusivos para realizar las mediciones de NO<sub>x</sub>, tal y como se detallan a continuación:

- Grupo 1: Mendoza 3179- Santa Fe e Iriondo - Alberdi 191 bis - Alberdi 351- Alberdi 1030.
- Grupo 2 : Maipú 920 - Buenos Aires 900- San Lorenzo 1400- Urquiza 1400- Santa Fe 1500.
- Grupo 3. Entre Ríos y Ricardone- Sarmiento 900- San Luis 1400- San Juan 1400- Mendoza 1400.

Las mediciones que se realizan, se llevan a cabo en períodos cortos veinte (20) minutos, a través de métodos activos basados en el pasaje forzado del aire a través de un medio que retiene en forma física o química el contaminante. Luego de tomada la muestra, la misma se analiza en laboratorio determinando la masa de contaminante retenido. Con dicha masa y el volumen de aire muestreado, se determina la concentración promedio del contaminante en el período de tiempo muestreado. Para el caso de NO<sub>x</sub>, la muestra de aire es forzada a pasar por un tren de monitoreo compuesto por una boca de aspiración, un filtro para retener partículas, una columna oxidante rellena de lana de vidrio impregnada con solución sulfocrómica para oxidar el NO a NO<sub>2</sub> (ya que el reactivo absorbente solo absorbe al NO<sub>2</sub>), dos burbujeadores que contienen una solución absorbente para retener los NO<sub>x</sub>, una trampa de agua para retener el líquido que podría ser arrastrado, un frasco que contiene un deshidratante (silica-gel) para que no llegue aire húmedo a la bomba (ya que podría dañarla), un rotámetro para poder leer el caudal de aire que circula, una válvula de aguja para regular el caudal de aire, una bomba de aspiración y un registrador volumétrico, que indicará el volumen de aire que se emplea en el cálculo de la concentración del contaminante. Simbólicamente el tren de monitoreo se representa según la Imagen 3 y el esquema de absorbedor de NO<sub>x</sub> en la Imagen 4.

**Imagen 3.** Representación de Tren de monitoreo de NO<sub>x</sub>.

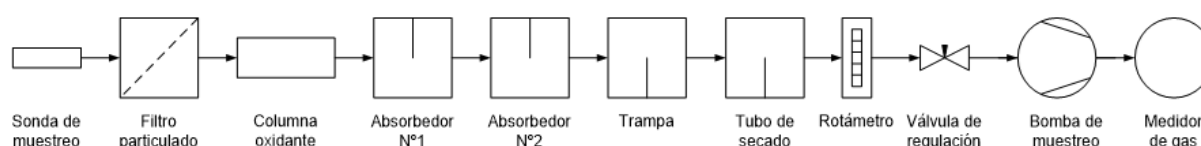
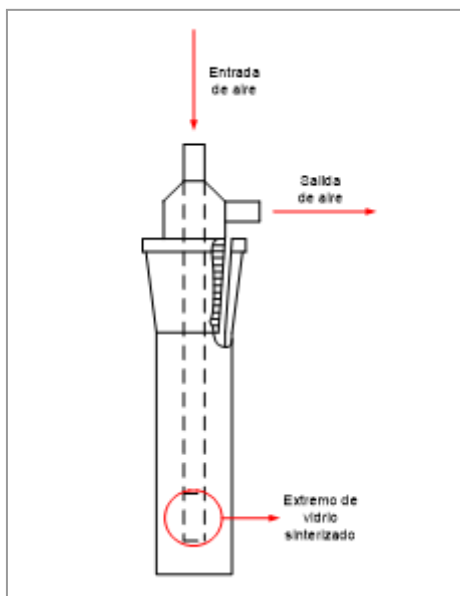
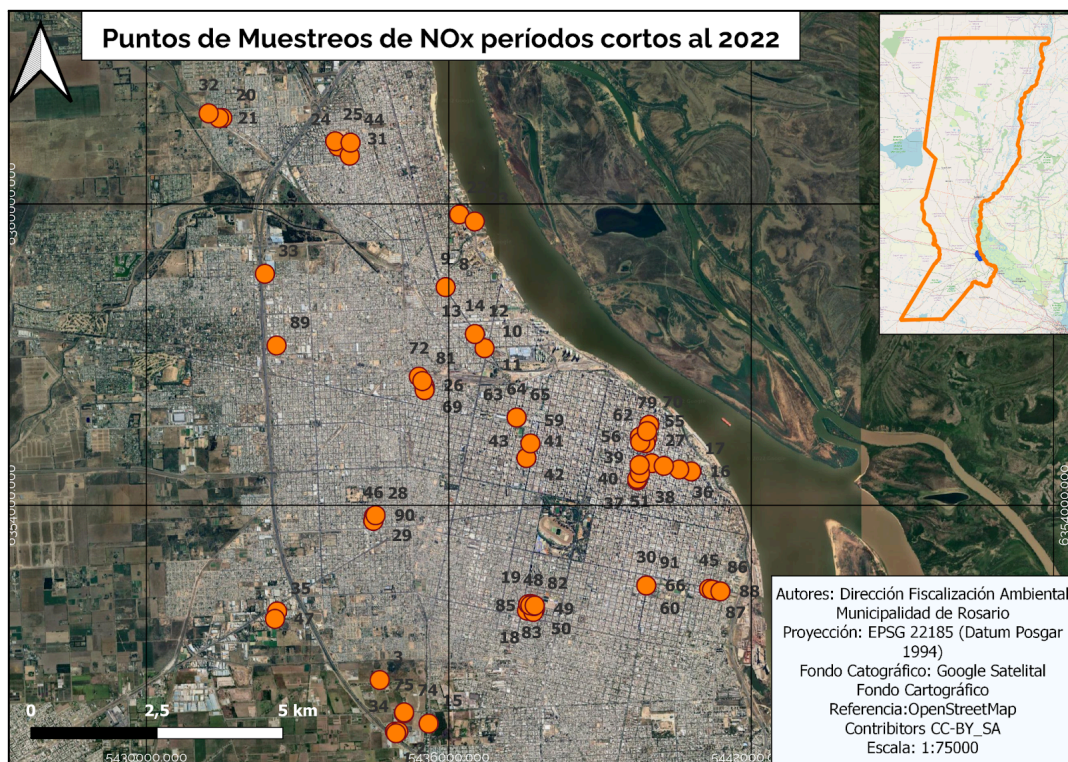


Imagen 4. Absorbedor de NO<sub>x</sub>



En la Imagen 4 se presenta la distribución espacial de los 91 puntos de muestreos de NO<sub>x</sub> en períodos cortos, desde noviembre de 2012 a julio de 2022. Se reitera que la información anterior a 2017 puede llegar a estar incompleta, debido a que la sistematización se encuentra en proceso y se priorizaron las cargas a partir de 2017.

Imagen 4. Estaciones de Muestreo de NO<sub>x</sub> períodos cortos a julio de 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

### Material Particulado de 10 micrones ( $PM_{10}$ )

La metodología para la obtención de las concentraciones de  $PM_{10}$  en la ciudad es por un lado a través de mediciones realizadas a través del convenio con UTN FRRo, que con la últimas modificaciones, permite realizar seis monitoreos mensuales de  $PM_{10}$  para períodos cortos (veinte (20) minutos) y por otro por las mediciones realizadas por la empresas que cuentan con programas aprobados por la DFA.

Las mediciones que se realizan, se llevan a cabo en períodos cortos veinte (20) minutos, a través de métodos activos, el cuál utiliza bombas de aspiración de aire, de alto volumen, que operan con un motor eléctrico a elevadas revoluciones para aspirar una considerable cantidad de aire, de modo tal que permita recolectar una cantidad de partículas que pueda cuantificarse mediante equipos analíticos de laboratorio. A continuación, se muestra una imagen del equipo (Imagen 5):

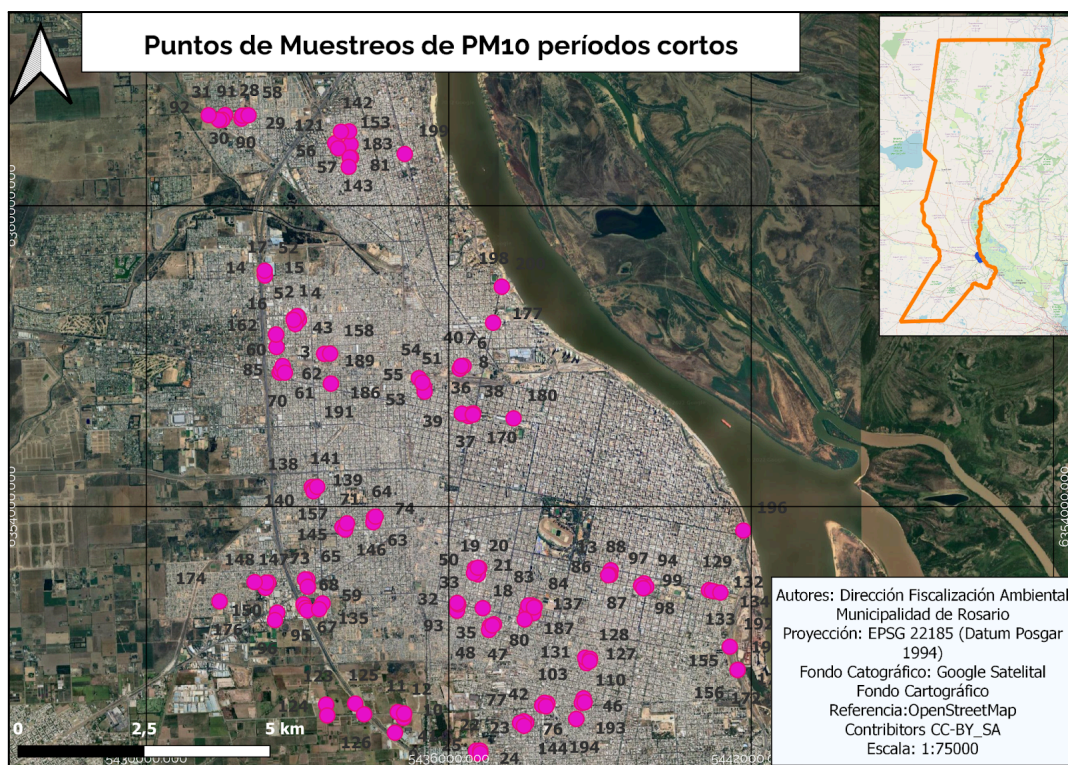
**Imagen 5.** Bomba de muestreo  $PM_{10}$



El material particulado es retenido en un filtro y la masa de dicho material se determina por método gravimétrico, obteniendo la diferencia de peso del papel de filtro antes y después de realizar la medición.

En la Imagen 6 se presenta la distribución espacial de los 200 puntos de muestreos de material particulado de 10 micrones para períodos cortos, desde octubre de 2012 a junio de 2022. Se reitera que la información anterior a 2017 puede llegar a estar incompleta, debido a que la sistematización se encuentra en proceso y se priorizaron las cargas a partir de 2017.

Imagen 6. Estaciones de Muestreo de PM<sub>10</sub> períodos cortos a junio de 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.

### Material Particulado Sedimentable (MPS) en 30 días

Al igual que en el caso de PM<sub>10</sub>, las concentraciones de MPS en la ciudad se obtienen mediante mediciones realizadas a través del convenio con UTN FRRo, que con la últimas modificaciones, permite realizar dieciséis 16 monitoreos mensuales y por las mediciones realizadas por la empresas que cuentan con programas aprobados por la DFA.

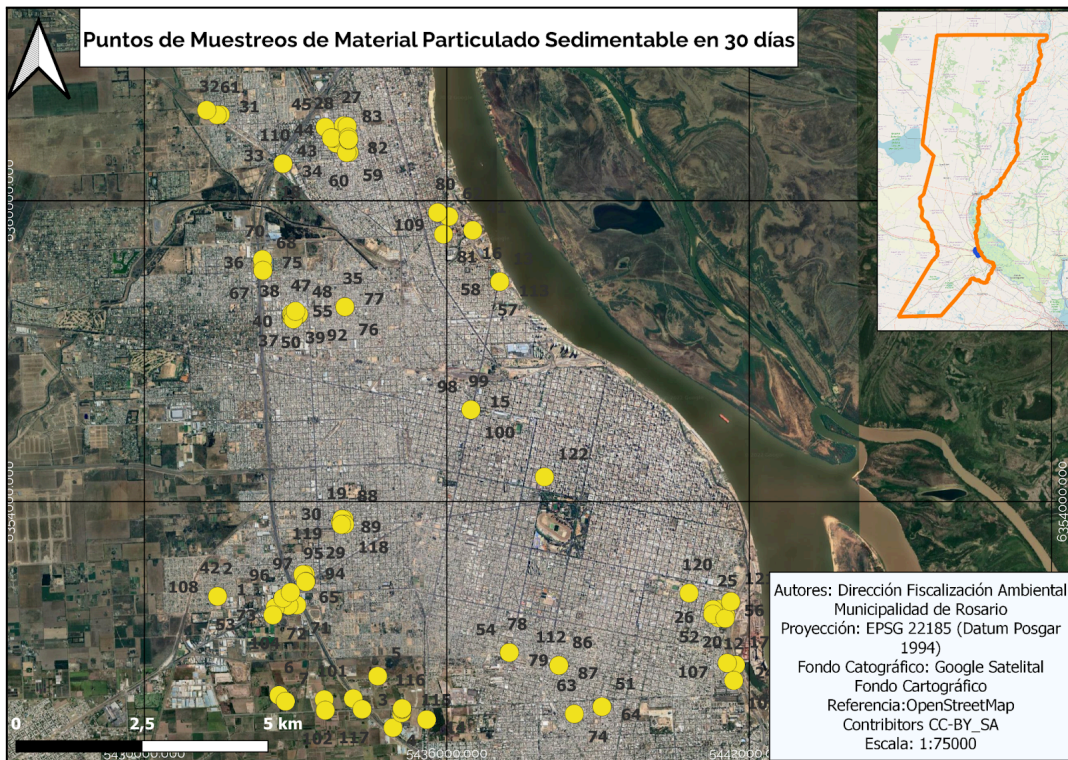
Las mediciones que se realizan, a través de la colación, según norma ASTM D1739 – 98 Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter), de un recipiente de tamaño y forma estándar (boca abierta de no menor de 150 mm de diámetro con un peso de no menos de dos veces de su diámetro). Dicho recipiente se expone un determinado tiempo (30 días) para que colecte el material particulado sedimentable. Una vez finalizado el periodo de muestreo, se lleva el recipiente al laboratorio para separar la masa de material particulado y determinar su cantidad. La concentración de material particulado será expresada como tasa de deposición en el tiempo que estuvo expuesto el muestreador. Los resultados son reportados como gramos por metro cuadrado por 30 días.

**Imagen 7.** Recipiente de Muestreo MPS



En la Imagen 8 se presentan los 122 puntos de muestreos de material particulado sedimentable en 30 días, desde enero de 2012 a junio de 2022. Se reitera que la información anterior a 2017 puede llegar a estar incompleta, debido a que la sistematización se encuentra en proceso y se priorizaron las cargas a partir de 2017.

**Imagen 8.** Estaciones de Muestreo de Material Particulado Sedimentable en 30 días a junio de 2022.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de mediciones realizadas por UTN FRRo y empresas.



Por último, en cuanto a los resultados de las mediciones realizadas tanto por convenios con UTN - FRRo, como por las empresas registradas se comenzó, desde 2019, a sistematizar y procesar los valores obtenidos utilizando programas informáticos que permiten la georeferenciación de empresas que cuentan con emisiones a la atmósfera, y de los puntos de muestreos en el espacio público. La georeferenciación y la carga de los resultados de los muestreos realizados por las empresas y/o por convenio con la UTN, que se encuentran en proceso<sup>13</sup>, permiten la obtención de indicadores ambientales y mapas de densidad de empresas con emisiones y de contaminantes.

## **Equipo técnico**

Tosello, Laura  
Cascé, Mariela

---

<sup>13</sup> Se priorizó cargar la información a partir de 2017, se cuenta con datos de mediciones desde dicho año a excepción de NO<sub>2</sub> que se sistematizó desde 2004.