

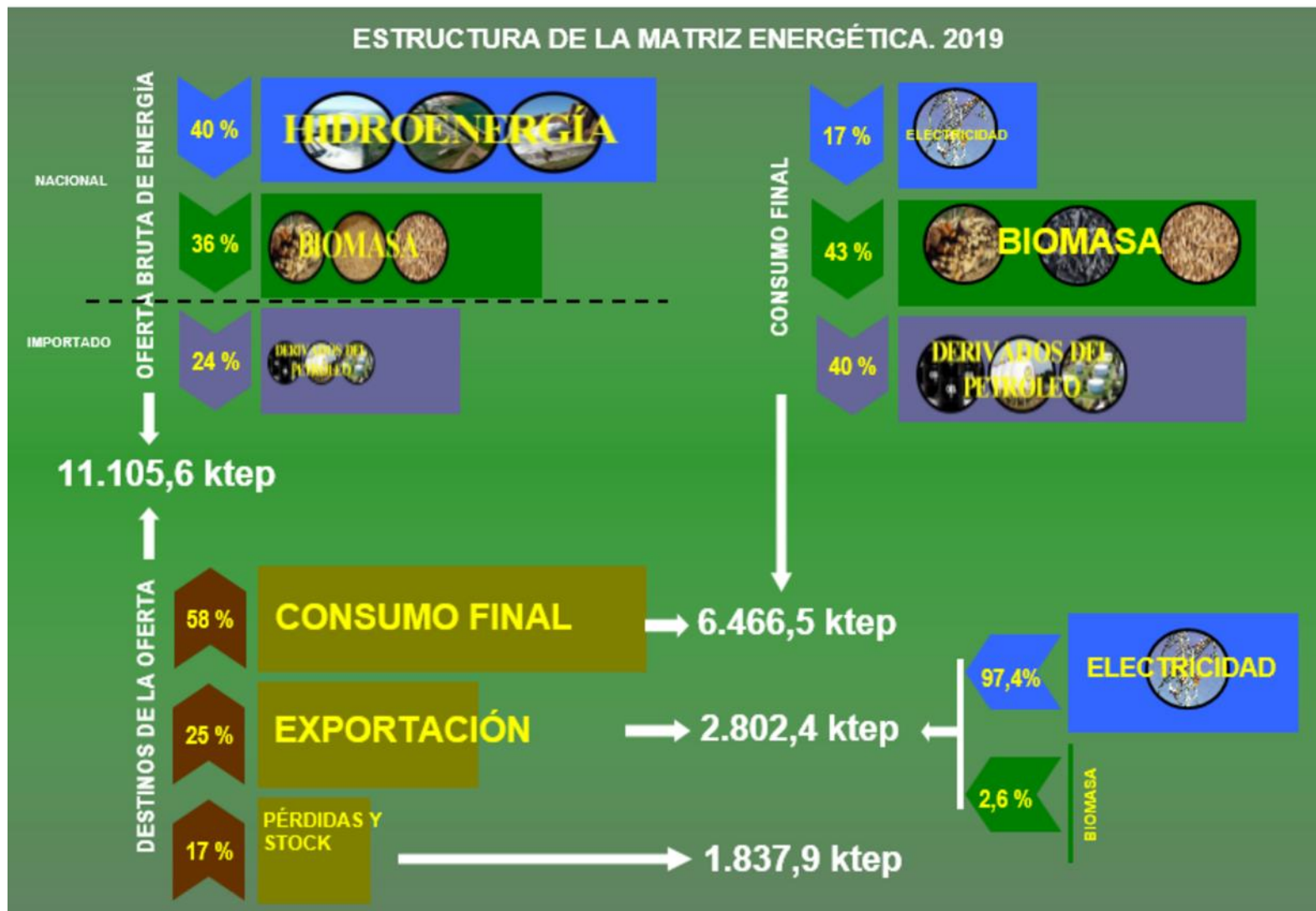
# XXXVII CONGRESO INTERAMERICANO VIRTUAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

*“Innovación y Eficiencia para el Desarrollo Sostenible”*

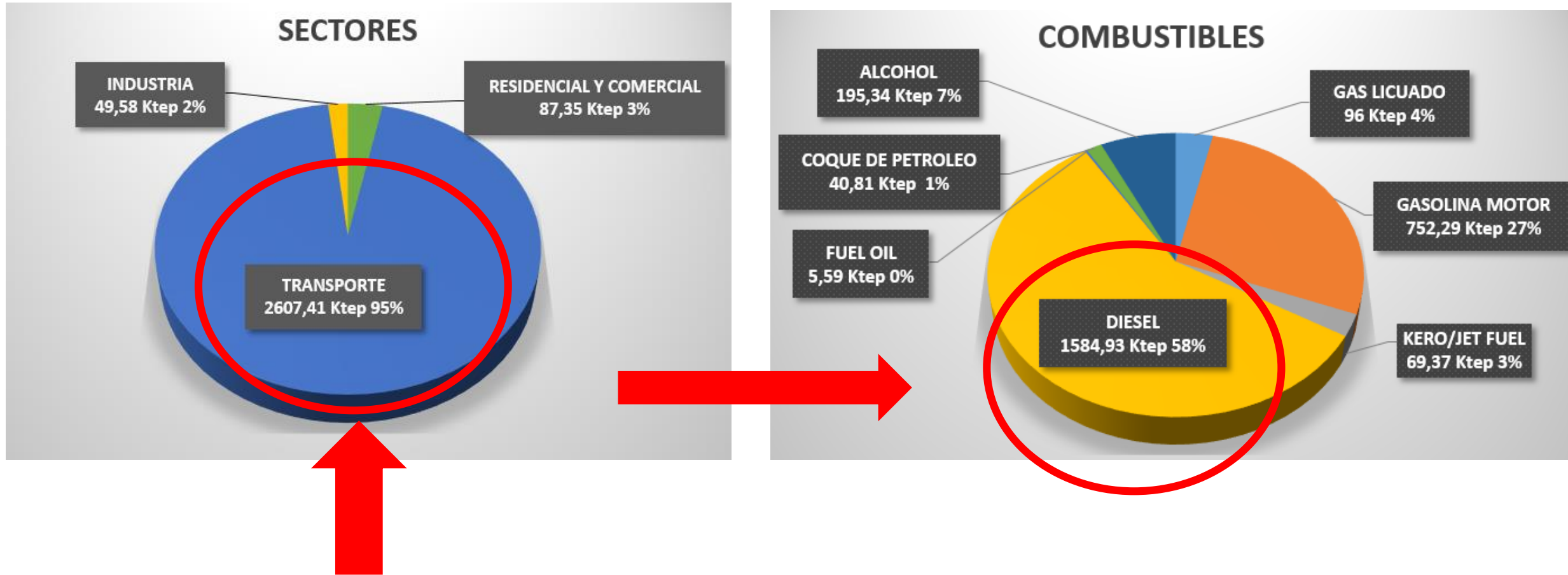
**Carolina Recalde(1), Luis Bernal(2), Fátima Colmán(3), Ángel Rincón(4)**

1,2,3 Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, 4 Consultora de Monitoreo Ambiental S.A.

## **Determinación y análisis de las concentraciones de material particulado medido por una red de monitoreo continuo para la Ciudad de Asunción**



# ANTECEDENTES EN PARAGUAY



La problemática de la contaminación del aire en la ciudad de Asunción se encuentra asociada a un parque vehicular antiguo y a la baja calidad de algunos combustibles fósiles utilizados en el sector, siendo el Diesel el combustible con mayor uso en el 2019 (VMME, 2020).

# ANTECEDENTES EN PARAGUAY

2010

- Primera campaña de medición y caracterización química de calidad de aire realizada en Asunción por el Centro Mario Molina de Chile (UNEP, PCFC, CONADERNA, Municipalidad de Asunción y Petrobras).

2014

- Segunda campaña de medición y caracterización química de calidad de aire realizada en Asunción por el Centro Mario Molina de Chile.
- Se promulga la Ley N° 5211/2014 de la Calidad del Aire.

2015  
/2016

- Resolución N° 259/2015 “Por la cual se establecen parámetros permisibles de calidad del aire”
- Baja el contenido de azufre en combustibles de 2500 ppm a 50 ppm en el 2016 (MIC)

2018

- Tercera campaña de medición y caracterización química de calidad de aire realizada en Asunción por el Centro Mario Molina de Chile.
- Resolución N° 78/2018 “Por la cual se fijan los valores límites de emisión de los contaminantes del aire provenientes de fuentes móviles”.

2019

- Decreto N° 1269/2019, por el cual se reglamenta la Ley 5.211/2014 “De calidad del Aire”
- Implementación de la red de monitoreo de MP10 y MP2,5 en Asunción. FIUNA-CONACYT

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la concentración del material particulado grueso (MP10) y fino (MP2.5) a través de la medición, registro y tratamiento de los datos procedentes de una red de monitoreo del material particulado para la ciudad de Asunción.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las concentraciones del material particulado para las estaciones de la red de monitoreo durante un año continuo de medición.
- Estimar las variables meteorológicas como temperatura, humedad y presión atmosférica que puedan ser asociadas al comportamiento de las partículas determinadas.
- Interpolar espacialmente las concentraciones con la finalidad de identificar las zonas que puedan presentar una alteración de la calidad del aire urbano.



## UBICACIÓN DE LAS 11 ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO

- 9 estaciones de tráfico.
- 2 estaciones de fondo urbano y rural.





# METODOLOGÍA



Equipos de medición láser de partículas con registro cada 5 minutos.

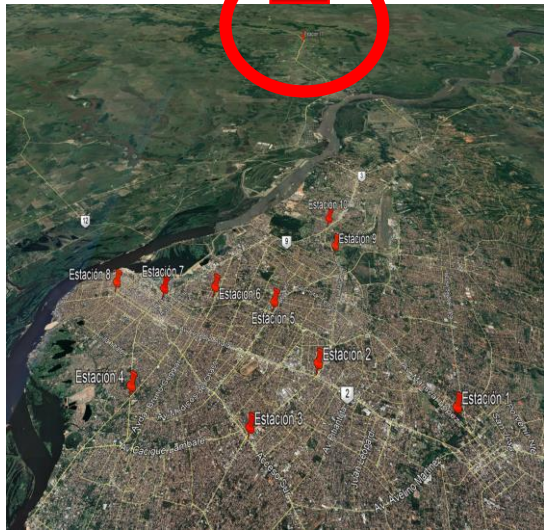
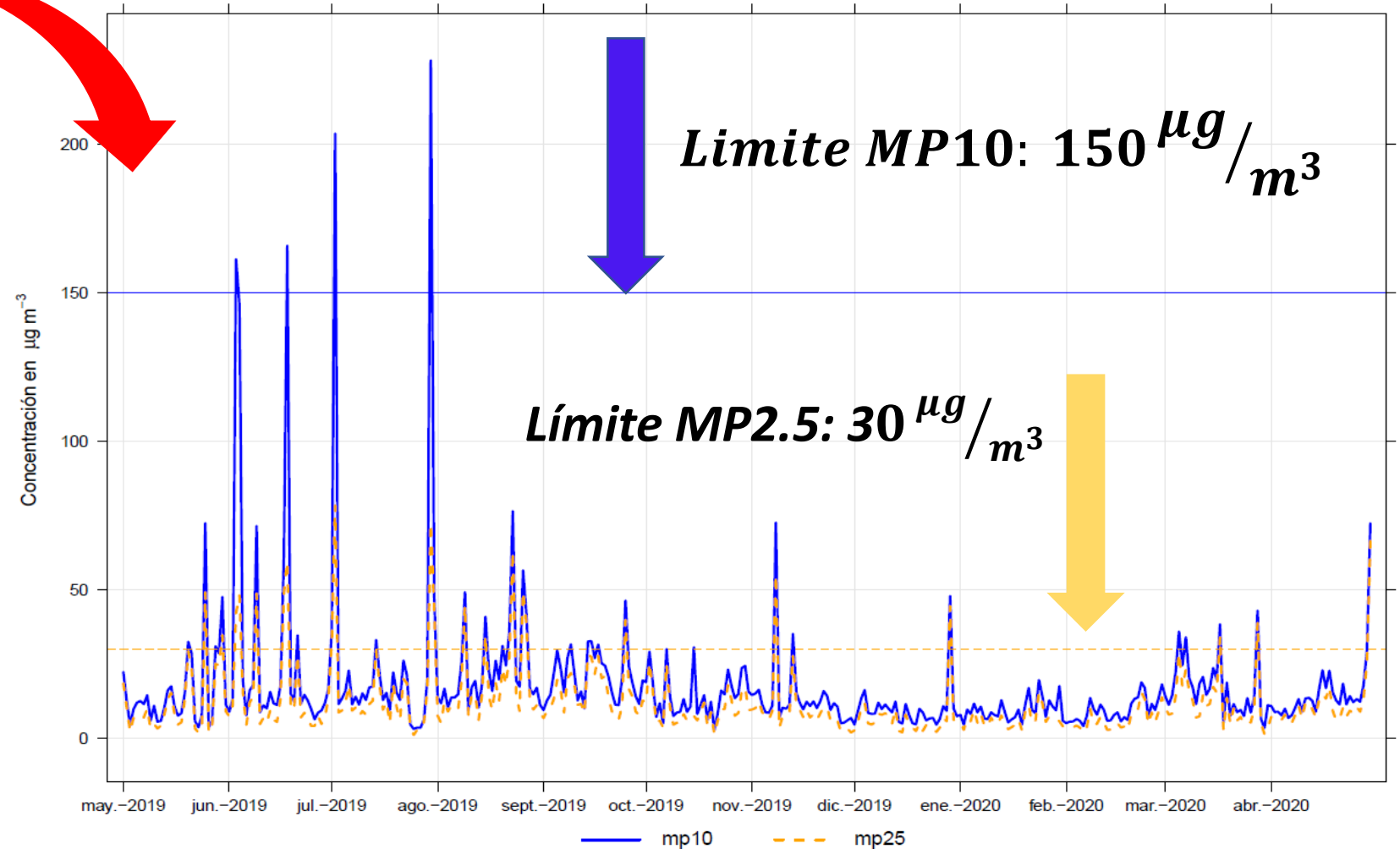


Proceso de Instalación de los equipos de medición



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

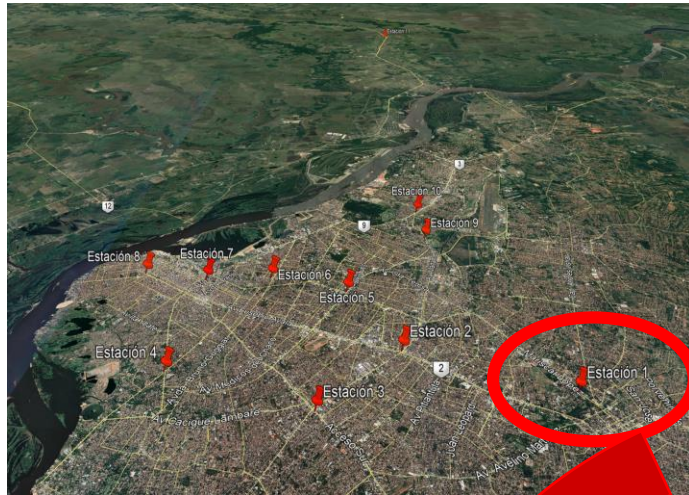
Medias 24hs de MP – Estación 11



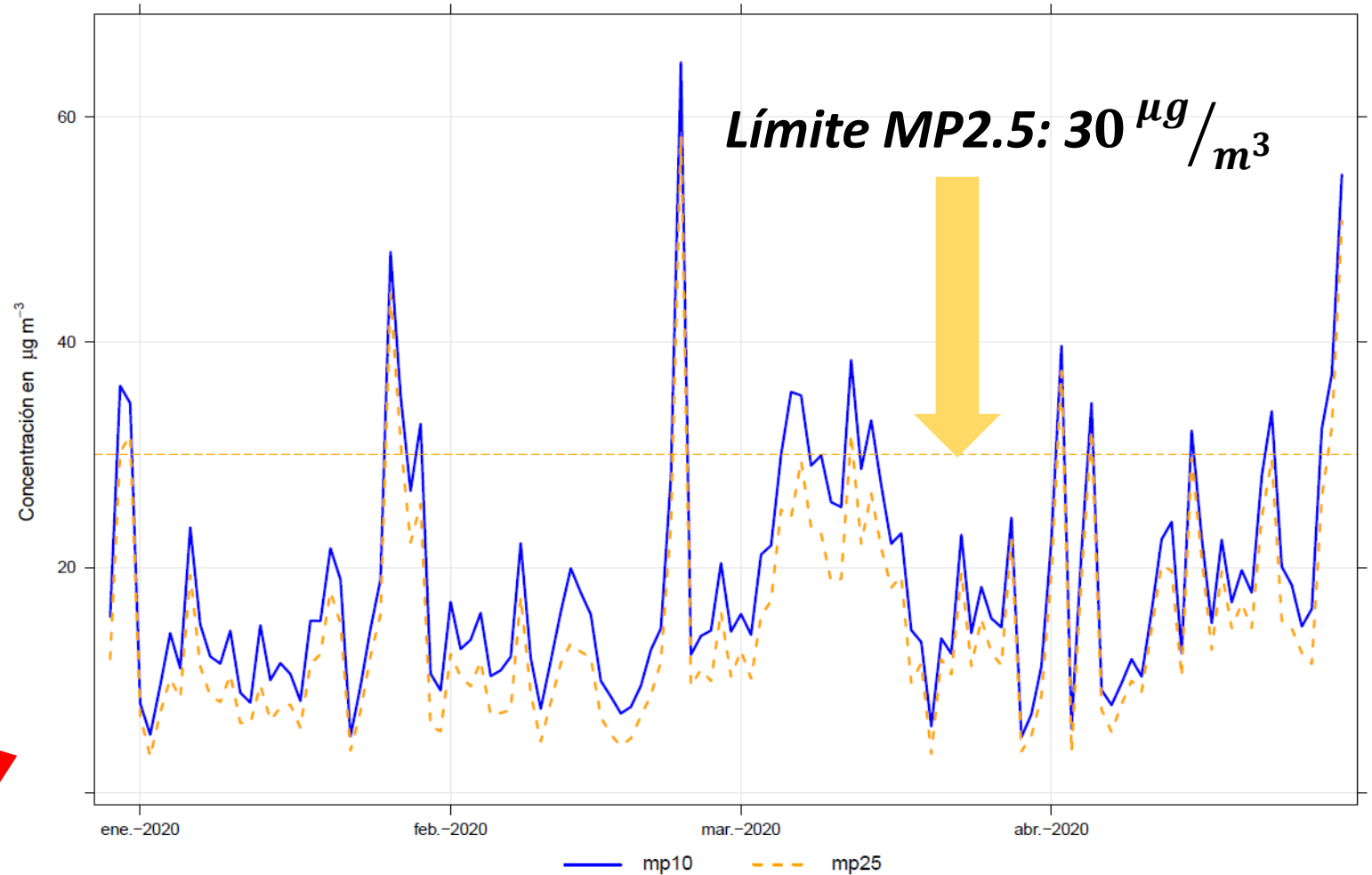
Datos zona Chaco Paraguayo de la Estación N° 11. Cerrito usada como fondo rural.

**La estación de Cerrito representa la zona con la mayor alteración promedio de la calidad del aire de la red**

Datos zona UNA de la Estación N° 1 usada como estación de tráfico urbano.



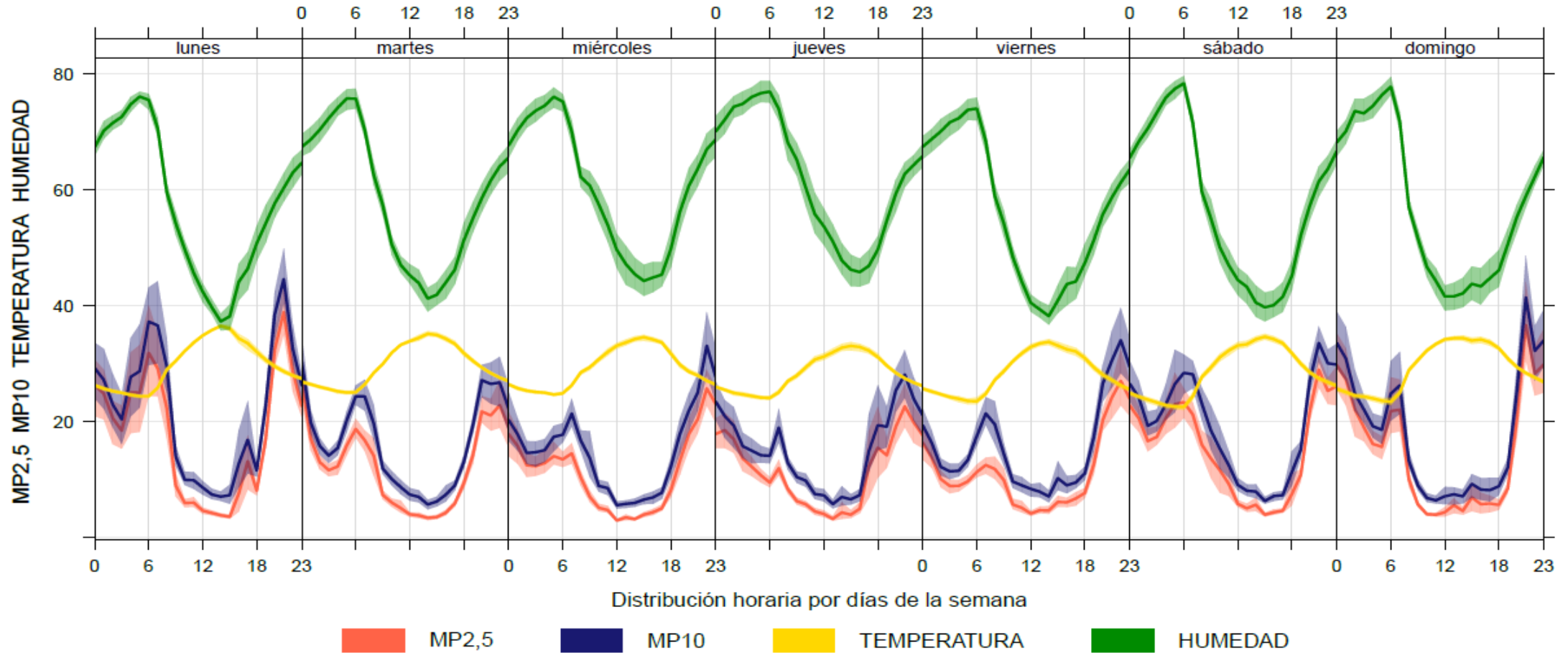
Medias 24 horas de MP – Estación 1



Las superaciones en el límite de la norma para MP2.5 en esta estación se relacionan con el elevado tráfico vehicular a pesar del periodo de vacaciones de verano (enero, febrero) y la cuarentena ocasionada por la pandemia de COVID-19.



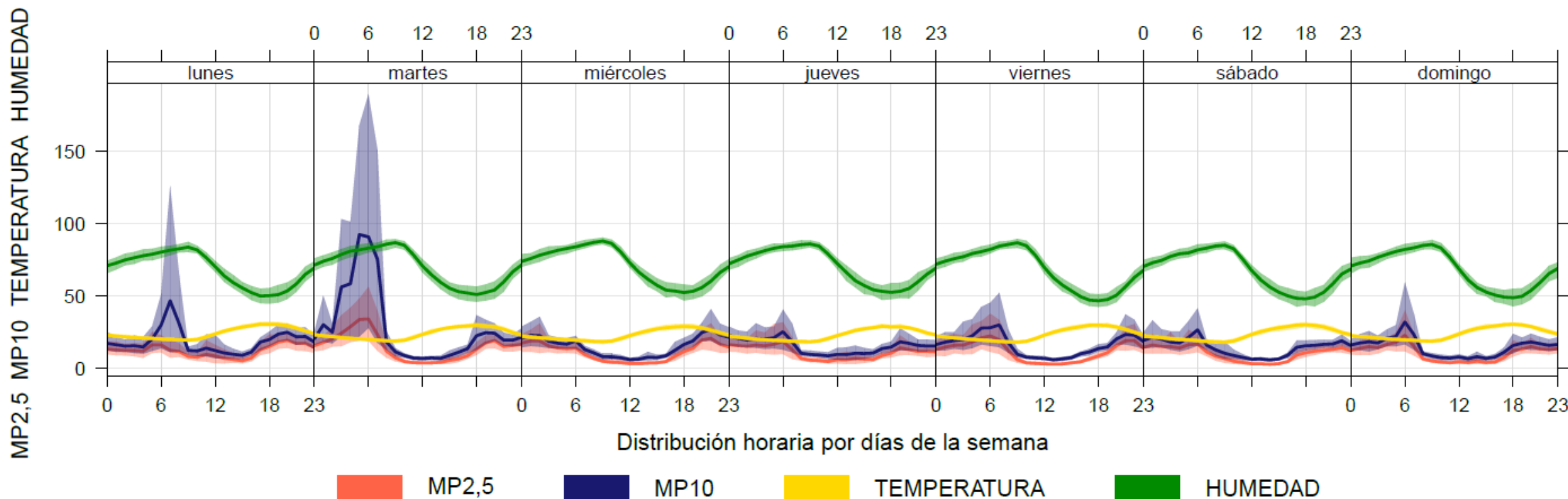
## Estación de tráfico N° 1: UNA – PERIODO DE ENERO A MARZO DEL 2020



Se observa la variabilidad semanal de la temperatura (<math><30^{\circ}\text{C}</math>) y la humedad (>60%) que se relacionan con los incrementos de las concentraciones de partículas en las horas de elevado tráfico vehicular (6h y 19 h).

# ASOCIACIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS CON MP

## ESTACIÓN DE FONDO (BACKGROUND CAMPO) N° 11: CERRITO, CHACO PARAGUAYO PERIODO DE ENERO A MARZO DEL 2020



Se observa la variabilidad semanal de la temperatura (30 °C) y la humedad (> 60%) que se relacionan con los incrementos de las concentraciones de partículas en horas de la tarde/noche (18-23 h) y en horas de la mañana (06:00 h); estas estarían asociadas con la quema de biomasa observadas.

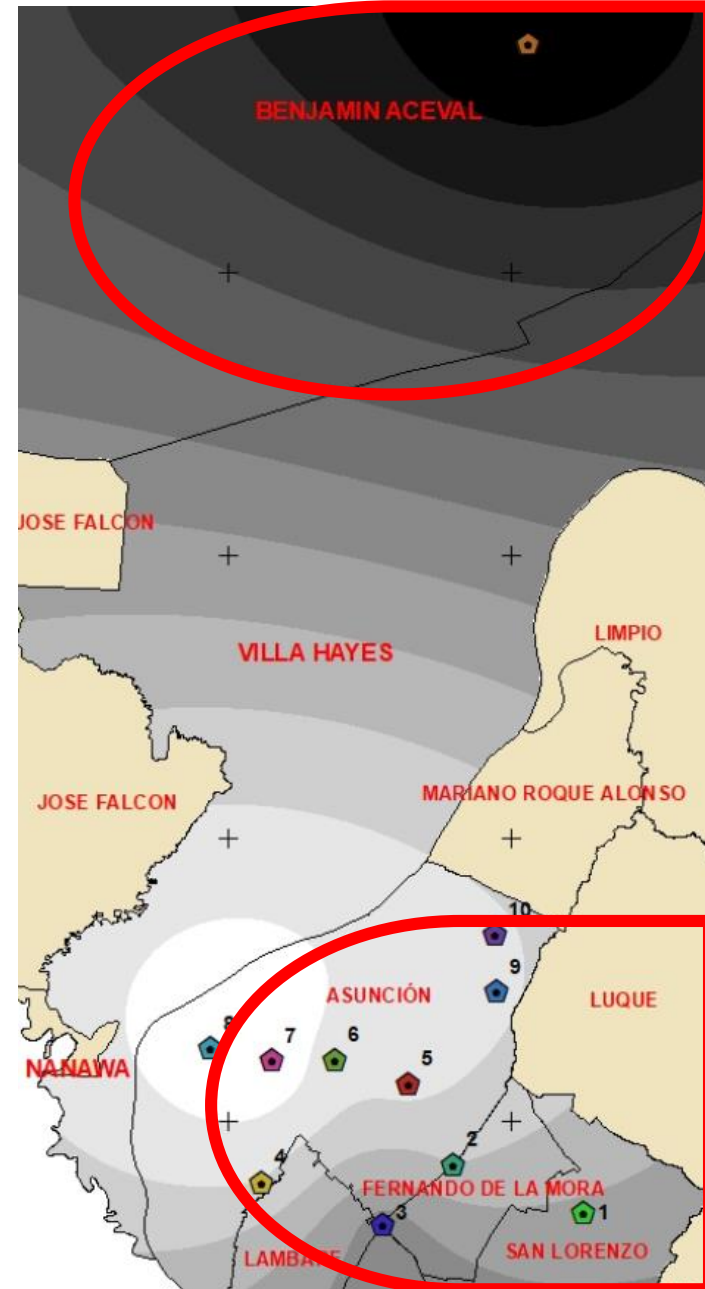
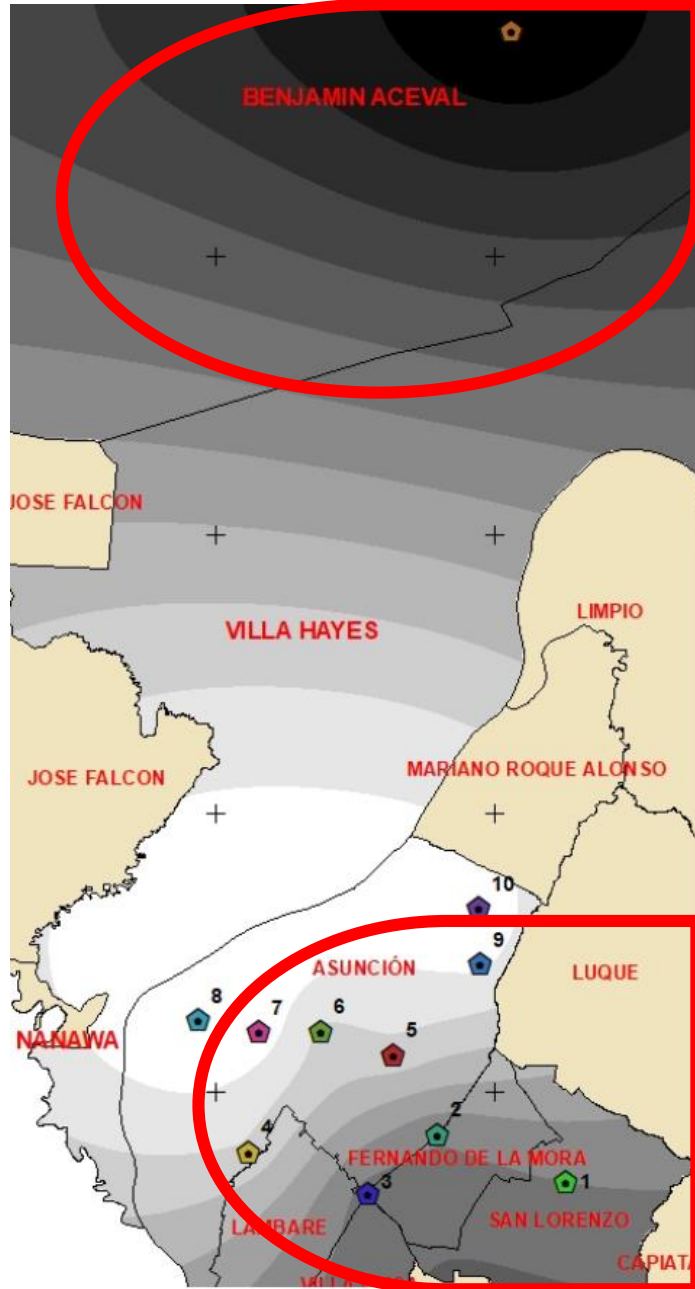
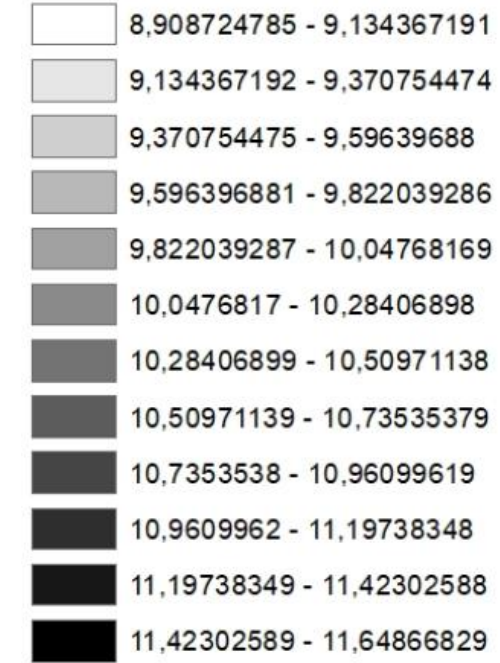
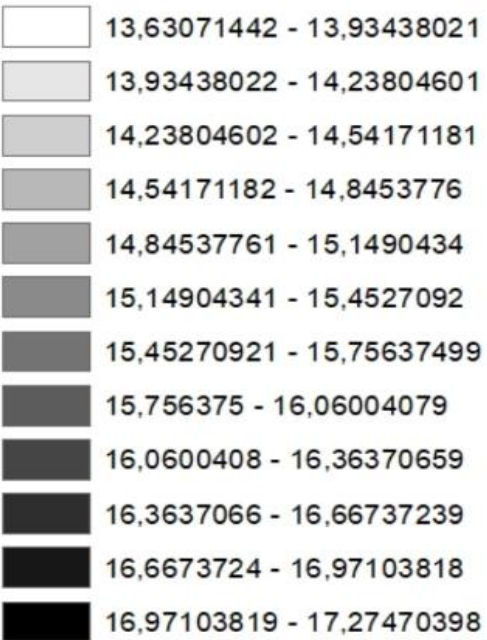


# RESULTADOS Y DISCUSIONES



VALORES DE MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VALORES DE MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



# EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN CON MP2.5 POR ESTACIÓN

Est. Fecha	1 µg/m³	2 µg/m³	3 µg/m³	4 µg/m³	5 µg/m³	6 µg/m³	7 µg/m³	8 µg/m³	9 µg/m³	10 µg/m³	11 µg/m³
26/04/19						31.00			32.02		
29/04/19									33.82		
25/05/19									31.92		49.16
30/05/19			46.21	38.24		34.73			34.13		34.77
03/06/19											42.20
04/06/19									55.39	35.91	48.24
09/06/19											48.75
17/06/19			43.46								48.63
18/06/19		34.72	53.36	32.97	33.78	35.85			39.84	40.92	59.51
01/07/19											31.78
02/07/19		31.24	53.99			32.17				31.02	78.40
30/07/19			46.88								72.46
31/07/19									39.98		43.61
09/08/19											44.81
15/08/19											34.66
23/08/19			39.36			35.81					62.92
26/08/19			34.87			31.70			42.47		49.46
27/08/19											38.59

Est. Fecha	1 µg/m³	2 µg/m³	3 µg/m³	4 µg/m³	5 µg/m³	6 µg/m³	7 µg/m³	8 µg/m³	9 µg/m³	10 µg/m³	11 µg/m³
25/09/19											39.85
01/10/19									38.61		
08/11/19		44.61	68.50	67.11	44.93	57.05	34.23	49.57	77.05	52.00	55.09
29/12/19											44.52
26/01/20	44.31										
27/01/20	31.17										
24/02/20	58.31										
12/03/20	31.81										
17/03/20											34.29
28/03/20											38.96
02/04/20	37.43										
05/04/20	32.13										
29/04/20	32.44										
30/04/20	50.79		48.51			51.86		45.43			66.48

**Límite MP2.5:  $30 \mu\text{g} / \text{m}^3$**   
según Norma Paraguaya



# EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN CON MP10 POR ESTACIÓN

Fecha \ Est.	1 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>	3 µg/m <sup>3</sup>	4 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	6 µg/m <sup>3</sup>	7 µg/m <sup>3</sup>	8 µg/m <sup>3</sup>	9 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	11 µg/m <sup>3</sup>
03/06/19											161.28
18/06/19		271.15	150.63	178.15							165.83
02/07/19											203.54
30/07/19											228.13
08/11//19				183.50							

*Limite MP10: 150<sup>µg</sup>/m<sup>3</sup> según Norma Paraguaya*

# CONCLUSIONES

- Se ha implementado por primera vez en Paraguay, un monitoreo continuo, automático y georreferenciado del material particulado fino (MP2.5) y grueso (MP10) en la ciudad de Asunción.
- Las mediciones permitieron identificar variaciones importantes en los niveles de MP en el tiempo relacionadas con determinados eventos meteorológicos.
- Los picos en las concentraciones de partículas se registraron generalmente durante días marcadas por actividades agrícolas como quemazones de pastizales en los alrededores de la ciudad.
- Los valores permisibles establecidos en la legislación nacional, determina que los niveles de partículas finas se hallan en el límite de la norma; por tanto, el estudio de la variabilidad de las partículas finas requiere una mayor cobertura temporal de la red debido a la posible vinculación como causante de enfermedades respiratorias en la ciudad.
- Algunas estaciones muestran el fuerte impacto desde el sector urbano proveniente del tráfico vehicular y otras desde el sector rural, cuya contaminación es generada por la quema abierta de biomasa, basura y/o pastizales.