



UNIVERSIDAD
EAFIT



Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

Contrato CCT 871 de 2020

Elaborado por:
Universidad EAFIT



Monitoreo, análisis en tiempo real de variables **hidrológicas, meteorológicas, seguimiento de condiciones morfodinámicas y sísmicas, y de calidad del aire y demás variables atmosféricas** que permitan hacer el análisis holístico en el territorio metropolitano y la región vecina para la toma de decisiones e investigación científica y aplicada para la gestión del riesgo en el contexto de los subprocesos de conocimiento, reducción del riesgo y manejo del desastre mediante el desarrollo, fortalecimiento y operación del SIATA.

Elaborado por:
Maria Paula Velásquez García, Analista de datos.
Mauricio Ramírez Arias, Analista de datos.

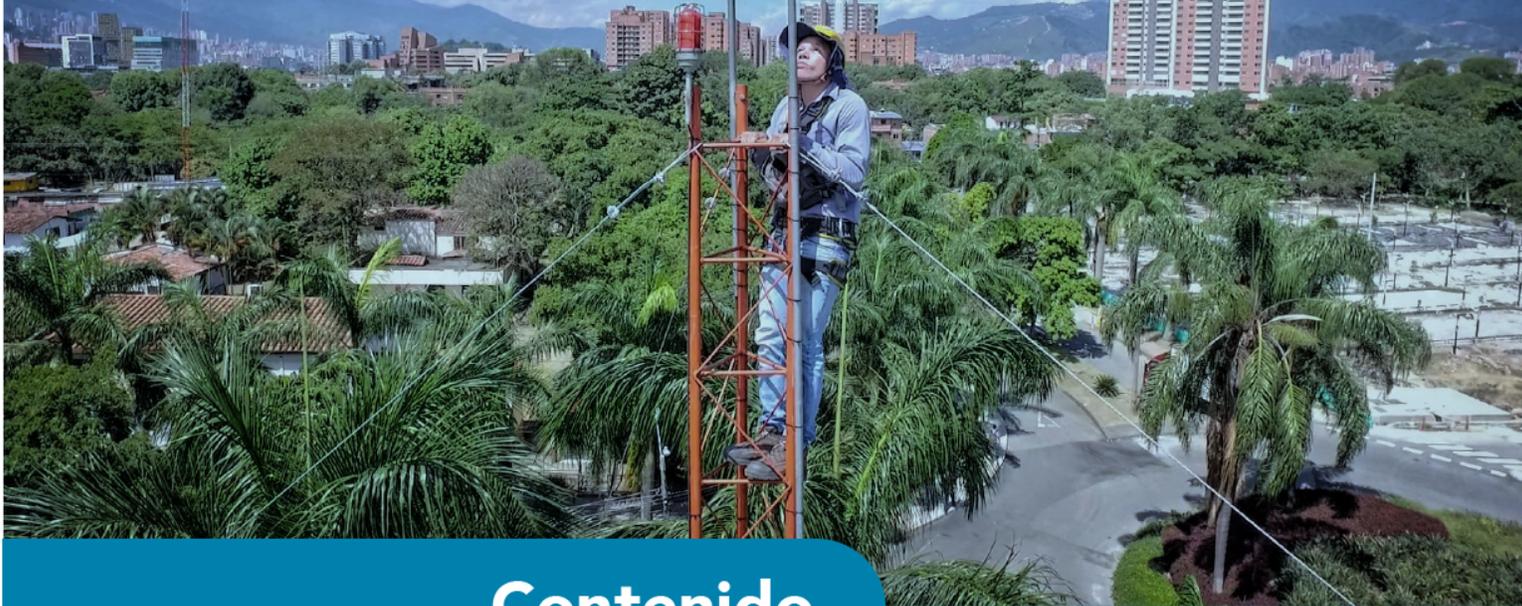
Revisado y autorizado por:
Laura Herrera Mejia, Directora de la Red.



Fecha de emisión:
18 de enero del 2021

Código:
F-GAA-RA-75
Versión:
5

Nota: Este informe no puede ser replicado sin autorización del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.



Contenido

1. Introducción	1
2. Descripción de la red	2
3. Generalidades de los Contaminantes	8
Índice de Calidad del Aire (ICA)	10
4. Material Particulado menor a 2.5 μm (PM2.5)	11
Concentración Promedio Diaria de PM2.5	12
Ciclo Diurno de la Concentración de PM2.5	14
Índice de Calidad del Aire (ICA) para el PM2.5	18
5. Material Particulado menor a 10 μm (PM10)	21
Concentración Promedio Diaria de PM10	22
Ciclo Diurno de la Concentración de PM10	24
Índice de Calidad del Aire (ICA) para PM10	25
6. Ozono (O_3)	28
Concentraciones octohorarias de Ozono	29
Ciclo Diurno de la Concentración de Ozono	29
Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones horarias y octohorarias de ozono	31

7. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)	33
Ciclo Diurno de la Concentración de NO _x	34
Concentración Promedio Diaria de NO ₂	36
Ciclo Diurno de la Concentración de NO ₂	37
Índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones horarias de NO ₂	38
Ciclo Diurno de la Concentración de NO	39
8. Monóxido de Carbono (CO)	41
Concentraciones Horarias y Octohorarias de CO.	42
Ciclo Diurno de la Concentración de CO	43
Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones octohorarias de CO	43
9. Dióxido de Azufre (SO₂)	45
Concentración Promedio Diaria de SO ₂	46
Ciclo Diurno de la Concentración de SO ₂	46
Índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones horarias de SO ₂	47
10. Meteorología	48
Ciclo Diurno de la Radiación Solar, Temperatura y Humedad Relativa	50
Precipitación	52
Vientos	55
11. Anexos	59
Anexo 1. Métodos de medición	59
Anexo 2. Identificación de muestras en los equipos manuales	61

Anexo 3. Condiciones ambientales de muestreo	63
Anexo 4. Series de las concentraciones de los contaminantes criterio	67

Índice de Figuras

4.1. Estaciones automáticas de monitoreo de PM2.5	11
4.2. Estaciones manuales de monitoreo de PM2.5	12
4.3. Concentración diaria de PM2.5 para las estaciones automáticas. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.	13
4.4. Ciclo diurno de PM2.5 para las estaciones automáticas	15
4.4. Continuación	16
4.4. Continuación	17
4.5. Índice de Calidad del Aire para las estaciones automáticas de PM2.5	18
4.6. Índice de Calidad del Aire para las estaciones manuales de PM2.5	19
4.7. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones de PM2.5 del municipio de Medellín.	19
4.8. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones de PM2.5 de los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá, excepto Medellín.	19
4.9. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones manuales de PM2.5 de los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá	20
5.1. Estaciones automáticas de monitoreo de PM10	21
5.2. Estaciones manuales de monitoreo de PM10	22
5.3. Concentración Diaria de PM10 para las estaciones automáticas. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.	23
5.4. Ciclo diurno de PM10 para las estaciones automáticas	24
5.4. Continuación	25
5.5. Índice de Calidad del Aire para las estaciones automáticas de PM10	26
5.6. Índice de Calidad del Aire para las estaciones manuales de PM10	26
5.7. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones automáticas de PM10	27
5.8. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones manuales de PM10	27
6.1. Estaciones automáticas de monitoreo de Ozono	28
6.2. Ciclo diurno de Ozono para las estaciones automáticas.	30
6.2. Continuación	31

6.3. Porcentaje de las distintas categorías del ICA para las concentraciones horarias de Ozono	32
6.4. Variación porcentual de las distintas categorías del ICA para las concentraciones octohorarias de Ozono	32
7.1. Estaciones automáticas de monitoreo de NO _x	34
7.2. Ciclo diurno de NO _x para las estaciones automáticas.	35
7.2. Continuación	36
7.3. Concentraciones de NO ₂ para las estaciones automáticas. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.	36
7.4. Ciclo diurno de NO ₂ para las estaciones automáticas.	37
7.4. Continuación	38
7.5. Porcentaje de las distintas clasificaciones del ICA para las concentraciones horarias de NO ₂	39
7.6. Ciclo diurno de NO para las estaciones automáticas.	39
7.6. Continuación	40
8.1. Estaciones automáticas de monitoreo de CO.	42
8.2. Ciclo Diurno de CO para las estaciones de la REDMCA.	43
8.3. Variación porcentual de las categorías de calidad de aire para las concentraciones horarias de CO en las estaciones de monitoreo.	44
9.1. Estación automática de monitoreo de SO ₂	45
9.2. Concentración Diaria de SO ₂ para la estación automática. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.	46
9.3. Ciclo Diurno de SO ₂ para las estaciones de la REDMCA.	47
9.4. Porcentaje de días en las distintas categorías del ICA para la estación de SO ₂	47
10.1. Estaciones automáticas de monitoreo de Meteorología	48
10.2. Radiación Solar, Temperatura y Humedad Relativa para las distintas estaciones	51
10.2. Continuación	52
10.3. Precipitación horaria y acumulada para las distintas estaciones	53
10.3. Continuación	54
10.4. Rosas de Viento diurnas para las distintas estaciones	56
10.5. Rosas de Viento nocturnas para las distintas estaciones	57
10.6. Rosas de Viento totales para las distintas estaciones.	58

Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

11.1. Condiciones de humedad y temperatura al interior del shelter	63
11.1. Continuación	64
11.1. Continuación	65
11.1. Continuación	66
11.2. Series de las concentraciones de PM25	68
11.2. Continuación	69
11.2. Continuación	70
11.2. Continuación	71
11.3. Series de las concentraciones de PM10	72
11.3. Continuación	73
11.4. Series de las concentraciones de NO	74
11.4. Continuación	75
11.5. Series de las concentraciones de NO2	76
11.5. Continuación	77
11.6. Series de las concentraciones de NOx	78
11.6. Continuación	79
11.7. Series de las concentraciones de Ozono	80
11.7. Continuación	81
11.8. Series de las concentraciones de CO	81
11.9. Series de las concentraciones de SO2	82



Índice de Tablas

2.1. Distribución de equipos de monitoreo en las estaciones de la REDMCA	2
2.2. Clasificación de estaciones de acuerdo al tipo de zona (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014)	3
2.3. Clasificación de estaciones de acuerdo al tipo de fuentes emisoras predominantes (Área Metropolitana del Valle de Aburra, 2014).	4
2.4. Clasificación de las estaciones.	5
2.5. Ubicación geográfica de las estaciones de la red	7
3.1. Porcentaje de datos válidos para los contaminantes	8
3.1. Porcentaje de datos válidos para los contaminantes	9
3.2. Puntos de Corte del ICA	10
4.1. Estadísticos de las concentraciones de PM2.5 durante el mes de Diciembre de 2020 para las estaciones del municipio de Medellín	14
4.2. Estadísticos de las concentraciones de PM2.5 durante el mes de Diciembre de 2020 para los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá diferentes a Medellín.	14
5.1. Estadísticos de PM10 para las estaciones automáticas, Diciembre 2020	23
5.2. Estadísticos de PM10 para las estaciones manuales, Diciembre 2020	23
6.1. Estadísticos Diciembre 2020 Ozono	29
7.1. Estadísticos Diciembre 2020 NO ₂	37
8.1. Resumen estadístico de las concentraciones de CO, Diciembre 2020	43
9.1. Estadísticos Diciembre 2020 SO ₂	46
10.1. Porcentaje de datos válidos Meteorología	49
10.2. Estadísticos Precipitación	55
11.1. Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA	59
11.1. Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA	60
11.1. Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA	61

11.2. Identificación de filtros de las estaciones manuales de PM10 62

11.3. Identificación de filtros de las estaciones manuales de PM2.5 62

1 Introducción

El Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), es un proyecto de Ciencia y Tecnología y una estrategia para la gestión de riesgos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Alcaldía de Medellín, que cuenta con el apoyo y los aportes de EPM e ISAGEN.

El SIATA tiene como tarea fundamental alertar en tiempo real a los organismos gestores de riesgos y a la comunidad, frente a la posible ocurrencia de un evento extremo detonado por condiciones meteorológicas que pueda generar una emergencia o desastre. Con este fin se usan diferentes herramientas para monitorear en tiempo real de condiciones hidrometeorológicas de la región; se desarrollan modelos de pronóstico meteorológico e hidrológico, ajustados a las condiciones de la región; y se entrega información de manera oportuna a las entidades gestoras de riesgo de en la jurisdicción.

Desde el 1 de Agosto de 2016 el SIATA se constituye como operador de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (REDMCA), encargándose de la operación permanente de la red y la activación de protocolos de contingencia en caso de falla del sistema. De igual forma, debe apoyar de manera priorizada la gestión de eventos críticos relacionados con la calidad del aire de los municipios de la jurisdicción, entregando reportes de situaciones críticas de manera permanente y ante alteraciones de las condiciones ambientales de la región que puedan ser monitoreadas por el sistema.

Las condiciones meteorológicas han sido identificadas como un elemento esencial para el pronóstico, entendimiento y planificación de la calidad del aire dentro de nuestra región metropolitana, siendo la atmósfera el medio donde se liberan, transportan y dispersan los contaminantes. La topografía compleja del Valle de Aburrá favorece, bajo condiciones de estabilidad atmosférica, la acumulación de contaminantes cerca de la superficie, especialmente durante las primeras horas de la mañana y durante las horas posteriores al atardecer.

En este informe se presenta el análisis de los registros obtenidos de la REDMCA, tanto para contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas, durante el mes de Diciembre de 2020. Igualmente se presenta el cálculo del Índice de Calidad del Aire (ICA) asociado a cada uno de los contaminantes criterio monitoreados dentro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En la sección de Anexos se adjuntan los métodos y rangos de operación de los equipos de la red de medición (Anexo 1), la identificación de los filtros utilizados en los equipos manuales de PM2.5 (Anexo 2), así como la variación de las condiciones ambientales al interior de las estaciones en las que se realiza seguimiento de estas variables (Anexo 3) y el comportamiento de las series horarias para los diferentes contaminantes monitoreados durante el mes (Anexo 4).

2 Descripción de la red

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá está constituida por 37 puntos de monitoreo distribuidos en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Dirección: Carrera 53 # 40A - 31, Contacto: Tel = +574 385 6000 ext. 404, Correo = ana.orrego@metropol.gov.co). Estos puntos de monitoreo están dotados de equipos tanto automáticos como manuales, los cuales permiten hacer seguimiento de los contaminantes criterio definidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. La Red de Calidad de Aire se complementa con la información obtenida de la Red de Monitoreo de Ruido ambiental compuesta por 8 estaciones.

MUNICIPIO	SIGLA	Equipos de Monitoreo											
		Black Carbon	BTEX	PM10 (S)	PM10	PM2.5 (S)	PM2.5	SO ₂	NOX	CO	O ₃	Met.	Ruido Ambiental
BARBOSA	BAR-HSVP			x									
	BAR-TORR						x						
	BAR-PDLA									x		x	
GIRARDOTA	GIR-IECO				x							x	
	GIR-BOTJ												x
	GIR-SOSN						x	x	x	x	x	x	
COPACABANA	GIR-EPM						x	x	x	x	x	x	
	COP-HSMA			x									
BELLO	COP-CVID						x					x	
	BEL-JEGA					x							
	BEL-USBV				x						x	x	
MEDELLÍN	BEL-FEVE						x						
	MED-ARAN						x						
	MED-ALTA						x						
	MED-BEME						x						
	MED-FISC						x		x		x	x	
	MED-SELE						x					x	
	MED-MIRA			x							x	x	
	CEN-TRAF	x	x		x		x						x
	MED-EXSA				x								
	MED-ITMR				x				x				
	MED-UDEM												
	MED-CORA			x							x	x	
	MED-ZOOL												x
	MED-PJIC			x	x	x			x	x		x	
	MED-PJIR												x
	MED-LAYE						x				x	x	
	MED-SCRI						x						
	MED-SIAT												x
	MED-TESO						x						
	ITAGÜÍ	MED-VILL			x								
ITA-PTAR				x			x						
ITA-CJUS									x			x	
ITA-POGO		x		x	x								
ITA-CONC					x		x				x	x	
ITA-RESU							x						
ENVIGADO	ITA-SAMA												x
	ITA-ACUA												x
ESTRELLA	ENV-HOSP						x						
	EST-MAGO			x									
SABANETA	EST-HOSP						x						
	SUR-TRAF			x	x		x			x		x	
	SAB-SEMS												x
CALDAS	SAB-RAMS												
	SAB-RAMS						x					x	
	CAL-JOAR			x			x				x	x	
	CAL-LASA						x						
TOTALES	44	2	1	10	9	2	24	2	8	3	10	17	8

Tabla 2.1: Distribución de equipos de monitoreo en las estaciones de la REDMCA

De acuerdo a lo reportado en la Tabla 2.1, durante el mes de Diciembre de 2020 en la red operaron compuesta por 34 equipos automáticos para el monitoreo de material particulado: 23 para PM2.5 y 10 para PM10; 10 equipos manuales con resolución temporal diaria para la medición de PM10, y 2 para la medición de PM2.5, representados en color azul en la tabla dado que no tienen comunicación en tiempo real.

Adicional a los equipos mencionados en el párrafo anterior, considerados oficiales, en la estación ubicada en la unidad residencial Reservas del Sur del municipio de Itagüí, estación ITA-RESU, operó un equipo automático tipo Aeroqual, el cual se utiliza como equipo de campaña para evaluar la influencia de la zona industrial cercana a la unidad residencial.

Por otra parte, la red de monitoreo contó con 23 equipos para el seguimiento a las concentraciones de contaminantes gaseosos: 10 analizadores de ozono, 8 analizadores de NO_x (NO, NO₂ y NO_x), dos analizadores de SO₂ y tres analizadores de CO; 2 equipos monitores de Black Carbon; y 17 estaciones meteorológicas instaladas en 8 de los 10 municipios del área metropolitana y que monitorean, entre otras variables, velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa, radiación global, presión atmosférica y precipitación. La información de la Red de Calidad de Aire se complementa con la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental, la cual está conformada por 8 equipos automáticos con resolución minutal.

Cabe agregar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, fue necesario suspender permanentemente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos que operaban en estos puntos de monitoreo se reubicaron en las instalaciones de los tanques de EPM en el mismo municipio (estación GIR-EPM). El seguimiento de los niveles de los diferentes contaminantes en la estación GIR-EPM inició el 29 de diciembre.

Las estaciones de la red son clasificadas según el tipo de zona donde se encuentran ubicadas y el tipo de fuentes de emisión predominantes en su área de influencia. Esta clasificación se encuentra contenida dentro de la actualización de la clasificación de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014), la cual se basa en el Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de Calidad del Aire (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y se presentan a continuación:

Tipo de zona	Descripción
Urbana	Área totalmente urbanizada. Un área edificada no estará mezclada con áreas no urbanizadas, con la excepción de los parques urbanos
Suburbana	Área en gran parte urbana edificada, pero las áreas edificadas estarán mezcladas con áreas no urbanizadas (por ejemplo con áreas agrícolas, lagos, bosques, grandes zonas verdes, etc.)
Rural	Se define como áreas rurales todas aquellas que no satisfagan los criterios para áreas urbanas y suburbanas.

Tabla 2.2: Clasificación de estaciones de acuerdo al tipo de zona (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014)

Tipo de área	Descripción
De Tráfico	Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminante medido está determinando principalmente por emisiones del tráfico cercano.
Punto Crítico	Estaciones ubicadas a nivel de suelo de apoyo a estudios epidemiológicos.
Industrial	Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminación medido este influenciado significativamente por las emisiones cercanas de fuentes industriales.
Entorno de Fondo	Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminante medido no está significativamente influenciadas por fuentes o calle alguna, pero si por la contribución de las fuentes que influyen en estas estaciones debido al régimen de vientos. Por ejemplo estaciones ubicadas en un centro urbano que está bajo la influencia indirecta del tráfico o procesos de combustión debido a la dirección del viento, o estaciones ubicadas en áreas rurales influenciadas por centros urbanos o áreas industriales debido al régimen de vientos. También serán consideradas de fondo, estaciones que se encuentran vientos arriba de la fuente evaluada.

Tabla 2.3: Clasificación de estaciones de acuerdo al tipo de fuentes emisoras predominantes (Área Metropolitana del Valle de Aburra, 2014).

Adicional a las clasificaciones mostradas en las Tablas 2.2 y 2.3, se considera la categoría tendencia de mesoescala para estaciones ubicadas a una altura superior a 15 metros en áreas urbanas del valle. Se presenta a continuación la clasificación de las estaciones pertenecientes a la Red de Monitoreo, teniendo como base la actualización de la clasificación de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2014).

Clasificación	Estación	Sigla	Municipio
Urbana de Tráfico	Estación Tráfico Centro	CEN-TRAF	Medellín
	Estación Tráfico Sur	SUR-TRAF	Sabaneta
	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	MED-PJIC	Medellín
Urbana Industrial	Estación de Policía Los Gómez	ITA-CJUS	Itagüí
	Casa de Justicia de Itagüí	ITA-POGO	Itagüí
	Institución Educativa María Goretti	EST-MAGO	La Estrella
	Fiscalía General de la Nación	MED-FISC	Medellín
Urbana de Fondo	Institución Educativa Colombia	GIR-IECO	Girardota
	Hospital La Estrella	EST-HOSP	La Estrella
	Barbosa Torre Social	BAR-TORR	Barbosa
	Copacabana Ciudadadela de la vida	COP-CVID	Copacabana
	Institución Educativa Ciro Mencia	MED-ARAN	Medellín
	Biblioteca Fernando Botero	MED-SCRI	Medellín
	Planta de Agua Potable de EPM	MED-VILL	Medellín
	Institución Educativa Pedro Justo Berrío	MED-BEME	Medellín
	Institución Educativa Pedro Octavio Amado	MED-ALTA	Medellín
	Institución Educativa Inem Santa Catalina	MED-TESO	Medellín
	Hospital Manuel Uribe Ángel Sede – Santa Gertrudis	ENV-HOSP	Envigado
	Institución Educativa Jorge Eliecer Gaitán	BEL-SESB	Bello
	Liceo Fernando Vélez	BEL-FEVE	Bello
	Institución Educativa Rafael J. Mejía	SAB-RAME	Sabaneta
	Escuela Joaquín Aristizabal	CAL-JOAR	Caldas
	Instituto Tecnológico Metropolitano sede Robledo	MED-ITMR	Medellín
	Tanques EPM	GIR-EPM	Girardota
Urbana de Tendencia Mesoescala	Corantioquia	MED-CORA	Medellín
	Éxito San Antonio	MED-EXSA	Medellín
	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando	ITA-PTAR	Itagüí
Suburbana de Tráfico	Universidad de Medellín	MED-UDEM	Medellín
Suburbana de Fondo	Hospital San Vicente de Paul	BAR-HSVP	Barbosa
	Hospital Santa Margarita	COP-HSMA	Copacabana
	Universidad San Buenaventura	BEL-USBV	Bello
	Tanques Miraflores	MED-MIRA	Medellín
	Tanques La Ye	MED-LAYE	Medellín
	Concejo de Itagüí	ITA-CONC	Itagüí
	Corporación Universitaria Lasallista	CAL-LASA	Caldas
Rural de Fondo	Parque de las Aguas	BAR-PDLA	Barbosa
	Santa Elena	MED-SELE	Medellín
Suburbana Industrial	SOS Aburrá Norte	GIR-SOSN	Girardota

Tabla 2.4: Clasificación de las estaciones.

El Anexo 1 presenta los diferentes equipos de medición que hacen parte de la REDMCA, así como la respectiva metodología de medición utilizada en cada uno de ellos, su rango de medición, estado de la muestra y los respectivos límites permisibles establecidos en la Resolución 2254 del 01 de noviembre del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Finalmente, la tabla 2.5 presenta la dirección, la latitud y la longitud de las estaciones que hacen parte de la red.

Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	LATITUD	LONGITUD
Barbosa			
BAR-HSVP	Carrera 17 # 10 - 34	6.43917	-75.33633
BAR-PDLA	Carrera 48 # 70 - 10	6.40671	-75.41949
BAR-TORR	Calle 15 # 13 - 80	6.43696	-75.3304
Girardota			
GIR-IECO	Calle 5a # 14a - 62	6.37852	-75.44398
GIR-SOSN	Carrera 19 # 1064	6.37904	-75.45091
GIR-EPM	Carrera 14 # 10-113	6.37325	-75.44831
Copacabana			
COP-CVID	Carrera 46b # 47a - 39	6.34536	-75.50475
COP-HSMA	Carrera 45 # 52 - 26	6.35272	-75.50822
Bello			
BEL-FEVE	Carrera 58a # 52c - 135	6.3375655	-75.5678
BEL-JEGA	Carrera 50 # 53 - 04	6.33711	-75.55866
BEL-USBV	Calle 45 # 61 - 40	6.3307	-75.56867
Medellín			
MED-ALTA	Carrera 88a # 18a-5	6.22481	-75.61381
MED-ARAN	Calle 99 # 48 - 55	6.29346	-75.55643
MED-BEME	Carrera 86 # 34 - 97	6.243	-75.61201
MED-CORA	Carrera 65 # 44a - 32	6.2525	-75.58608
MED-EXSA	Calle 48 # 46 - 115	6.24933	-75.57025
MED-ITMR	Carrera 80 # 65 - 223	6.27556	-75.58829
MED-LAYE	Calle 16a sur # 9e - 300	6.18254	-75.55064
CEN-TRAF	Carrera 53 # 52 - 51	6.25256	-75.56958
MED-PJIC	Carrera 48 # 7 - 151	6.20897	-75.57777
MED-MIRA	Calle 40 # 21 - 03	6.22997	-75.54919
MED-SCRI	Carrera 131 # 62 - 15	6.2805	-75.6366
MED-SELE	Vereda Piedra Gorda, Santa Elena	6.236361	-75.498462
MED-SIAT	Calle 50 # 71-147	6.25922	-75.58864

ESTACIÓN	DIRECCIÓN	LATITUD	LONGITUD
MED-TESO	Calle 1 # 29 - 300	6.1997788	-75.5614385
MED-UDEM	Carrera 87 # 30 - 65	6.23018	-75.60996
MED-FISC	Carrera 64c # 67 - 300	6.2687888	-75.5737076
MED-VILL	Calle 66c # 39 - 93	6.26172	-75.55164

Envigado

ENV-HOSP	Diagonal 33 # 34c Sur 31	6.16849	-75.58197
-----------------	--------------------------	---------	-----------

Itagüí

ITA-CJUS	Carrera 52 # 74 - 67	6.18567	-75.59721
ITA-CONC	Carrera 64 # 25 - 01	6.1685	-75.64436
ITA-POGO	Vereda Los Gómez	6.189723	-75.610588
ITA-PTAR	Calle 85 # 42 - 381	6.19364	-75.59158

La Estrella

EST-HOSP	Calle 83a Sur # 6045	6.15553	-75.64417
EST-MAGO	Calle 83b sur # 52 - 10	6.16092	-75.645

Sabaneta

SUR-TRAF	Calle 77sur # 49	6.15231	-75.62749
SAB-RAME	Carrera 45 # 77c sur 4	6.15678	-75.62137

Caldas

CAL-JOAR	Carrera 51 # 127 Sur - 41	6.09308	-75.63777
CAL-LASA	Carrera 51 # 118 sur - 57	6.09908	-75.63863

Tabla 2.5: Ubicación geográfica de las estaciones de la red

3 Generalidades de los Contaminantes

La Tabla 3.1 muestra el porcentaje de datos válidos para los distintos contaminantes medidos en las diferentes estaciones de monitoreo. De acuerdo al Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del MAVDT (Actual MADS) se establece que para el cálculo de los parámetros estadísticos es necesario contar con al menos el 75 % de información válida (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Según los resultados mostrados, los equipos de las estaciones GIR-SOSN, GIR-EPM Y GIR-IECO, el analizador de ozono de la estación MED-UDEM, y los analizadores de NO_x y CO de la estación MED-PJIC presentaron porcentajes de datos válidos inferiores al 75 %. En el caso de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO, la operación de estas estación se suspendió de manera permanente por solicitud del alcalde. Los equipos que operaban en estos puntos de monitoreo se reubicaron en las instalaciones de los tanques de EPM, estación GIR-EPM, en el mismo municipio. El seguimiento de los niveles de los diferentes contaminantes en la estación GIR-EPM inició el 29 de diciembre.

En el caso de los analizadores de ozono de la estación MED-UDEM y de NO_x de la estación MED-PJIC, durante el mes de Diciembre se realizaron unas pruebas intra-laboratorio con el fin de dar cumplimiento a los requisitos establecidos en la norma NTC-IESO/IEC 17025:2005 en relación a la validez de los métodos. Para estas pruebas, el analizador de ozono de la estación MED-UDEM se instaló en la estación MED-MIRA mientras que el equipo de NO_x de la estación MED-PJIC se instaló en la estación CEN-TRAF.

Finalmente, durante el mes de Diciembre se presentaron inconsistencias en el funcionamiento del equipo de CO que opera en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Debido a interrupciones en el fluido eléctrico, se alteró la configuración de la fechadel analizador, causando un desajuste en el registro de datos en la memoria interna y en la sincronía del protocolo de comunicación. Como parte del mantenimiento correctivo realizado, se revisó la batería de la tarjeta board y se actualizó el formato de la hora y fecha del equipo. Actualmente este analizador opera de manera correcta.

Tabla 3.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO	SO ₂	PM2.5(s)	PM10(s)
BAR-TORR	97.2									
BAR-PDLA						99.6				
GIR-SOSN	51.6		49.5	49.6	49.6	49.9	47.8	49.7		
GIR-IECO		53.9								
GIR-EPM	32.7	17.1				33.9		33.9		
COP-HSMA										100.0
COP-CVID	98.3									
BEL-FEVE	97.4									
BEL-JEGA									88.9	
BEL-USBV		98.3				99.6				

Tabla 3.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO	SO ₂	PM2.5(s)	PM10(s)
MED-ARAN	97.3									
MED-SCRI	97.6									
MED-ITMR		93.8	98.5	98.5	98.5					
MED-FISC	94.8		98.7	98.7	98.7	99.2				
MED-VILL	98.3									
CEN-TRAF	96.5	96.4	93.7	93.7	93.7					
MED-CORA										100.0
MED-EXSA		97.2								
MED-BEME	97.6									
MED-SELE	97.8									
MED-UDEM						54.0				
MED-MIRA						99.2				100.0
MED-ALTA	97.6									
MED-PJIC		92.7	63.8	63.8	63.8		72.3		100.0	90.0
MED-TESO	97.7									
ITA-PTAR										90.0
ITA-POGO		99.2								90.0
ITA-CJUS	99.7		88.8	89.0	89.0					
MED-LAYE	98.1					99.1				
ENV-HOSP	97.3									
EST-MAGO										90.0
EST-HOSP	99.3									
SUR-TRAF	98.4	94.8	96.5	96.5	96.5					90.0
SAB-RAME	97.8									
CAL-LASA	98.9					96.9				
CAL-JOAR	96.6									90.0

Los resultados presentados en este informe se calculan a partir de las concentraciones sometidas a ensayo y muestreo por las estaciones manuales y automáticas, respectivamente. Las concentraciones a analizar en este informe son las pertenecientes al mes de Diciembre y son responsabilidad del proyecto SIATA. Los resultados de los contaminantes criterio son comparados con la norma colombiana en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bajo condiciones de referencia. Los resultados del gas NO_x son reportados en *ppm*, al no tener factor de conversión a las unidades $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el Anexo 3 se reportan las condiciones ambientales al interior de las estaciones. En este anexo se presentan los resultados para la temperatura y la humedad relativa.

Índice de Calidad del Aire (ICA)

El Índice de Calidad del Aire (ICA) es un indicador adimensional que oscila entre 0 y 500. Este indicador se desarrolla con el propósito de informar a la comunidad sobre el estado de la calidad del aire y advertir sobre posibles riesgos a la salud ante la exposición a una atmósfera contaminada, dividiéndose en las siguientes categorías y colores que representan la calidad del aire: Bueno (verde), moderado (amarillo), dañino para la salud de grupos sensibles (naranja) y dañino para la salud (rojo) (U.S. Environmental Protection Agency, 2014). La Tabla 3.2 presenta los puntos de Corte del ICA para las diferentes clasificaciones.

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h µg/m ³	O ₃ 1h µg/m ³	PM10 24h µg/m ³	PM2.5 24h µg/m ³	CO 8h µg/m ³	SO ₂ 24h µg/m ³	NO ₂ 1h µg/m ³
0-50	Verde	Buena	0-106	--	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100
51-100	Amarillo	Aceptable	107-138	--	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189
101-150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	139-167	245-323	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677
151-200	Rojo	Dañina a la salud	168-207	324-401	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221
201-300	Morado	Muy dañina a la salud	208-393	402-794	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349
301-500	Marrón	Peligrosa	394	795-1185	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853

Tabla 3.2: Puntos de Corte del ICA

municipios del área metropolitana. La Figura 4.2 presenta el mapa con la ubicación geográfica de estas estaciones. En el Anexo 2 se reporta la información de cada muestra ensayada durante el mes para los equipos manuales, de acuerdo a los requisitos de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005.

Finalmente, en el municipio de Itagüí se realiza una campaña de monitoreo de PM_{2.5} en la unidad residencial Reservas del Sur (estación ITA-RESU). Los resultados de esta campaña no se incluyen en el presente informe.

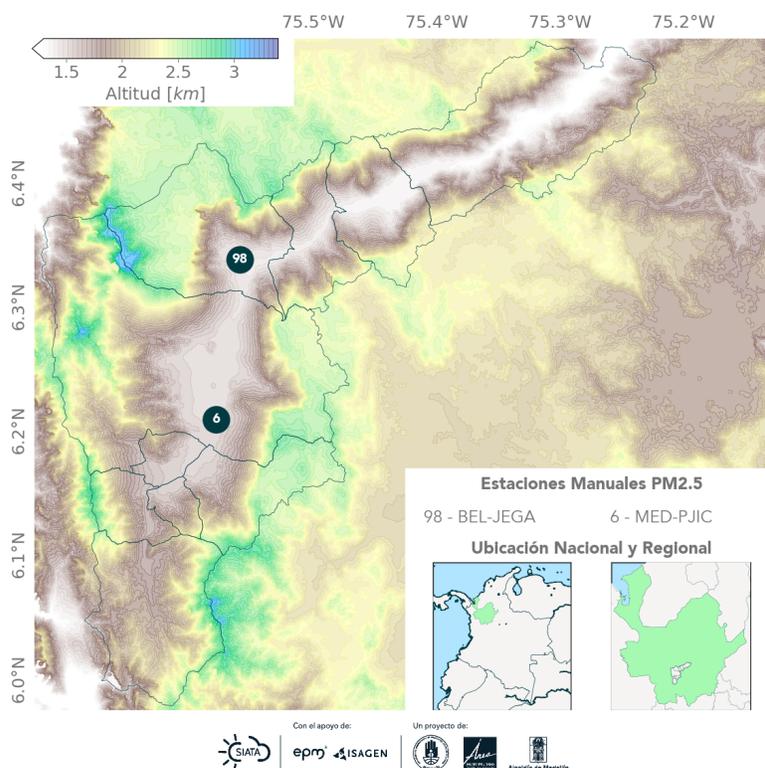


Figura 4.2: Estaciones manuales de monitoreo de PM_{2.5}

Concentración Promedio Diaria de PM_{2.5}

En la Figura 4.3 se presenta la concentración diaria de PM_{2.5} obtenida durante el mes de Diciembre de 2020 en las distintas estaciones de monitoreo automático. Según los resultados mostrados, se presentaron un total de 5 excedencias (representadas con letra blanca en la Figura) a la norma diaria colombiana (Definida como $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Resolución 2254 del 2017). Estas excedencias se registraron en las estaciones CEN-TRAF y SUR-TRAF.

Es importante mencionar que las estaciones de tráfico se encuentran fuertemente influenciadas por las emisiones vehiculares cercanas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), por lo que sus mediciones no son relevantes para determinar la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos.

Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

Estación

Excedencia Norma Diaria Colombiana PM2.5 (37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), identificada con letra blanca

Estación	M1	Mi2	J3	V4	S5	D6	L7	M8	Mi9	J10	V11	S12	D13	L14	M15	Mi16	J17	V18	S19	D20	L21	M22	Mi23	J24	V25	S26	D27	L28	M29	Mi30	J31		
BAR	13.5	9.8	7.9	7.8	9.3	6.7	12.4	11.5	6.8	8.8	10.6	8.9	11.9	11.0	11.8	10.9	11.1	12.1	12.3	11.4	10.5	9.9	14.1	12.9	9.6	12.4	6.0	5.5	7.8	9.1	10.0		
Torre Social																																	
GIR	17.8	14.2	8.5	10.4	11.4	9.2	16.2	12.0	12.3	16.2	16.6	8.8	9.0	12.7	8.1	10.2																	
SOS Aburrá Norte																																	
GIR																																	
Girardota - Tanques EPM																																	
COP																																	
Ciudadela Educativa de la Vida	13.9	14.2	10.1	10.9	12.7	8.8	13.3	12.3	11.5	11.4	14.0	12.9	12.1	13.9	12.9	14.6	14.0	15.7	10.4	13.6	12.9	15.8	15.0	16.4	10.1	13.1	10.1	6.8	9.1	11.2	11.7		
BEL	19.1	15.6	10.8	12.3	14.0	10.4	15.2	16.1	11.2	10.3	11.6	14.0	12.5	14.0	13.3	14.7	16.1	18.7	13.9	15.0	12.2	15.0	14.0	18.4	11.9	13.9	12.6	7.9	9.7	11.5	14.3		
I.E. Fernando Vélez	24.8	22.3	15.7	17.4	16.9	13.7	21.4	19.2	17.2	17.5	17.9	20.5	15.8	19.6	19.0	20.3	20.1	23.7	21.3	20.4	17.6	18.3	30.2	25.1	16.0	17.2		12.6	13.8	17.8	18.3		
MED	23.6	15.4	12.4	15.1	14.2	11.0	18.7	13.7	15.5	11.6	13.7	17.0	13.6	15.9	17.1	15.9	18.7	17.4	16.3	14.6	14.8	15.1	15.7	21.7	14.7	10.9	12.4	10.2	11.8	16.2	18.4		
I.E. Ciro Mendiá	29.8	24.1	17.6	18.2	17.4	12.7	20.9	16.5	19.3	18.7	18.3		16.6	22.9	19.1	18.8	20.2	24.9	22.2		20.5	19.3	18.7	20.8	8.4	14.4	15.1	12.8	12.7	20.2	12.8		
MED	29.9	18.7	15.8	14.0	14.9	9.8	22.1	22.9	16.8	13.2	15.3	17.6	15.3	17.0	19.3	17.0	18.8	24.4	17.8	21.1	16.9	16.9	15.8	23.2	14.0	15.2	13.5	14.0	13.1	17.4	21.7		
Parque Biblioteca Fernando Botero	41.6	33.3	25.6	26.8	27.5	20.3	30.8	26.5	28.7	28.0	27.8	29.0	25.2	33.5	28.9	33.3	32.7	35.0	32.5	26.7	31.0	29.5	29.0	27.8	12.9	17.9	17.6	20.1	22.0	25.4	25.7		
MED	34.6	22.3	13.5	14.6	15.5	15.1	20.4	17.9	17.2	16.7	17.6	21.5	20.3	19.7	17.6	17.5	21.1	22.4	21.0		15.9	18.0	17.5	23.3	13.9	17.9	16.8	10.4	13.4	18.0	14.6		
I.E. Pedro Justo Berrio	8.4	6.9	5.6	7.3	7.5	4.8	7.2	7.9	7.1	6.0	6.3	8.0	7.5	8.9	7.2	8.8	10.8	9.5	9.9	11.9	8.0	9.7	9.2	14.6	7.9	11.7	5.0	6.6	9.4	9.2	11.5		
MED	31.9	21.5	17.9	19.4	19.7	16.7	24.6	22.1	22.4	19.2	19.2	20.4	19.4	21.3	22.1	21.9	25.6	26.0	22.2	20.5	19.2	22.1	21.5		14.4	18.3	16.8	14.7	17.1	22.1	19.4		
Medellín - Santa Elena	24.2	13.7	12.1	14.5	15.0	9.6	19.4	17.7	18.6	15.2	16.4	16.6	14.9	16.6	19.7	18.4	22.0	22.7	21.7	18.1	18.0	18.5	17.3	19.2	8.1	7.3	9.3	10.6	12.6	15.1	16.9		
MED	35.8	22.8	14.7	16.1	18.8	15.2	23.6	21.0	22.2	19.2	19.5	22.3	25.2	26.6	24.5	21.5	24.4	26.0	29.8	22.8	19.8	21.6	23.2	28.9	13.9	18.5	15.0	15.7	17.3	20.7	19.8		
I.E. Pedro Octavio Amado	22.0	11.8	11.5	14.9	13.3	7.6	16.5	14.3	14.8	13.5	18.6	15.8	13.6	15.7	18.7	18.9	21.9	23.1	19.0	17.3	17.0	19.2	16.0	17.8	7.8	8.8	8.6	10.5	10.6	14.4	18.6		
MED	28.2	18.9	14.8	17.3	17.9	16.7	23.2	16.9	15.5	13.9	15.8	16.4	13.2	16.7	17.7	15.8	20.2	22.3	18.6	16.0	14.8	16.3	17.4	21.9	10.5	8.0	7.8	12.1	15.7	17.4	17.5		
I.E. INEM sede Santa Catalina	20.0	13.8	13.0	15.8	15.2	10.0	17.0	14.9	15.4	15.1	19.5	15.3	14.6	17.6	20.3	18.3	20.7	22.3	20.2	15.4	17.6	18.3	16.7	18.5	8.3	9.2	9.1		12.7	14.3	16.7		
ITA	10.9	10.9	9.4	13.3	13.1	9.6	15.8	12.0	14.3	11.7	13.3	14.1	11.4	14.3	15.9	18.3	13.8	18.9	15.2	15.5	14.0	14.5	16.2	19.2	6.6	7.2	8.0	12.3	12.5	16.2	17.3		
EST	36.0	30.0		31.5	21.5	19.1	32.7	22.0	32.1	21.3	34.8	31.5	27.8	37.4	31.0	41.1	39.4	41.3	36.0	30.4	35.0	24.4	27.9	23.1	8.0	10.2	10.4	19.8	22.5	23.0	20.5		
Hospital	21.4	18.3	12.5	15.2	18.4	11.6	19.7	18.9	17.9	19.0	19.9	17.7	17.7	21.4	21.3	22.0	24.1	23.8	21.0	18.6	20.0	19.0	21.0	19.3	8.8	8.2	6.6	11.6	12.9	15.0	17.2		
SUR	24.0	16.8	15.8	18.3	18.7	18.1	20.2	17.6	23.8	20.7	23.5	19.3	20.0	22.2	22.4	23.1	29.6	25.5	22.5	15.7	22.5	25.3	22.4	20.2	9.4	7.9	9.0	15.1	15.8	16.7	19.9		
Estación Tráfico Sur	24.1	16.5	15.4	18.9	20.7	16.2	21.5	16.1	24.0	20.6	21.9	19.7	18.5	20.1	21.1	27.4	29.3	26.2	25.0	13.5	22.8	25.8	24.8	21.1	8.4	8.0	9.5	13.6	13.8	17.3	21.1		
SAB																																	
I.E. Rafael J. Mejía																																	
CAL																																	
Corp. Universitaria Lasallista																																	
CAL																																	
E U Joaquín Aristizabal																																	

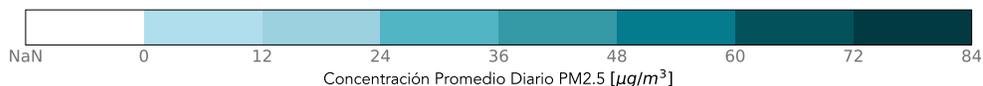


Figura 4.3: Concentración diaria de PM2.5 para las estaciones automáticas. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.

En la estación CEN-TRAF se obtuvo la concentración promedio diaria más alta durante el mes de Diciembre de 2020, igual a $41.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, en la estación MED-SELE se registró la menor concentración promedio diaria, igual a $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Al considerar los equipos manuales, la estación BEL-JEGA fue la estación con mayor concentración máxima diaria, igual a $44.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentración superior incluso a la reportada para la estación CEN-TRAF. La Tabla 4.2 presenta los valores medios, mínimos y máximos en la concentración de PM2.5 para cada una de las estaciones, se incluye además los resultados para las estaciones manuales o semiautomáticas, durante el mes de Diciembre.

	MED-ARAN	MED-VILL	MED-SCRI	MED-FISC	CEN-TRAF	MED-BEME	MED-ALTA	MED-PJIC(M)	MED-TESO	MED-LAYE	MED-SELE
CMD	30	31	31	29	31	30	30	9	31	31	31
MAX	30.2	29.9	23.6	29.8	41.6	34.6	31.9	24.2	24.2	23.1	14.6
MEDIA	19.1	17.5	15.3	18.4	27.5	18.2	20.7	12.2	16.1	15.2	8.4
MIN	12.6	9.8	10.2	8.4	13.0	10.4	14.4	4.2	7.3	7.6	4.8
NEND	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.1: Estadísticos de las concentraciones de PM2.5 durante el mes de Diciembre de 2020 para las estaciones del municipio de Medellín

	BAR-TORR	GIR-SOSN	GIR-EPM	COP-CVID	BEL-FEVE	BEL-J EGA(M)	ITA-CJUS	ENV-HOSP	ITA-CONC	SUR-TRAF	EST-HOSP	CAL-LASA	CAL-JOAR	SAB-RAME
CMD	31	16	3	31	31	8	31	30	31	30	31	31	31	31
MAX	14.1	17.8	13.5	16.4	19.1	26.0	35.8	22.3	28.2	41.3	19.9	29.6	29.3	24.1
MEDIA	10.1	NP	NP	12.4	13.6	9.7	21.5	15.9	16.6	27.4	13.7	19.4	19.4	17.4
MIN	5.5	8.1	9.2	6.8	7.9	3.1	13.9	8.3	7.8	8.0	6.6	7.9	8.0	6.6
NEND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0

Tabla 4.2: Estadísticos de las concentraciones de PM2.5 durante el mes de Diciembre de 2020 para los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá diferentes a Medellín.

Nota: 1. CMD: Cantidad de Muestras Diarias; NEND: Número de excedencias a la norma diaria; NP: No se presentan resultados debido a que no se obtuvo el 75% de los datos válidos requeridos. 2. Las estaciones sombreadas son equipos semiautomáticos o manuales, los demás son automáticos.

Ciclo Diurno de la Concentración de PM2.5

La Figura 4.4 presenta el ciclo diurno de la concentración de PM2.5 para las diferentes estaciones de monitoreo automático. En general puede observarse un comportamiento típico bimodal de las concentraciones a lo largo del día, con un período de mayor concentración de partículas entre las 06:00 y las 10:00 y uno, un poco menos pronunciado, entre las 19:00 y las 23:00.

Dicho comportamiento es más notorio en las estaciones ubicadas al sur del Área Metropolitana, en especial para la estación SUR-TRAF, la cual está fuertemente influenciada por los efectos del tráfico. El ciclo bimodal podría ser explicado por el comportamiento meteorológico de la zona y la dinámica de movilidad dentro del área metropolitana. Las horas del día en las cuales se presenta mayor concentración de partículas con diámetro menor a 2.5 micrómetros corresponden a las horas en donde la superficie de la atmósfera aún no ha sido calentada por los efectos de la radiación solar, impidiendo la dispersión y el ascenso de contaminantes a la atmósfera libre; a esa condición se le llama estabilidad atmosférica, y favorece la acumulación de contaminantes en la superficie. A medida que la superficie se calienta, los contaminantes pueden ser removidos de la capa límite atmosférica, logrando las mínimas concentraciones de PM2.5 en horas de la tarde.

Sumado a este efecto se encuentra la dinámica de movilidad que se desarrolla en la ciudad. Las horas de máxima concentración de PM2.5 corresponden también a las horas pico de movilidad, las cuales se

caracterizan por un alto flujo vehicular, identificado como una de las principales fuentes emisoras de partículas menores a $2.5 \mu m$.

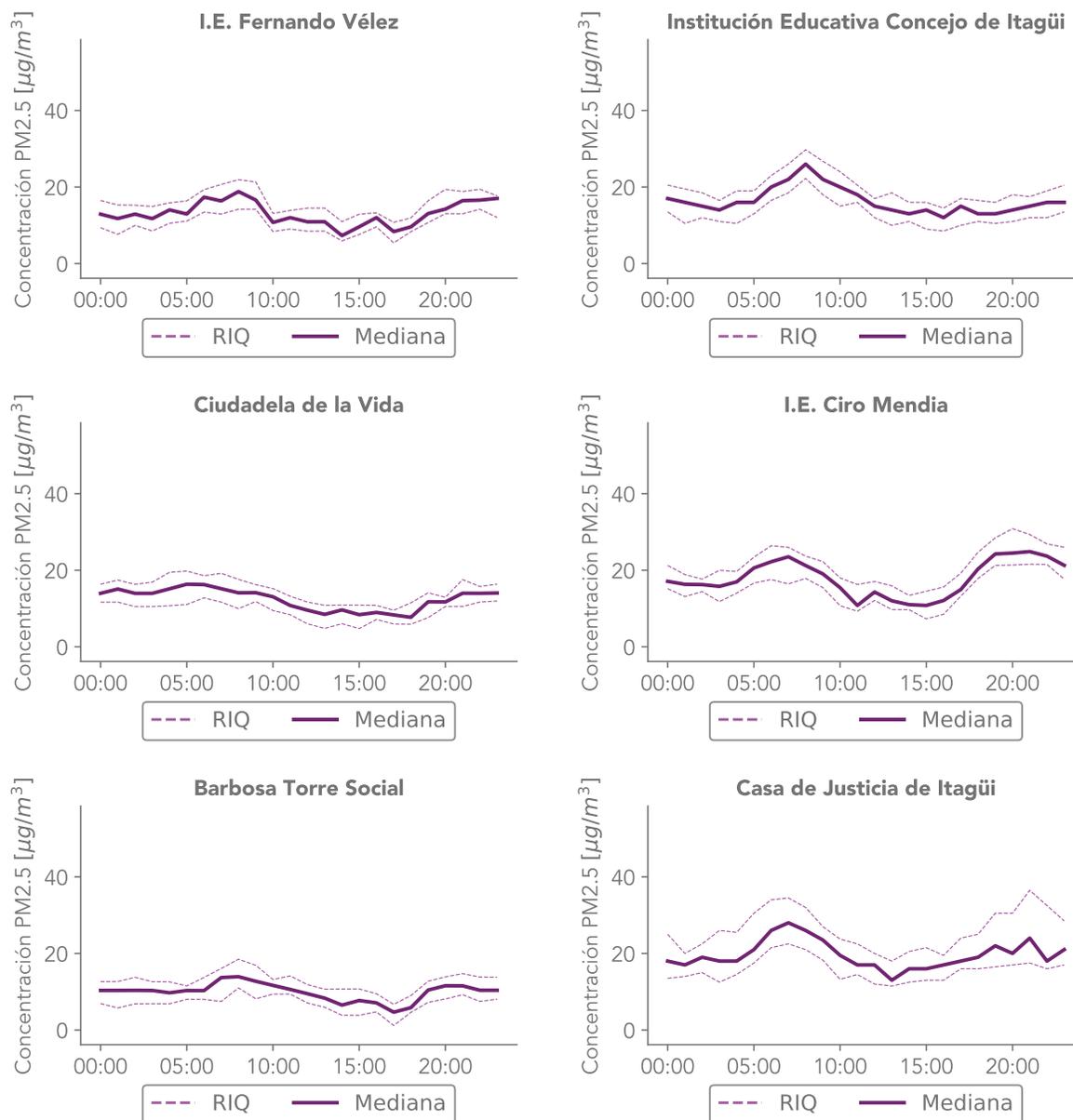


Figura 4.4: Ciclo diario de PM2.5 para las estaciones automáticas

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

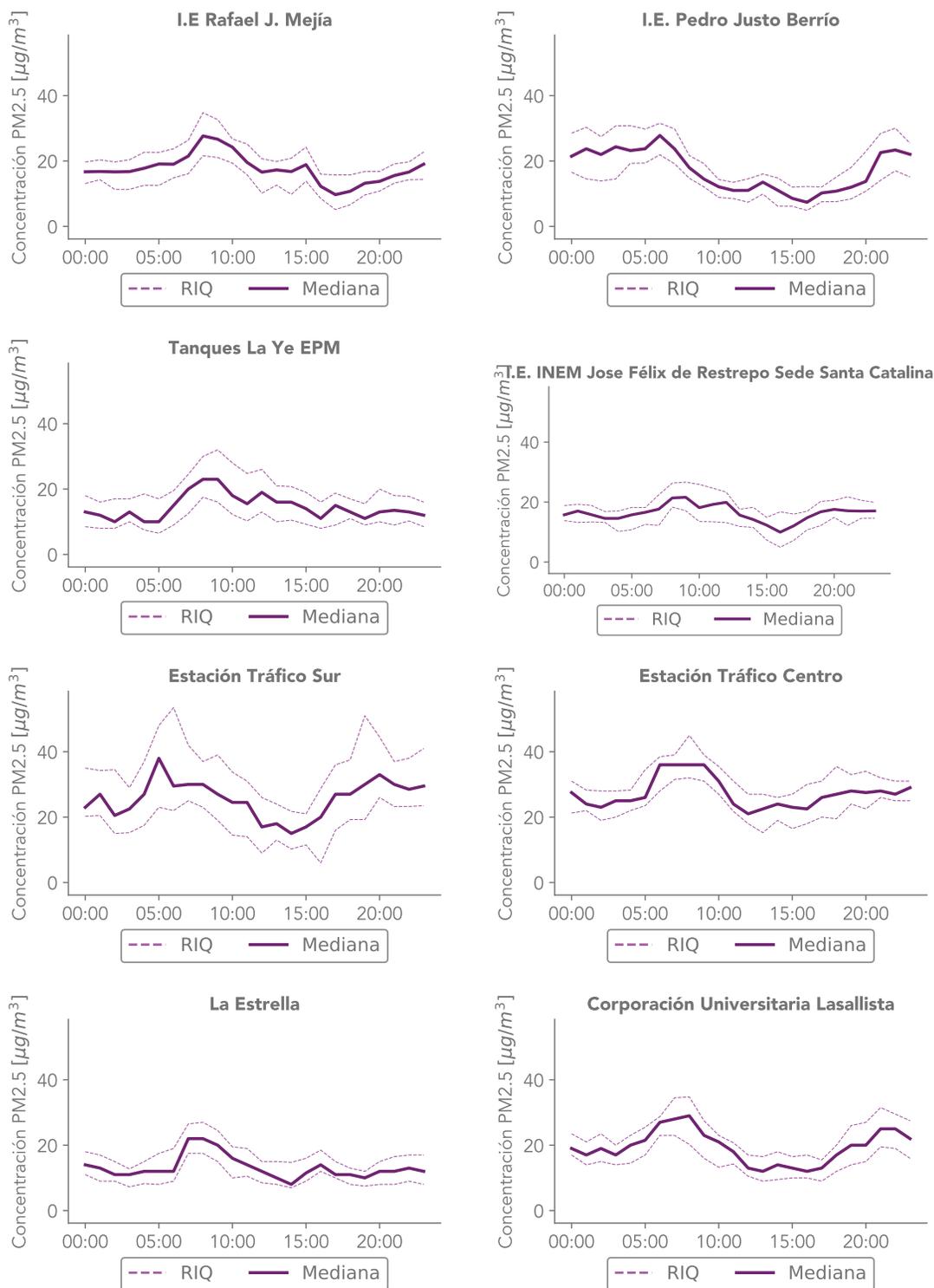


Figura 4.4: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

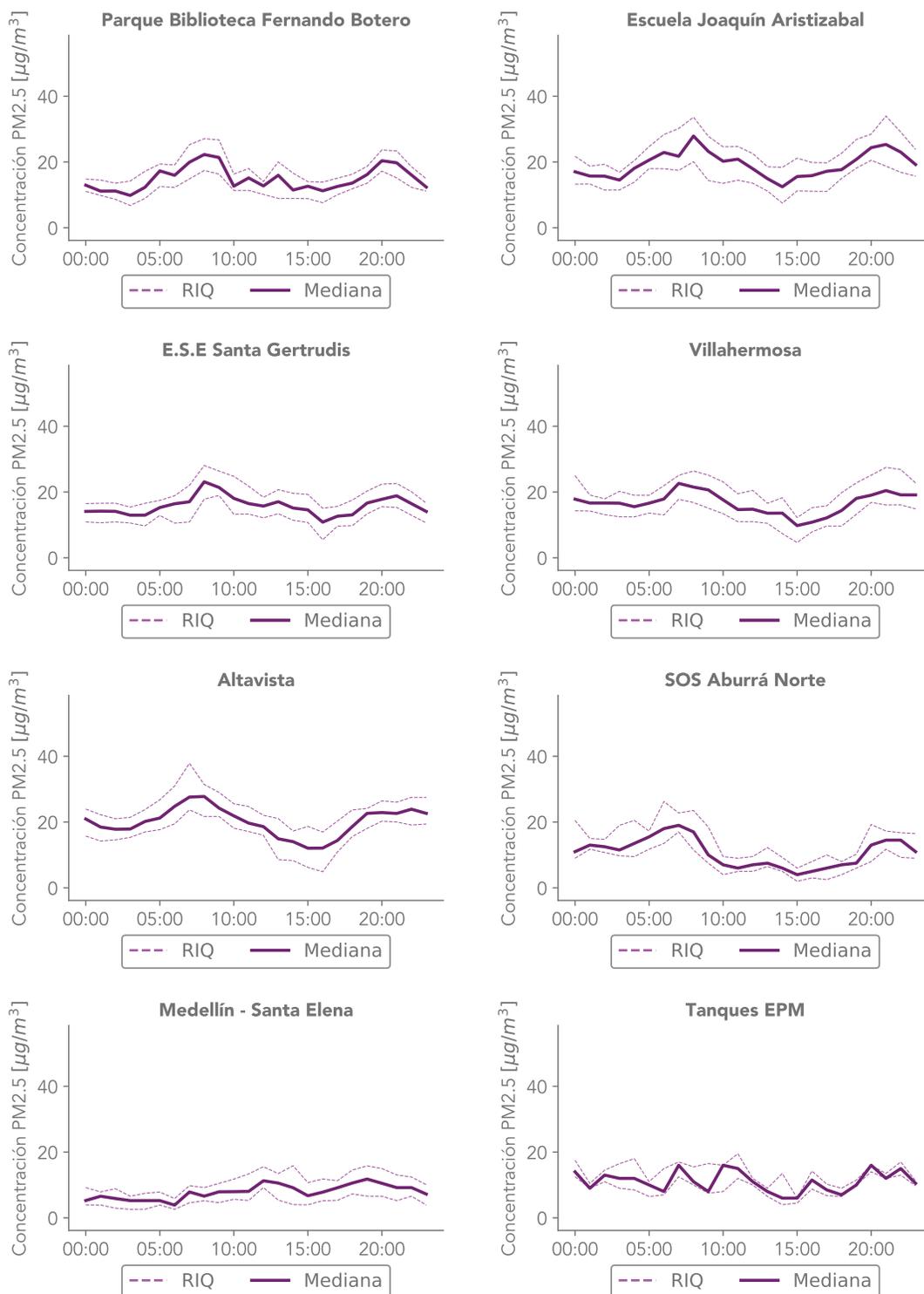


Figura 4.4: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para el PM2.5

La Figura 4.5 muestra la variación del índice de calidad del aire asociado a PM2.5 para las diferentes estaciones automáticas que operaron durante el mes de Diciembre del 2020. Puede observarse como la mayoría de estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación moderada. Las estaciones CEN-TRAF y SUR-TRAF presentaron calidad de aire dañina a la salud de grupos sensibles de acuerdo a sus valores de ICA.

PM2.5	Diciembre																															
	M1	Mi2	J3	V4	S5	D6	L7	M8	Mi9	J10	V11	S12	D13	L14	M15	Mi16	J17	V18	S19	D20	L21	M22	Mi23	J24	V25	S26	D27	L28	M29	Mi30	J31	
	DE REPRESENTACIÓN POBLACIONAL																															
Estaciones																																
Barbosa	13	10	8	8	9	7	12	12	7	9	11	9	12	11	12	11	12	12	11	11	10	14	13	10	12	6	6	8	9	10		
Torre Social																																
Girardota	18	14	9	10	11	9	16	12	12	16	17	9	9	13	8	10																
SOS Aburrá Norte																																
Girardota																																
Girardota - Tanques EPM																																
Copacabana																																
Ciudadela Educativa de la Vida	14	14	10	11	13	9	13	12	11	11	14	13	12	14	13	15	14	16	10	14	13	16	15	16	10	13	10	7	9	11	12	
Bello	19	16	11	12	14	10	15	16	11	10	12	14	12	14	13	15	16	19	14	15	12	15	14	18	12	14	13	8	10	11	14	
I.E. Fernando Vélez																																
Medellín - Aranjuez	25	22	16	17	17	14	21	19	17	18	18	21	16	20	19	20	20	24	21	20	18	18	30	25	16	17		13	14	18	18	
I.E. Ciro Mendía																																
Medellín - San Cristóbal	24	15	12	15	14	11	19	14	16	12	14	17	14	16	17	16	19	17	16	15	15	15	16	22	15	11	12	10	12	16	18	
Parque Biblioteca Fernando Botero																																
Medellín - Villahermosa	30	19	16	14	15	10	22	23	17	13	15	18	15	17	19	17	19	24	18	21	17	17	16	23	14	15	14	14	13	17	22	
Planta de agua potable de EPM																																
Medellín - Belén	35	22	14	15	16	15	20	18	17	17	18	22	20	20	18	18	21	22	21		16	18	18	23	14	18	17	10	13	18	15	
I.E. Pedro Justo Berrio																																
Medellín - Santa Elena	8	7	6	7	8	5	7	8	7	6	6	8	7	9	7	9	11	10	10	12	8	10	9	15	8	12	5	7	9	12		
Medellín - Santa Elena																																
Medellín - Altavista	32	21	18	19	20	17	25	22	22	19	19	20	19	21	22	22	26	26	22	21	19	22	22		14	18	17	15	17	22	19	
I.E. Pedro Octavio Amado																																
Medellín - El Poblado	24	14	12	15	15	10	19	18	19	15	16	17	15	17	20	18	22	23	22	18	18	19	17	19	8	7	9	11	13	15	17	
I.E. INEM sede Santa Catalina																																
Itagüí	36	23	15	16	19	15	24	21	22	19	20	22	25	27	24	21	24	26	30	23	20	22	23	29	14	18	15	16	17	21	20	
Casa de Justicia																																
Medellín - El Poblado	22	12	11	15	13	8	17	14	15	14	19	16	14	16	19	19	22	23	19	17	17	19	16	18	8	9	9	11	11	14	19	
Tanques La Ye EPM																																
Itagüí	28	19	15	17	18	17	23	17	16	14	16	16	13	17	18	16	20	22	19	16	15	16	17	22	10	8	8	12	16	17	18	
I.E. Concejo Municipal de Itagüí																																
Enviado	20	14	13	16	15	10	17	15	15	15	20	15	15	18	20	18	21	22	20	15	18	18	17	18	8	9	9		13	14	17	
E.S.E Santa Gertrudis																																
La Estrella	20	11	9	13	13	10	16	12	14	12	13	14	11	14	16	18	14	19	15	16	14	14	16	19	7	7	8	12	12	16	17	
Hospital																																
Sabaneta	21	18	12	15	18	12	20	19	18	19	20	18	18	21	21	22	24	24	21	19	20	19	21	19	9	8	7	12	13	15	17	
I.E. Rafael J. Mejía																																
Caldas	24	17	16	18	19	18	20	18	24	21	24	19	20	22	22	23	30	26	22	16	22	25	22	20	9	8	9	15	16	17	20	
Corp. Universitaria Lasallista																																
Caldas	24	16	15	19	21	16	21	16	24	21	22	20	19	20	21	27	29	26	25	14	23	26	25	21	8	8	10	14	14	17	21	
E U Joaquín Aristizabal																																
NO POECA																																
Medellín	30	24	18	18	17	13	21	16	19	19	18		17	23	19	19	20	25	22		20	19	19	21	8	14	15	13	13	20	13	
Fiscalía General de la Nación																																
Medellín - Centro	42	33	26	27	28	20	31	27	29	28	28	29	25	34	29	33	33	35	33	27	31	29	29	28	13	18	18	20	22	25	26	
Estación Tráfico Centro																																
Sabaneta	36	30		31	21	19	33	22	32	21	35	32	28	37	31	41	39	41	36	30	35	24	28	23	8	10	10	20	22	23	20	
Estación Tráfico Sur																																

Figura 4.5: Índice de Calidad del Aire para las estaciones automáticas de PM2.5

En la Figura 4.6, se muestra el ICA de las estaciones manuales de PM2.5 que hacen parte de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Según el método de medición, estos equipos tienen una resolución de muestreo diaria y no horaria como en el caso de las estaciones automáticas. Cabe agregar que la frecuencia de monitoreo es, en términos generales, cada 3 días. En la Figura 4.6, los cuadros grises corresponden a días en los que se invalidaron los datos o que por razones técnicas no se realizaron muestreos.

PM2.5M	Diciembre								
	M1	J3	L7	J10	D13	Mi16	S19	V25	M29
Estaciones									
Bello	26	4	11	10	4	11	7		3
I. E. Jorge Eliécer Gaitán									
Medellín	4	4	8	20	15	24	19	10	5
Politécnico JIC									

Figura 4.6: Índice de Calidad del Aire para las estaciones manuales de PM2.5

En las Figuras 4.7, 4.8 y 4.9 puede observarse un resumen de la información presentada en los gráficos anteriores. Se muestra el porcentaje y el número de días en los que los registros de cada estación en el municipio de Medellín (Figura 4.7) o en los demás municipios del área metropolitana (figura 4.8) se clasificaron en las diferentes categorías del ICA. La estación SUR-TRAF presentó, para el total de sus muestras, el mayor porcentaje de excedencias a la norma igual a 13.33%. Así mismo, considerando las estaciones que operaron durante todo el mes, la estación MED-FISC fue la estación automática con menor número de muestras diarias.

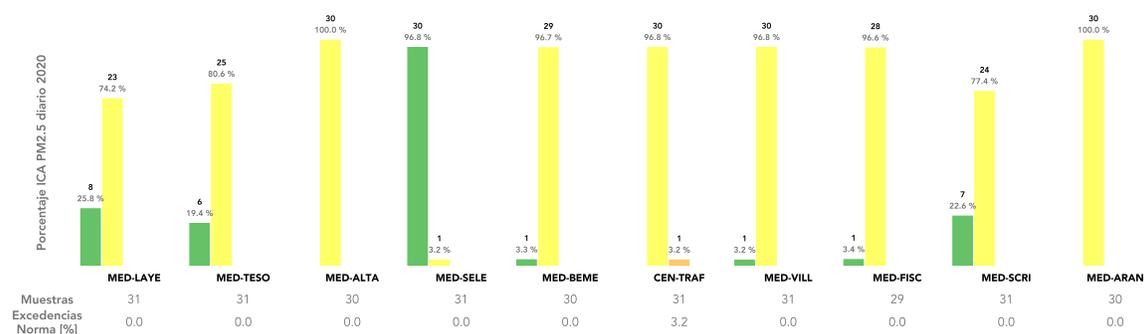


Figura 4.7: Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones de PM2.5 del municipio de Medellín.

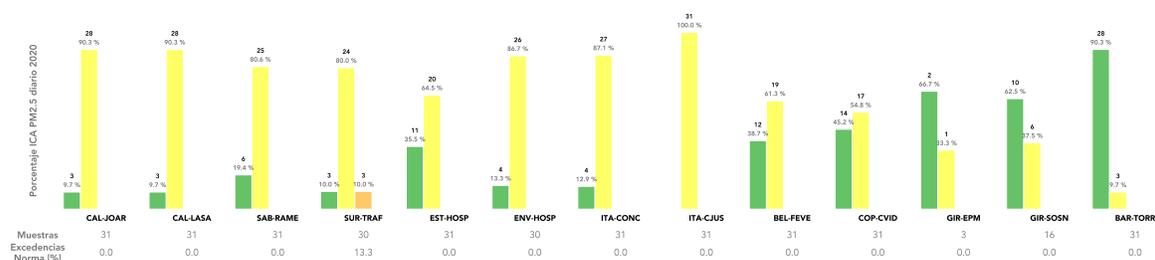


Figura 4.8: Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones de PM2.5 de los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá, excepto Medellín.

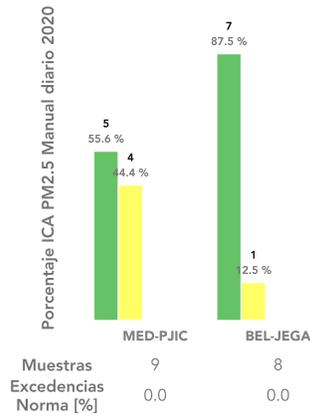


Figura 4.9: Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones manuales de PM2.5 de los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá

5 Material Particulado menor a 10 μm (PM10)

El Material Particulado menor a 10 μm (PM10) es uno de los contaminantes criterio monitoreado por la REDMCA. De acuerdo a la última actualización del inventario de emisiones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, las emisiones de PM10 están asociadas principalmente a las fuentes fijas, siendo el sector textil y de confecciones, los sectores con mayor aporte (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2015).

Durante el mes de Diciembre de 2020 operaron 10 estaciones de monitoreo automático de PM10, las cuales realizan monitoreo continuo cada hora mediante un equipo BAM1020 de la marca Met-One, ubicadas en 5 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La Figura 5.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de PM10.

Cabe recordar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, a partir del 17 de Diciembre se suspendió de manera permanente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos de calidad de aire instalados en estas estaciones se ubicaron en la estación GIR-EPM; el seguimiento a las concentraciones de PM10 en esta última estación inició el 30 de Diciembre

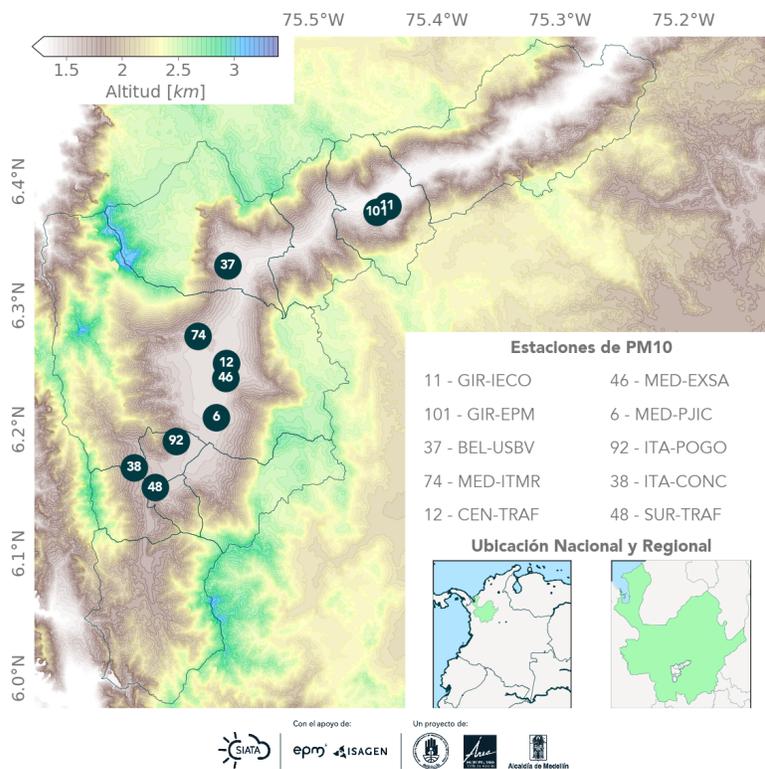


Figura 5.1: Estaciones automáticas de monitoreo de PM10

Se cuenta además con un total de 10 equipos manuales para el monitoreo de PM₁₀, los cuales están distribuidos en 7 municipios del área metropolitana. La Figura 5.2 presenta el mapa con la ubicación geográfica de estos. En el Anexo 2 se reporta la información de cada muestra ensayada durante el mes, de acuerdo a los requisitos de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005.

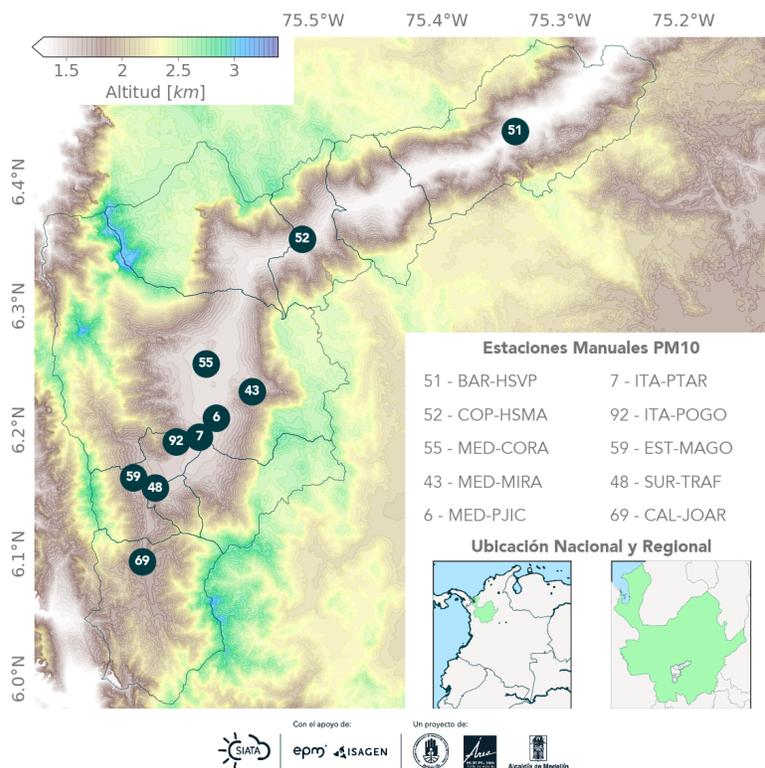


Figura 5.2: Estaciones manuales de monitoreo de PM₁₀

Concentración Promedio Diaria de PM₁₀

En la Figura 5.3 se presentan las concentraciones promedio diarias de PM₁₀ obtenidas durante el mes de Diciembre de 2020 para las distintas estaciones de monitoreo automático. Puede observarse como durante el mes, y para las diferentes estaciones, se presentaron 5 excedencias (representadas con letra blanca dentro de la gráfica) a la norma diaria colombiana (Definida como $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) en la estación CEN-TRAF.

Ciclo Diurno de la Concentración de PM10

La Figura 5.4 presenta el ciclo diurno de la concentración de PM10 para las diferentes estaciones de monitoreo automáticas. Para el caso del PM10 el patrón en el ciclo diurno de la concentración no es tan marcado como para el PM2.5, sin embargo se conserva para todas las estaciones el pico máximo de concentración en las primeras horas de la mañana. Esto podría relacionarse, al igual que para el PM2.5, a las características meteorológicas de la región y a las dinámicas de movilidad del área metropolitana. Igualmente las concentraciones de PM10 pueden verse afectadas por procesos meteorológicos de alcance global, por ejemplo el transporte de arenas desde el Sahara por las ondas del este.

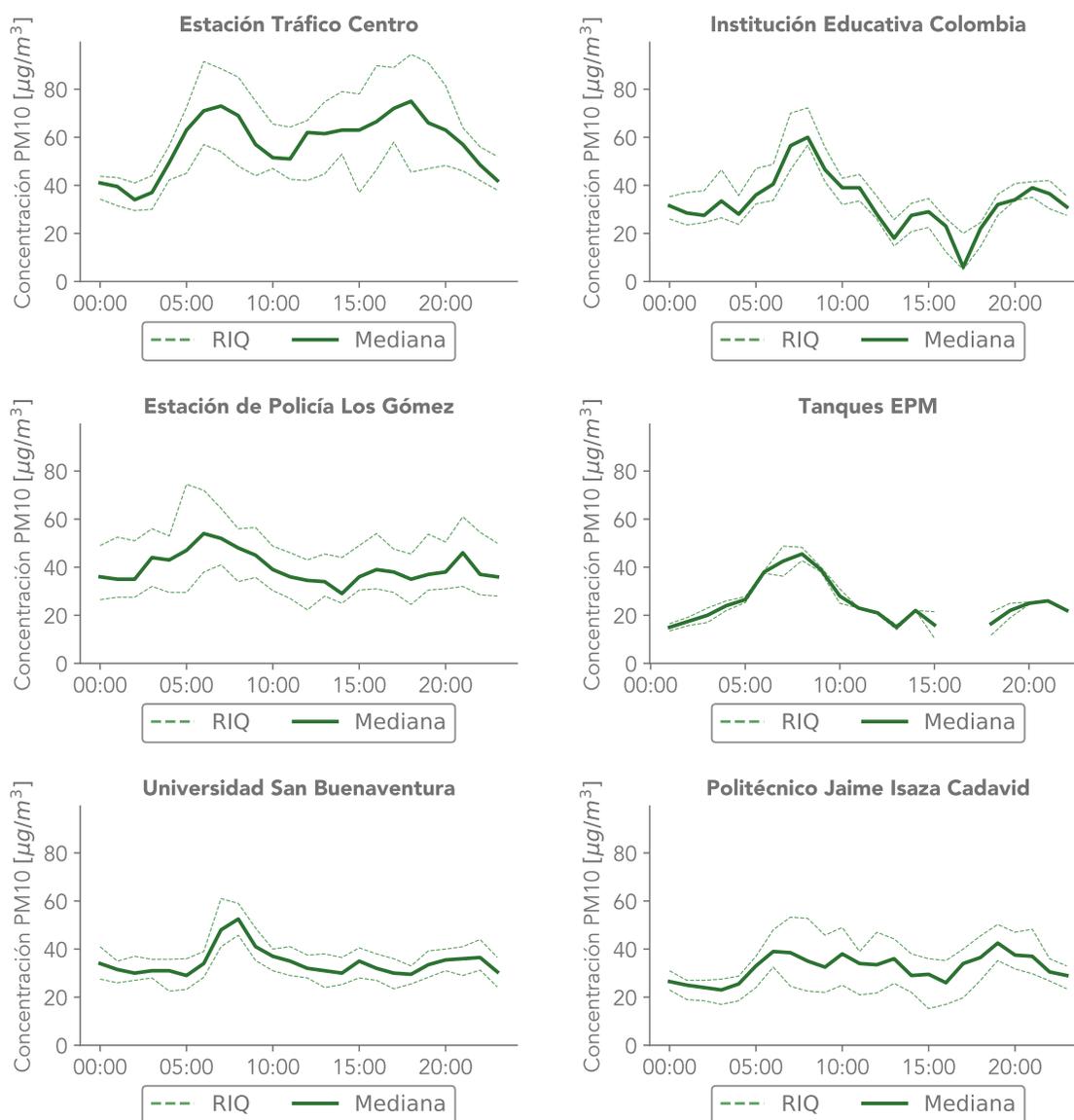


Figura 5.4: Ciclo diurno de PM10 para las estaciones automáticas

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

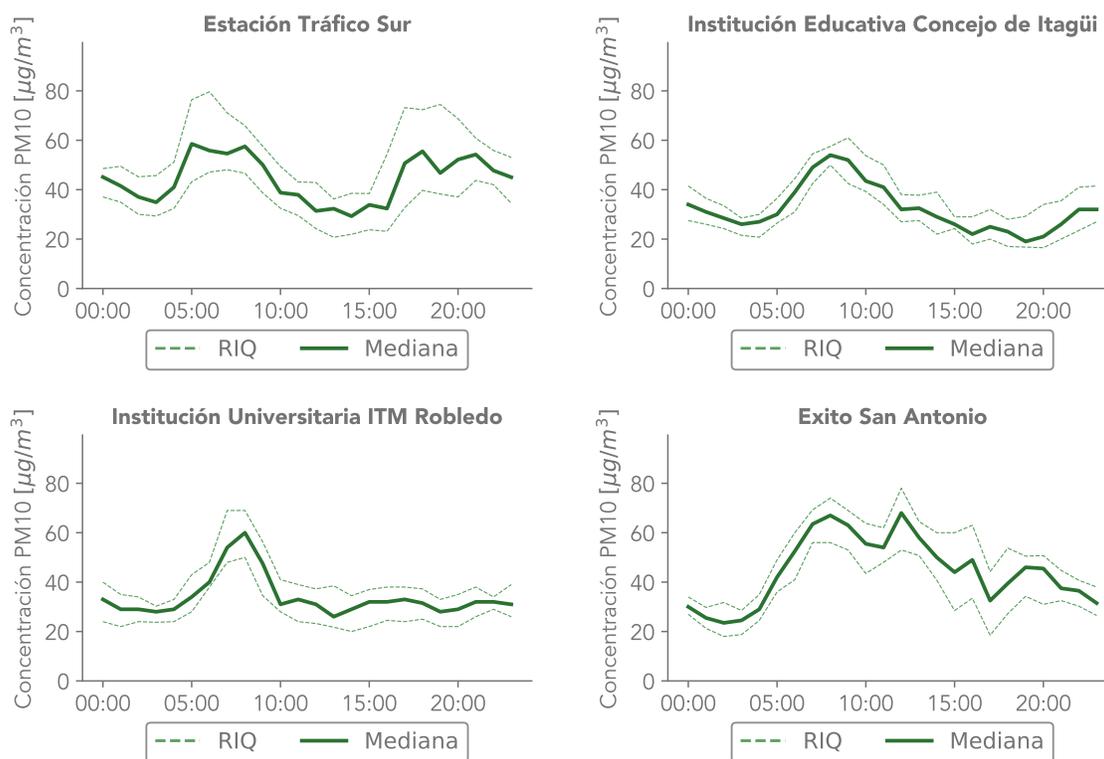


Figura 5.4: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para PM10

La Figura 5.5 muestra la variación del índice de calidad de aire asociado a PM10 para las diferentes estaciones automáticas durante el mes de Diciembre del 2020. Según los resultados, la mayoría de estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación buena. En ninguna de las estaciones se alcanzaron valores de ICA correspondientes a las categorías de calidad de aire dañina para la salud de grupos sensibles ó dañina para la salud.

La variación del índice de calidad del aire para las estaciones manuales de PM10 se muestra en la Figura 5.6. Cabe recordar que dado el método de medición de estos equipos, la frecuencia de monitoreo es, en términos generales, cada 3 días. En la Figura, los cuadros grises corresponden a días en los que se invalidaron los datos o que por razones técnicas no se realizaron muestreos.

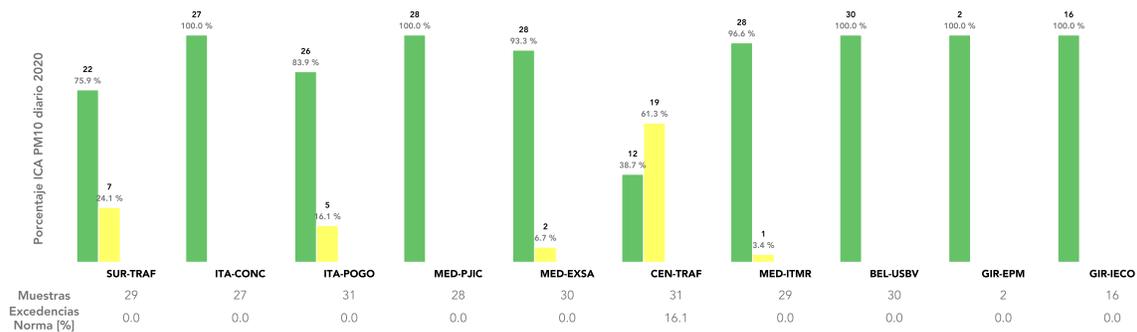


Figura 5.7: Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones automáticas de PM10

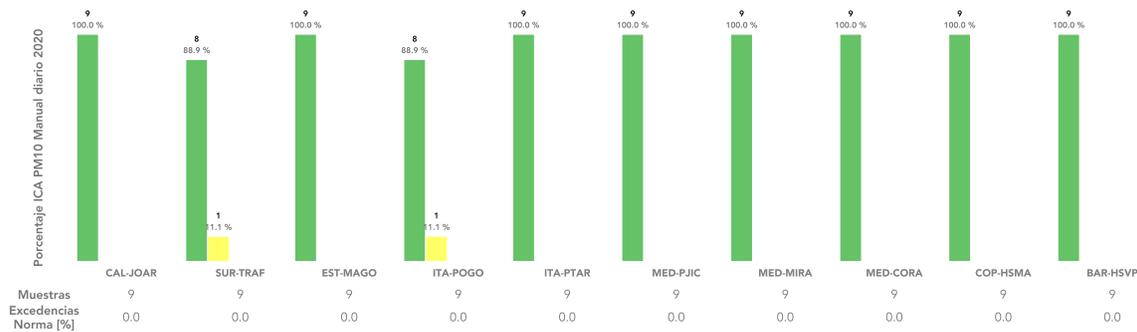


Figura 5.8: Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones manuales de PM10

6 Ozono (O_3)

El ozono troposférico es un contaminante secundario de la atmósfera (originados en el aire por la interacción de uno o más contaminantes, o condiciones naturales de la atmósfera) que presenta una importancia significativa en la Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, esto debido a las condiciones topográficas, meteorológicas y al alto flujo vehicular característico de la zona, que favorecen su producción y concentración en la superficie.

Durante el mes de Diciembre de 2020, operaron 10 estaciones de monitoreo automático de PM2.5, ubicadas en 6 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La Figura 6.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de ozono. Cabe recordar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, a partir del 17 de Diciembre se suspendió de manera permanente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos de calidad de aire instalados en estas estaciones se ubicaron en la estación GIR-EPM; el seguimiento a las concentraciones de ozono en esta última estación inició el 29 de Diciembre. Adicionalmente, se suspendió la operación del analizador de ozono de la estación MED-UDEM para la realización de unas pruebas intra-laboratorio con el fin de dar cumplimiento a los requisitos establecidos en la norma NTC-IESO/IEC 17025:2005 en relación a la validez de los métodos. Para el desarrollo de estas pruebas este equipo se instaló en la estación MED-MIRA.

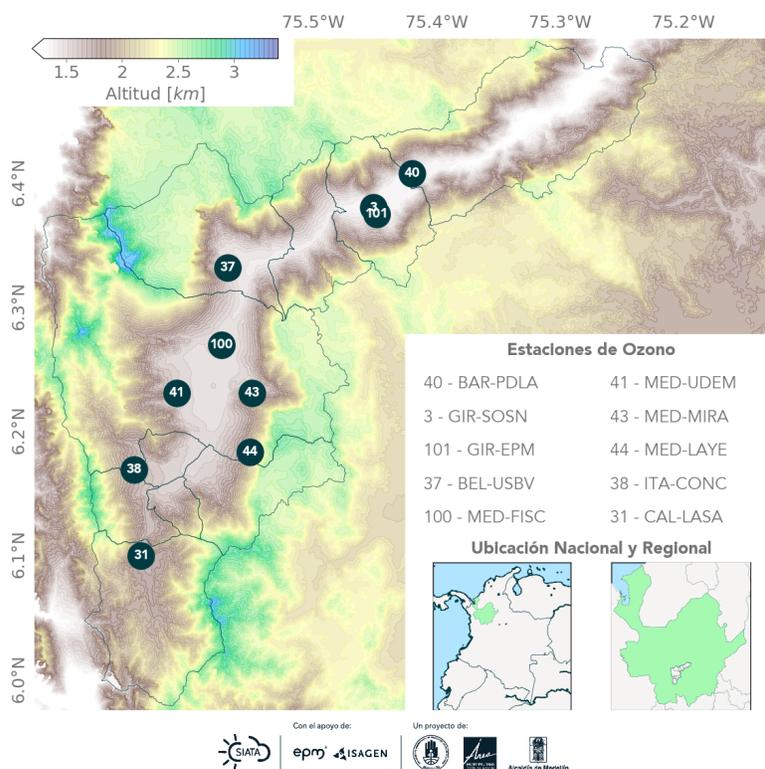


Figura 6.1: Estaciones automáticas de monitoreo de Ozono

Concentraciones octohorarias de Ozono

En la Tabla 6.1 se presentan los valores máximos octohorarios (VM8H) de las concentraciones de ozono obtenidas durante el mes de Diciembre de 2020 para las distintas estaciones que monitorean esta variable. Adicionalmente, se presentan el número de excedencias a la norma octohoraria (NEN8H). Puede observarse como durante el mes, y para las diferentes estaciones, se presentó 1 excedencia a la norma octohoraria colombiana (Definida como $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) en la estación ITA-CONC. En las demás estaciones no se superó el nivel máximo octohorario definido para ozono. La estación ITA-CONC obtuvo la concentración octohoraria más alta durante el mes de Diciembre de 2020, igual a $100.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	BAR-PDLA	GIR-SOSN	GIR-EPM	BEL-USBV	MED-FISC	MED-UDEM	MED-MIRA	MED-LAYE	ITA-CONC	CAL-LASA
MEDIA	21.8	NP	NP	16.7	21.9	NP	23.2	22.8	29.9	27.3
VM8H	52.0	47.2	54.8	59.9	85.4	63.4	97.6	82.2	100.3	85.3
NEN8H	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabla 6.1: Estadísticos Diciembre 2020 Ozono

Ciclo Diurno de la Concentración de Ozono

La Figura 6.2 presenta el ciclo diurno de la concentración de Ozono para las diferentes estaciones de monitoreo automático. Puede observarse como existe un comportamiento similar en cada una de las gráficas, las cuales presentan un ciclo unimodal para la concentración de ozono a lo largo del día, presentando su pico máximo cerca del medio día.

Este comportamiento unimodal tan marcado en las concentraciones de ozono es explicado principalmente por el ciclo diurno de la radiación solar. Para la formación de ozono a nivel troposférico se necesitan básicamente dos condiciones: la presencia de óxidos de nitrógeno o compuestos orgánicos volátiles dentro de la atmósfera y la presencia de luz solar. A medida que la luz solar incide sobre la atmósfera las moléculas de NO_2 son disociadas mediante fotólisis en NO y una molécula de oxígeno atómico, esta última reacciona con las moléculas de oxígeno (O_2) presentes en la atmósfera para formar Ozono a nivel troposférico. Es por tal motivo que a medida que se incrementa la radiación en la superficie, aumenta la concentración de ozono y a medida que la radiación disminuye también lo hace la concentración de ozono. Todo esto puede comprobarse en la Figura 6.2.

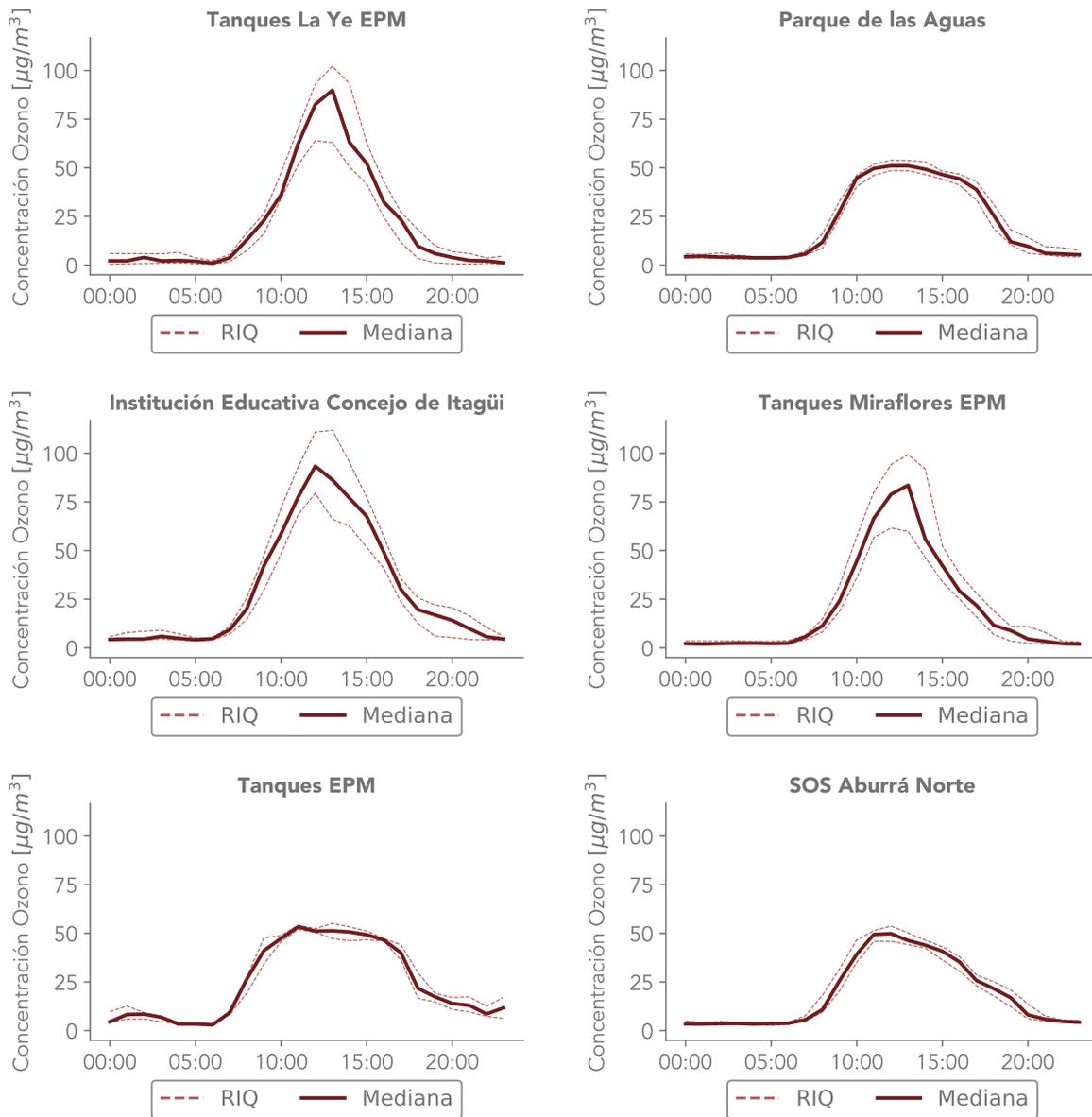


Figura 6.2: Ciclo diario de Ozono para las estaciones automáticas.
 Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

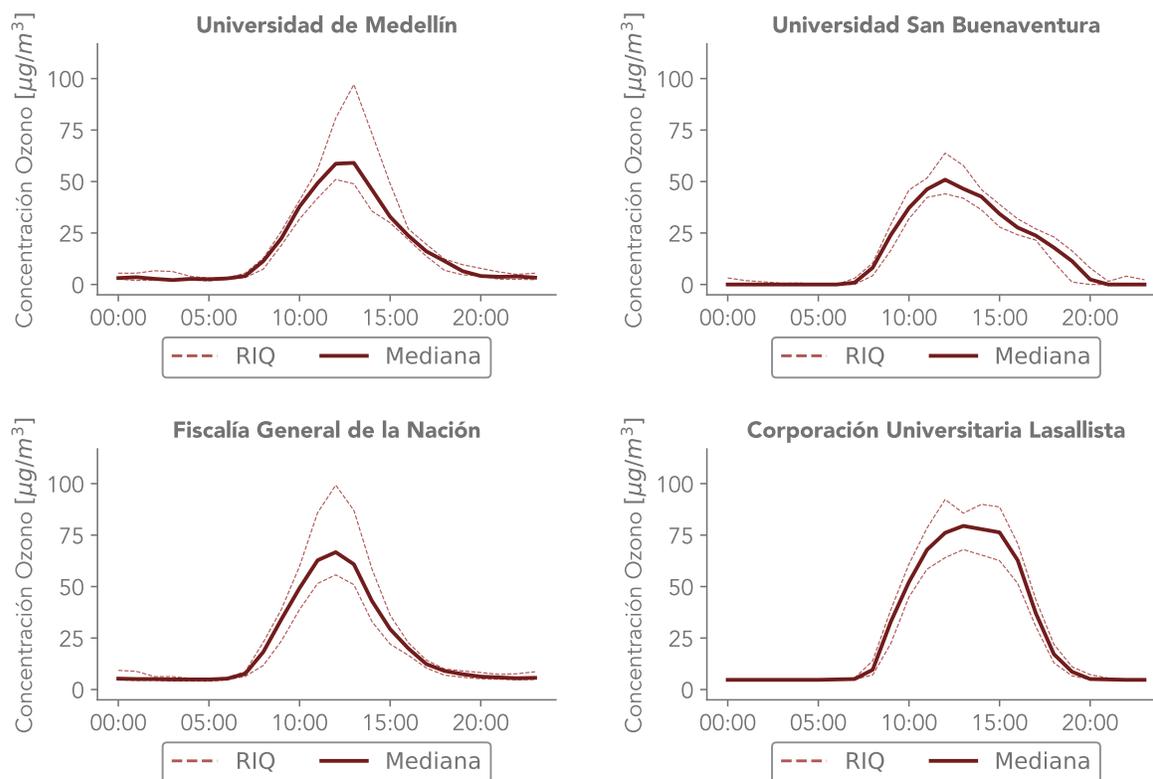


Figura 6.2: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones horarias y octohorarias de ozono

En la Figura 6.3 se muestra el porcentaje del ICA para las concentraciones horarias en las diferentes estaciones durante el mes de Diciembre del 2020. Según los resultados mostrados, las concentraciones horarias de ozono obtenidas durante el mes fueron inferiores al punto de corte definido para el cálculo de ICA asociado a Ozono, igual a $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En la Tabla 3.2 se reportan los puntos de corte para el índice de calidad de aire asociado a las concentraciones horarias de Ozono.

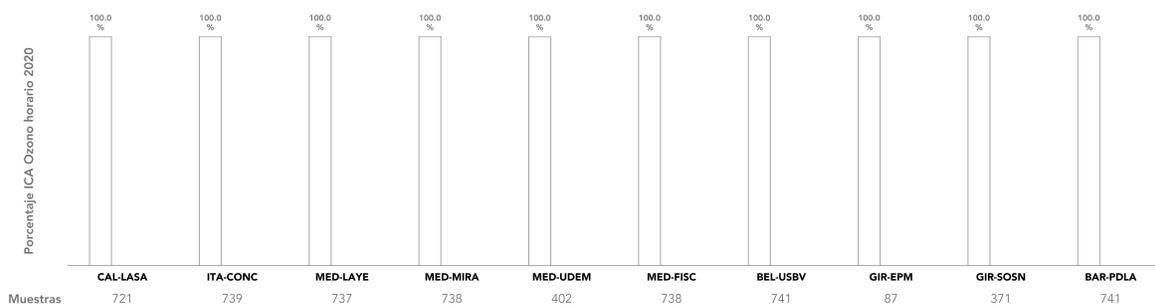


Figura 6.3: Porcentaje de las distintas categorías del ICA para las concentraciones horarias de Ozono

La Figura 6.4 muestra el porcentaje del ICA para el ozono octohorario en las diferentes estaciones durante el mes de Diciembre del 2020. Puede observarse como la mayoría de estaciones presentaron valores de ICA correspondientes a la clasificación buena. En cuanto al porcentaje de excedencia de la norma octohoraria, la estación ITA-CONC es la única que presenta excedencias a la norma octohoraria, para el total de sus muestras el porcentaje de excedencias es igual a 0.14 %.

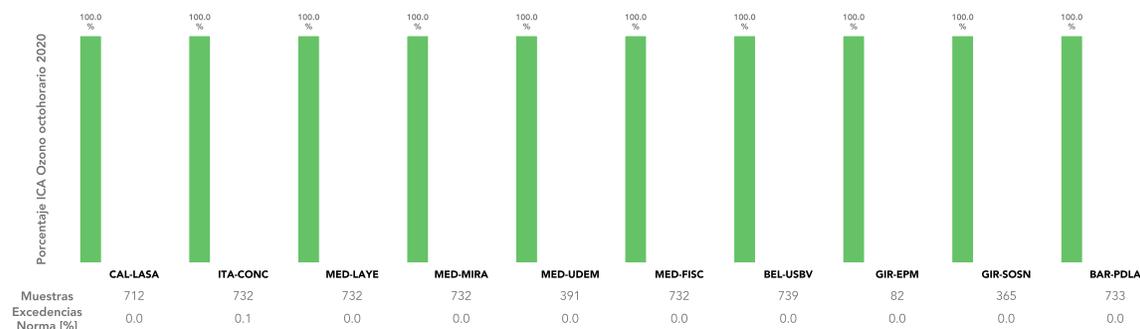


Figura 6.4: Variación porcentual de las distintas categorías del ICA para las concentraciones octohorarias de Ozono

7 Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

La suma entre el Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y el Monóxido de Nitrógeno (NO) se conoce como los Óxidos de Nitrógeno (NO_x). Ambas moléculas forman juntas una familia química. El NO es el óxido de nitrógeno que más se forma durante los procesos de combustión mientras que el NO_2 es emitido en pequeñas cantidades. El NO_2 también se forma dentro de la atmósfera por los procesos de oxidación del NO , pudiendo alcanzar concentraciones considerables en áreas altamente contaminadas.

Durante el mes de Diciembre de 2020, operaron 7 estaciones de monitoreo automático de NO_x , NO_2 y NO ubicadas en 4 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La Figura 7.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones.

Cabe recordar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, a partir del 17 de Diciembre se suspendió de manera permanente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos de calidad de aire instalados en estos puntos de monitoreo se ubicaron en la estación GIR-EPM. En este informe no se incluyen resultados de los niveles de óxidos de nitrógeno en la estación GIR-EPM dado que durante el mes de Diciembre se hicieron pruebas técnicas con el fin de garantizar la validez de los datos obtenidos para esta variable. Adicionalmente, se suspendió la operación del analizador de NO_x de la estación MED-PJIC para la realización de unas pruebas intra-laboratorio con el fin de dar cumplimiento a los requisitos establecidos en la norma NTC-IESO/IEC 17025:2005 en relación a la validez de los métodos. Para el desarrollo de estas pruebas este equipo se instaló en la estación CEN-TRAF.

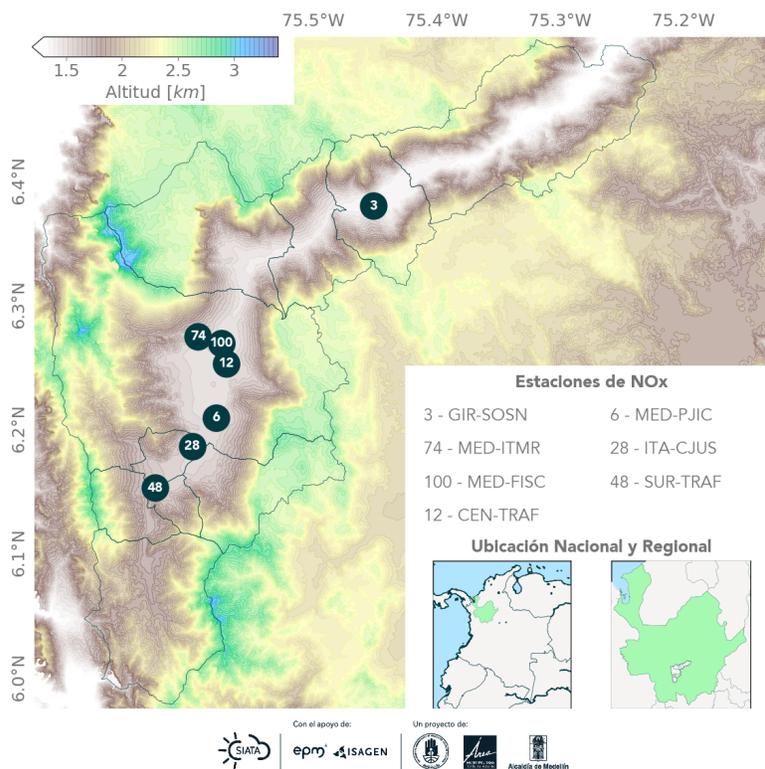


Figura 7.1: Estaciones automáticas de monitoreo de NO_x

El dióxido de nitrógeno es de especial interés dado su papel esencial en la formación de ozono troposférico, además de representar un riesgo para la población pudiendo afectar las funciones respiratorias mediante la irritación del tracto respiratorio.

Ciclo Diurno de la Concentración de NO_x

La Figura 7.2 presenta el ciclo diurno de la concentración de NO_x para las diferentes estaciones de monitoreo automático. Puede observarse como existe un comportamiento similar en cada una de las gráficas, las cuales presentan un ciclo bimodal para la concentración de NO_x a lo largo del día, con un período de mayores concentraciones entre las 06:00 y las 10:00 y uno un poco menos pronunciado entre las 19:00 y las 23:00.

Para comprender el comportamiento diurno de los NO_x, es necesario mencionar algunas características importantes en la química de estos contaminantes. En primer lugar durante el día el NO₂ y el NO se interconvierten mediante el ciclo fotoquímico de los NO_x, sin embargo durante la noche el NO₂ no puede dividirse por fotólisis, y por tanto la química de la familia NO_x resulta ser muy diferente, el NO reacciona con el O₃ para formar NO₂, y este último a su vez reacciona con O₃ para formar NO₃, es por tal motivo que se espera que las concentraciones de ambos contaminantes sean mucho menores en la noche que en el día, y que a su vez la concentración del NO sea menor que la del NO₂. Otro aspecto importante para el entendimiento del ciclo diurno es el papel de la meteorología. Como ya se ha mencionado anteriormente la estabilidad juega un papel muy importante en la mezcla y dispersión de contaminantes, por tal motivo es de esperarse que en las horas de la tarde se presenten las mínimas concentraciones de NO_x, NO₂ y

NO_x

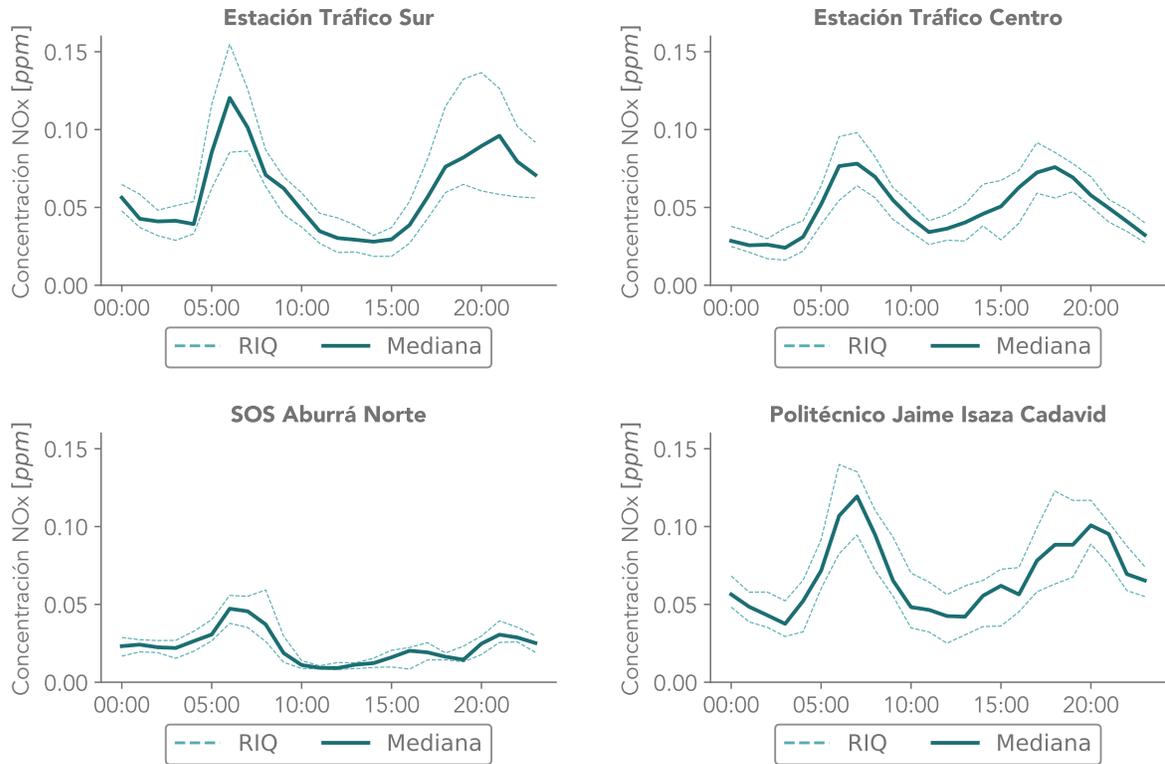


Figura 7.2: Ciclo diario de NO_x para las estaciones automáticas.
 Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

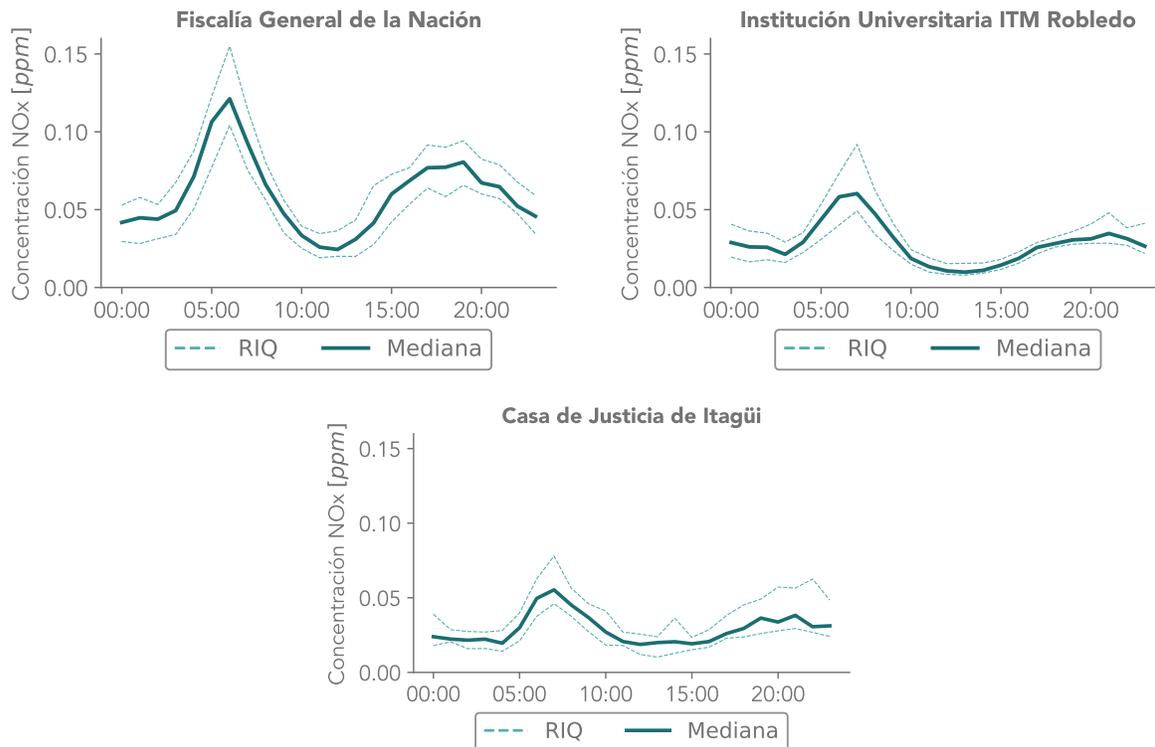


Figura 7.2: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Concentración Promedio Diaria de NO₂

En la Figura 7.3 se presenta la concentración diaria de NO₂ obtenida durante el mes de Diciembre de 2020 para las distintas estaciones de monitoreo automático.



Figura 7.3: Concentraciones de NO₂ para las estaciones automáticas. Nota: En la gráfica NaN corresponde a datos faltantes.

La estación CEN-TRAF presentó la concentración horaria más alta durante el mes de Diciembre de 2020, igual a $121.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, la mínima concentración horaria, igual a $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se registró en la estación CEN-TRAF.

En la Tabla 7.1 se presentan la concentración promedio, los valores máximos horarios (VM1H) y el número de excedencias a la Norma Horaria (NEN1H) para las concentraciones de NO_2 en cada una de las estaciones. Puede observarse como durante el mes, y para las diferentes estaciones, no se presentaron excedencias a la norma horaria.

	GIR-SOSN	MED-ITMR	MED-FISC	CEN-TRAF	MED-PJIC	ITA-CJUS	SUR-TRAF
MEDIA	NP	24.3	40.6	33.3	NP	31.6	36.4
VM1H	50.9	78.5	115.6	121.0	108.0	75.9	102.1
NEN1H	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7.1: Estadísticos Diciembre 2020 NO_2

Ciclo Diurno de la Concentración de NO_2

La Figura 7.4 presenta el ciclo diurno de la concentración de NO_2 para las diferentes estaciones de monitoreo automático. Puede observarse que algunas de las estaciones presentan un comportamiento bimodal para la concentración de NO_2 a lo largo del día, con un período de mayores concentraciones entre las 06:00 y las 10:00 y uno un poco menos pronunciado entre las 19:00 y las 23:00.

Para entender el comportamiento del ciclo diurno de este contaminante se remite a la explicación del ciclo diurno de los NO_x descrito en la sección 7.

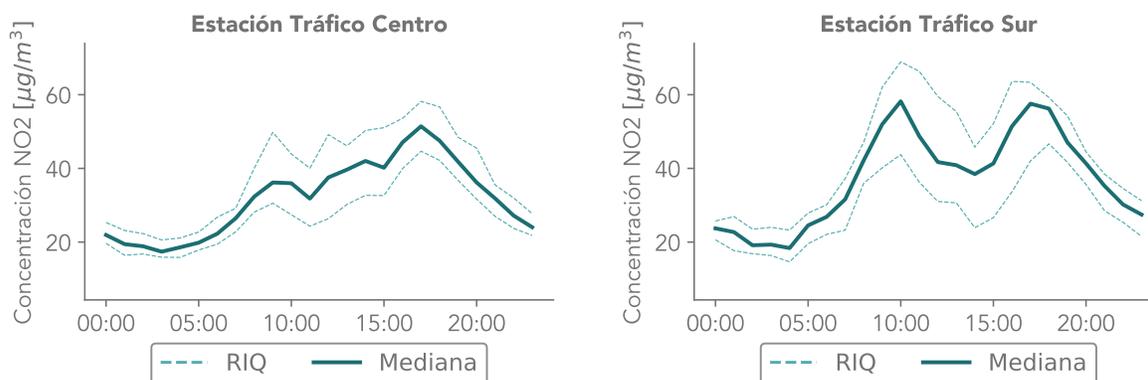


Figura 7.4: Ciclo diurno de NO_2 para las estaciones automáticas.

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

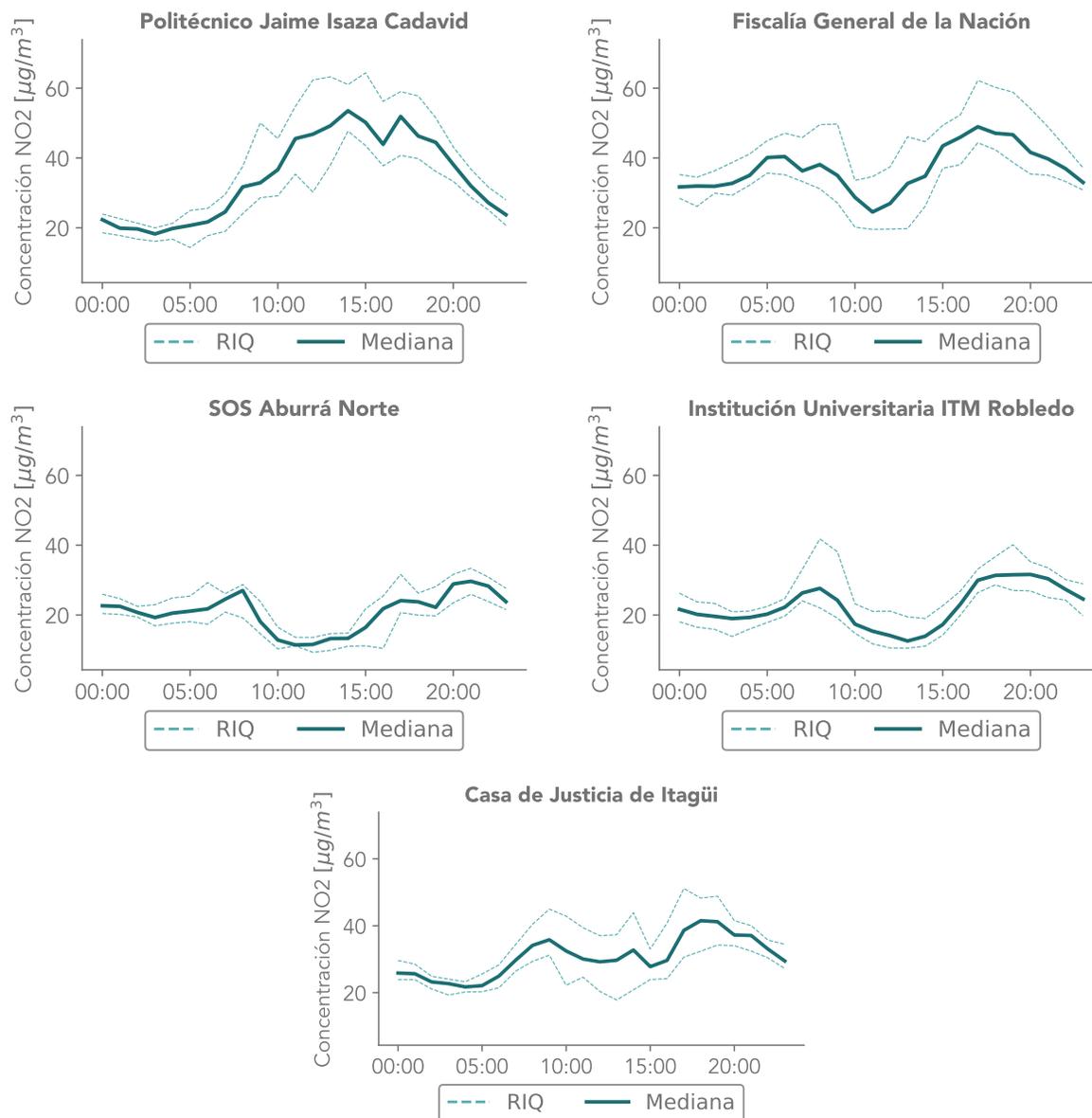


Figura 7.4: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones horarias de NO₂.

La Figura 7.5 muestra la variación porcentual de las categorías de ICA para las concentraciones horarias de NO₂ en las diferentes estaciones durante el mes Diciembre de 2020. Puede observarse como la mayoría de estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación buena. Es posible notar que no se presentaron excedencias a la norma horaria en ninguna de las estaciones de monitoreo de NO₂. La estación GIR-SOSN obtuvo la menor cantidad de muestras horarias en el mes con un total de 369.

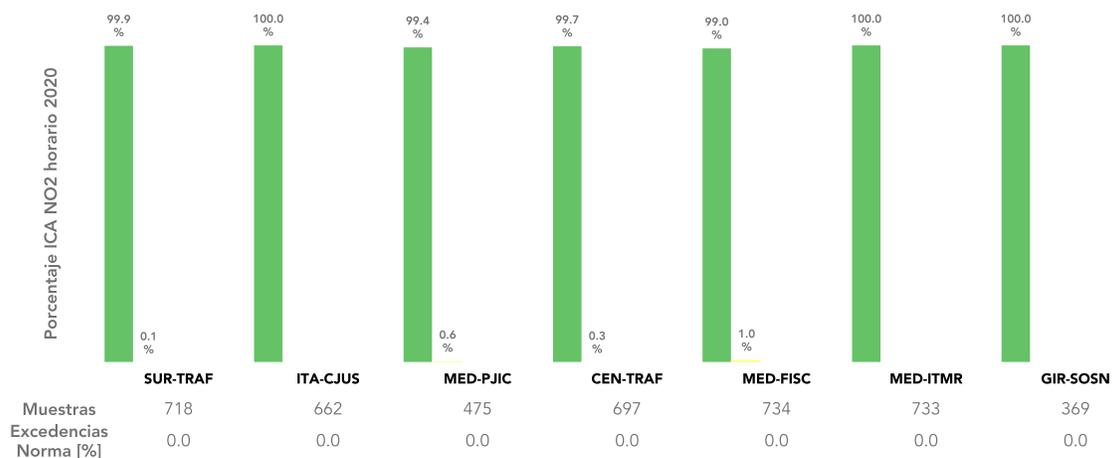


Figura 7.5: Porcentaje de las distintas clasificaciones del ICA para las concentraciones horarias de NO₂

Ciclo Diurno de la Concentración de NO

La Figura 7.6 presenta el ciclo diurno de la concentración de NO para las diferentes estaciones de monitoreo automático. Puede observarse como no existe un comportamiento similar en cada una de las gráficas, presentándose tanto comportamientos unimodales como bimodales en las distintas estaciones.

Para entender el comportamiento del ciclo diurno de este contaminante se remite a la explicación del ciclo diurno de los NO_x. A partir de la Figura 7.6 es posible observar para algunas estaciones la disminución significativa de las concentraciones de NO durante las horas de la noche, tal y como se expuso anteriormente. Este tipo de comportamiento podría relacionarse con la interacción con otras dinámicas.

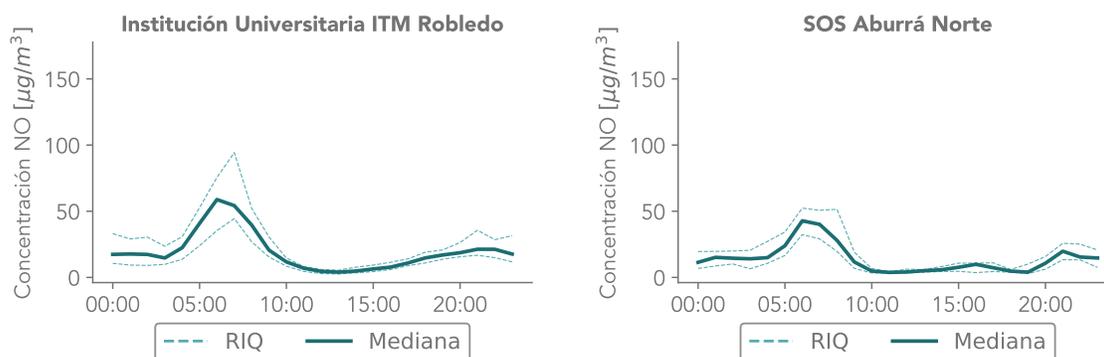


Figura 7.6: Ciclo diurno de NO para las estaciones automáticas.

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

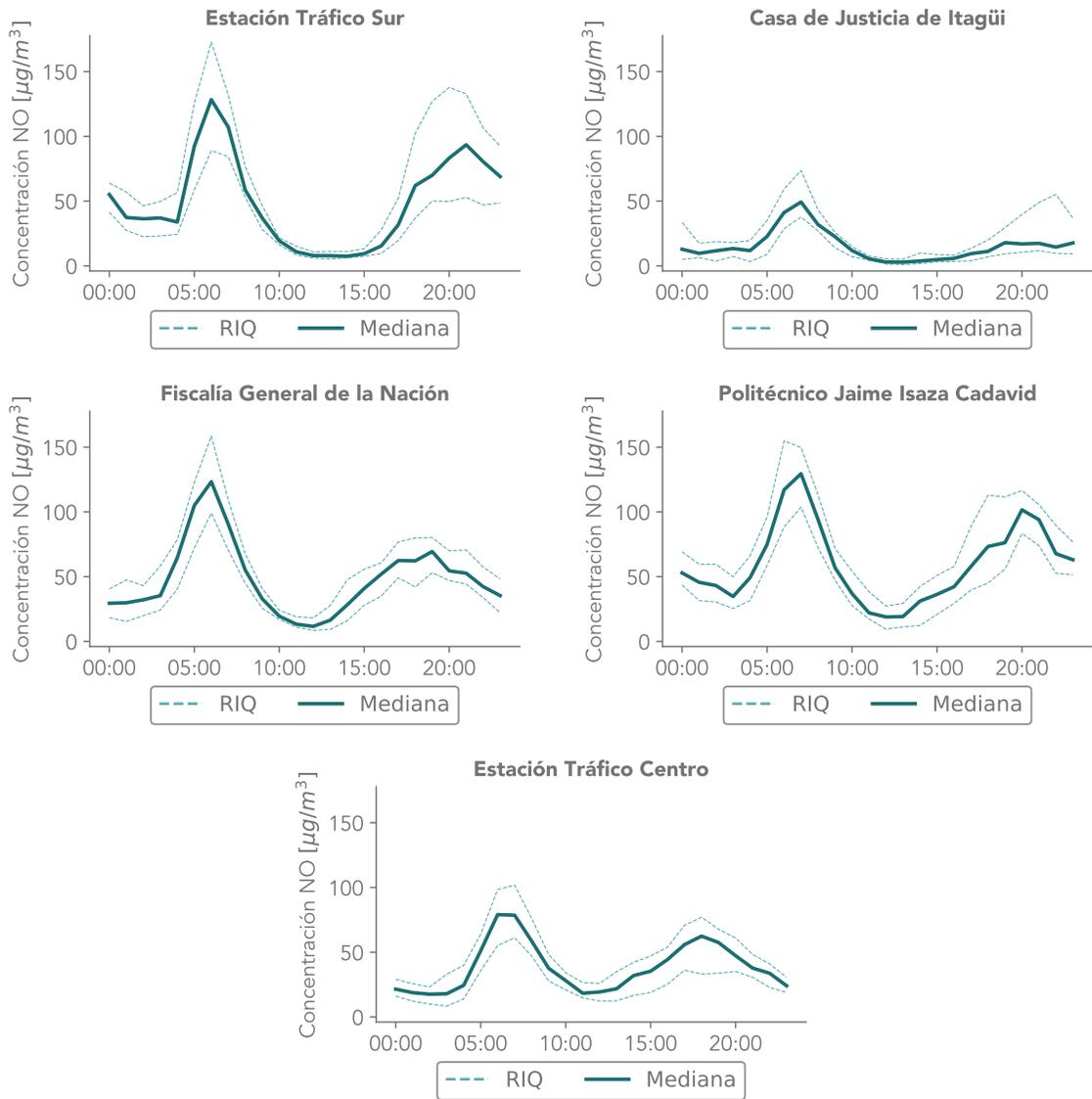


Figura 7.6: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

8 Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de Carbono (CO) es un contaminante criterio monitoreado por la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Sus principales fuentes emisoras provienen de la quema de combustible fósil como la gasolina o el petróleo, así como la combustión de madera (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2015). La exposición a este contaminante puede reducir el transporte de oxígeno en el cuerpo, representando así un alto riesgo para la población.

Durante el mes de Diciembre de 2020, operaron 2 estaciones de monitoreo automático de CO ubicadas en 2 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La Figura 8.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones.

Cabe recordar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, a partir del 17 de Diciembre se suspendió de manera permanente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos de calidad de aire instalados en estos puntos de monitoreo se ubicaron en la estación GIR-EPM. En este informe no se incluyen resultados de los niveles de monóxido de carbono en la estación GIR-EPM dado que durante el mes de Diciembre se hicieron pruebas técnicas con el fin de garantizar la validez de los datos obtenidos para esta variable. Adicionalmente, durante el mes de Diciembre se presentaron inconsistencias en el funcionamiento del equipo de CO que opera en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Debido a interrupciones en el fluido eléctrico, se alteró la configuración de la fecha del analizador, causando un desajuste en el registro de datos en la memoria interna y en la sincronía del protocolo de comunicación. Como parte del mantenimiento correctivo realizado, se revisó la batería de la tarjeta board y se actualizó el formato de la hora y fecha del equipo. Actualmente este analizador opera de manera correcta.

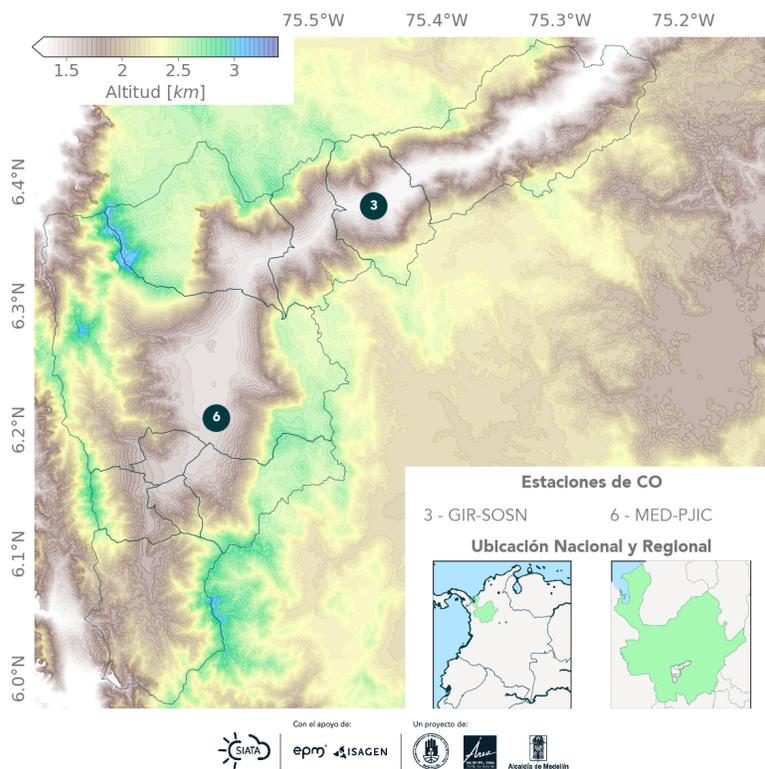


Figura 8.1: Estaciones automáticas de monitoreo de CO.

Concentraciones Horarias y Octohorarias de CO.

En la Tabla 8.1 se presentan los valores máximos horarios (VM1H) y octohorarios (VM8H) de las concentraciones de monóxido de carbono obtenidas durante el mes de Diciembre de 2020 para las distintas estaciones de monitoreo. Adicionalmente se presentan el número de excedencias a las normas horaria (NEN1H) y octohoraria (NEN8H). Puede observarse como durante el mes y para las diferentes estaciones no se presentaron excedencias a la norma octohoraria colombiana (Definida como $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Resolución 2254 del 2017). La estación MED-PJIC obtuvo la concentración octohoraria más alta durante el mes de Diciembre de 2020 igual a $3465.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta misma estación se obtuvo la concentración horaria más alta igual a $5461.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En cuanto a la norma horaria colombiana (Definida como $35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Resolución 2254 del 2017), no se presentaron excedencias al nivel máximo permisible.

	GIR-SOSN	MED-PJIC
MEDIA	NP	NP
VM1H	1405.0	5461.1
NEN1H	0	0
VM8H	1178.5	3465.3
NEN8H	0	0

Tabla 8.1: Resumen estadístico de las concentraciones de CO, Diciembre 2020

Ciclo Diurno de la Concentración de CO

La Figura 8.2 presenta el ciclo diurno de la concentración de CO para las diferentes estaciones de monitoreo automático. Puede observarse un comportamiento bimodal condicionado principalmente por el ciclo diurno del tráfico y la inestabilización de la atmósfera.

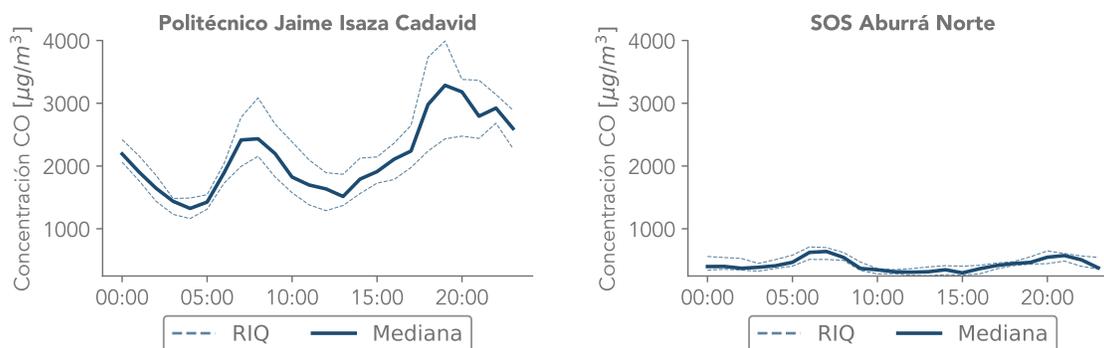


Figura 8.2: Ciclo Diurno de CO para las estaciones de la REDMCA.

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones octohorarias de CO

La Figura 8.3 muestra la variación porcentual de las categorías de calidad del aire asociadas a las concentraciones octohorarias en la estación durante el mes de Diciembre. Puede observarse como las estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación buena.

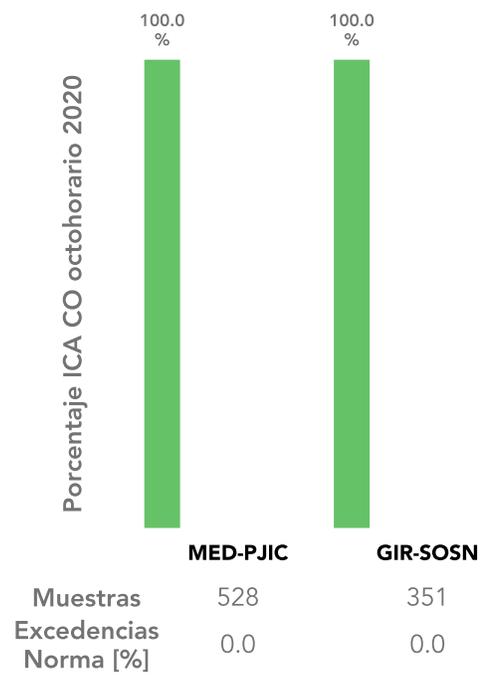


Figura 8.3: Variación porcentual de las categorías de calidad de aire para las concentraciones horarias de CO en las estaciones de monitoreo.

9 Dióxido de Azufre (SO₂)

El dióxido de azufre (SO₂) es uno de los contaminantes criterios medidos por la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Sus fuentes de emisión se atribuyen principalmente a los procesos de combustión del petróleo, el diesel, el carbón y el gas natural, los cuales tienen azufre entre sus componentes. El dióxido de azufre puede afectar las funciones respiratorias aún en bajas concentraciones y es uno de los principales precursores de la lluvia ácida.

Durante el mes de Diciembre de 2020, operaron 2 estaciones de monitoreo automático de SO₂, ubicadas en el municipio de Girardota. La Figura 9.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las estaciones. Cabe recordar que por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, a partir del 17 de Diciembre se suspendió de manera permanente la operación de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO. Los equipos de calidad de aire instalados en estas estaciones se ubicaron en la estación GIR-EPM; el seguimiento a las concentraciones de SO₂ en esta última estación inició el 29 de Diciembre.

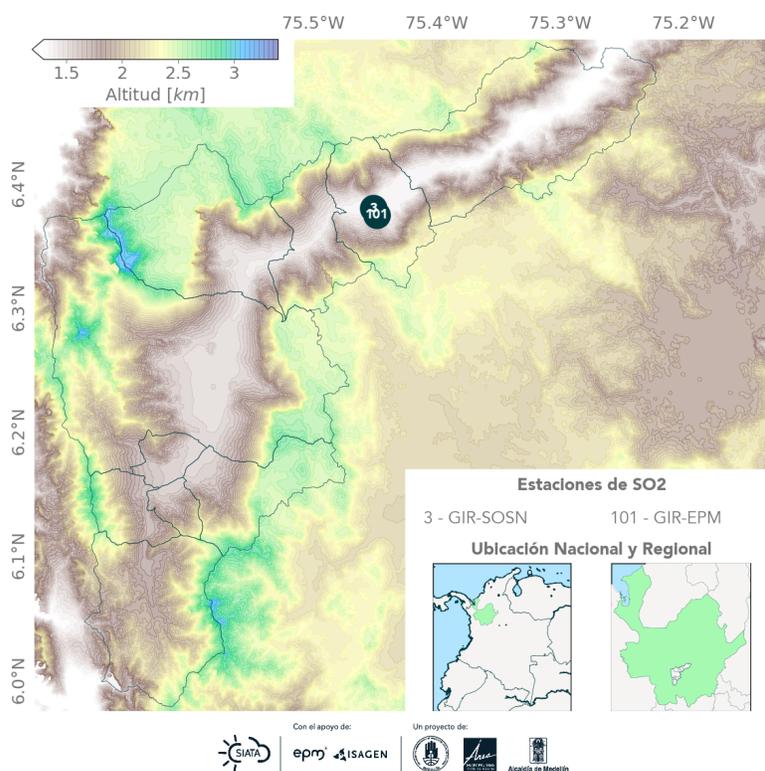


Figura 9.1: Estación automática de monitoreo de SO₂

con un máximo cerca de las 09:00 AM.

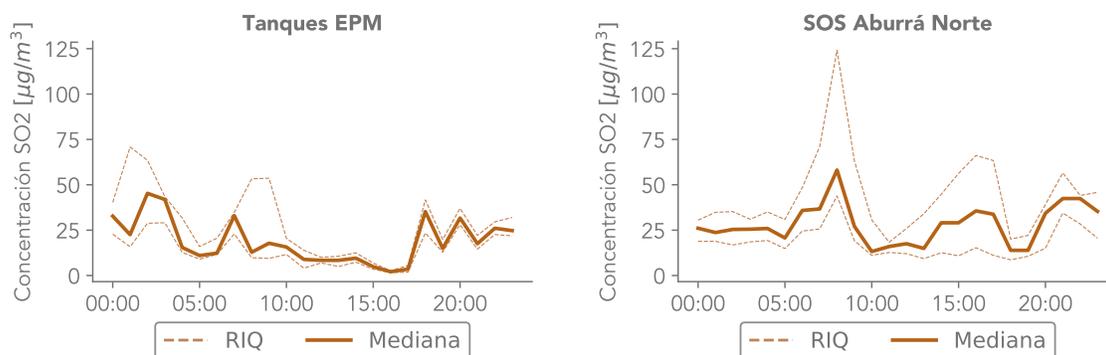


Figura 9.3: Ciclo Diurno de SO₂ para las estaciones de la REDMCA.

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Índice de Calidad del Aire (ICA) para las concentraciones horarias de SO₂

La Figura 9.4 muestra la variación porcentual de las categorías de calidad de aire asociadas a las concentraciones horarias de SO₂ en la estación GIR-SOSN durante el mes de Diciembre del 2020. Es posible observar que la mayoría del mes se alcanzaron concentraciones categorizadas como buenas.

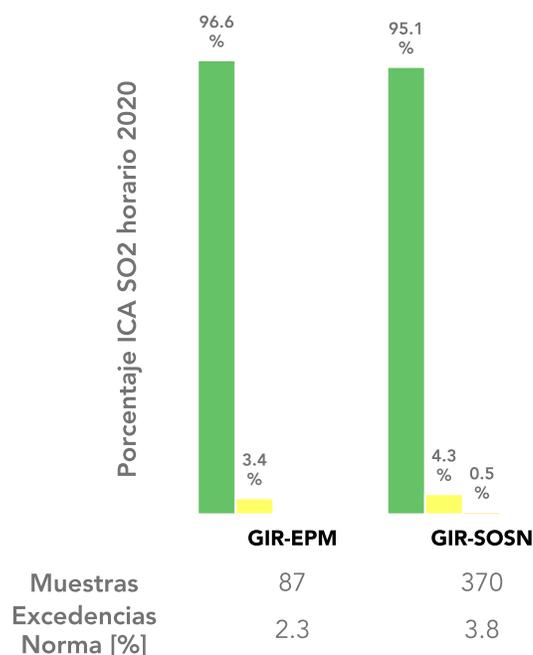


Figura 9.4: Porcentaje de días en las distintas categorías del ICA para la estación de SO₂

10 Meteorología

El monitoreo de variables meteorológicas es de especial importancia para el entendimiento de la calidad del aire en una región determinada, debido al papel fundamental que representa para el transporte y dispersión de contaminantes. La red de calidad del aire cuenta con 16 estaciones de monitoreo automático de variables meteorológicas, ubicadas en 8 de los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La Figura 10.1 presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas:

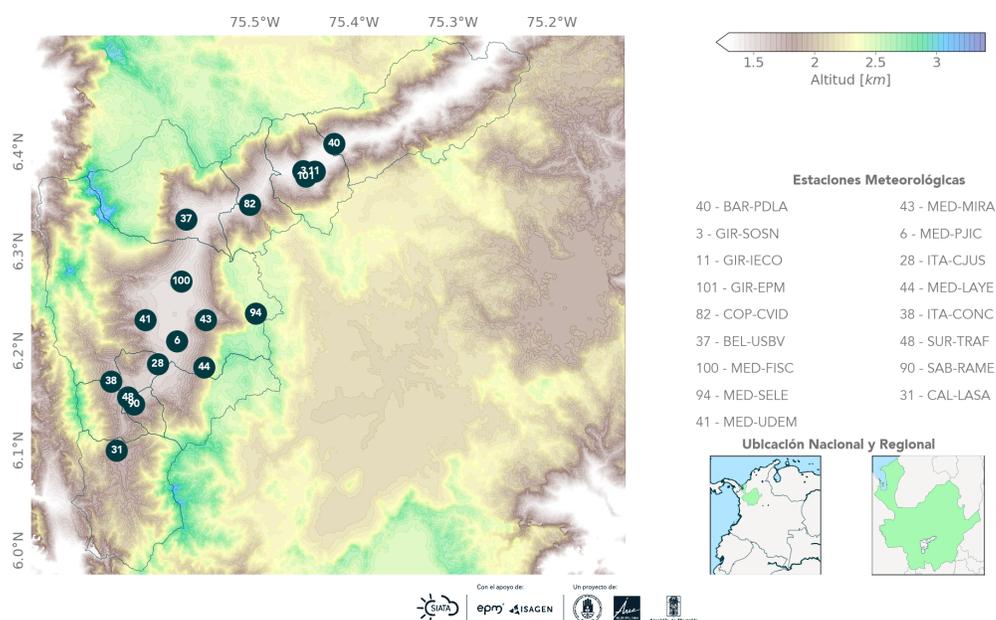


Figura 10.1: Estaciones automáticas de monitoreo de Meteorología

La Tabla 10.1 muestra el porcentaje de datos válidos para las variables meteorológicas en cada una de las estaciones de monitoreo. En esta tabla, P es presión atmosférica, PPT es precipitación, T es temperatura del aire, RG es radiación solar global, HR representa humedad relativa, VV es la velocidad del viento, y DV es la dirección del viento. Según los resultados mostrados, todos los sensores meteorológicos de las estaciones BAR-PDLA, MED-FISC, GIR-SOSN, GIR-IECO y GIR-EPM presentaron porcentajes de datos válidos inferiores al 75 %.

En el caso de las estaciones GIR-SOSN y GIR-IECO, por solicitud del alcalde del municipio de Girardota, fue necesario suspender permanentemente la operación de estas. Los equipos que operaban en estos puntos de monitoreo se reubicaron en las instalaciones de los tanques de EPM en el mismo municipio (estación GIR-EPM). El seguimiento de las variables meteorológicas en la estación GIR-EPM inició el 29 de diciembre.

Por otra parte, en la estación MED-FISC se hizo una actualización en la tecnología usada, reemplazando la estación analógica marca Met One, por una estación Thies, la cual permite tener una alta

precisión en la lectura de datos, así como la optimización en las condiciones de instalación y mejor capacidad de transmisión. Finalmente, durante el mes de Diciembre, en la estación BAR-PDLA se presentaron problemas en los módulos de almacenamiento y transmisión de datos.

Es necesario aclarar que del total las estaciones meteorológicas reportadas en este informe, los sensores ubicados en las estaciones BEL-USBV e ITA-CJUS son marca Met-One y miden radiación incidente, mientras que los demás equipos son marca Thies y Vaisala. Los datos pertenecientes a los sensores Met-One son procesados y validados por el equipo de calidad del aire del SIATA, que a su vez se encarga de la operación de los equipos de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. En el caso de las estaciones meteorológicas Thies y Vaisala, el mantenimiento, la recepción y la validación de los datos obtenidos está a cargo del área de hidrometeorología del SIATA. Dicho proceso se hace de manera integral con los demás equipos técnicos pertenecientes al proyecto, y se completan transcurridos dos meses a partir del mes de la medición, por esta razón los porcentajes de datos válidos pueden variar si son consultados antes del tiempo de cierre. La calidad de los datos de estas estaciones depende, además de los procesos de validación propios del área de hidrometeorología, de los protocolos de actualización manual de datos adquiridos con el fin de completar las series de tiempo medidas en cada variable con el fin de obtener el mayor número posible de datos catalogados de buena calidad.

Tabla 10.1: Porcentaje de datos válidos Meteorología

Estaciones	P	PPT	T	RG	HR	VV	DV
BAR-PDLA	65.9	65.9	65.9		65.9	65.9	65.9
GIR-SOSN	35.1	35.1	35.1		35.1	35.1	35.1
GIR-IECO	56.0	56.0	56.0		56.0	56.0	56.0
GIR-EPM	20.6	20.6	20.6		20.6	20.6	20.6
COP-CVID	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
BEL-USBV	98.3		98.0	99.9	99.3	84.7	99.9
MED-FISC	46.1	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6	46.6
MED-SELE	93.0	93.0	93.0		93.0	93.0	93.0
MED-UDEM	76.3	76.3	76.3		76.3	76.3	76.3
MED-MIRA	93.8	93.8	93.8		93.8	93.8	93.8
MED-PJIC	95.7	95.7	95.7		95.7	95.7	95.7
ITA-CJUS	98.7		97.8	100.0	100.0	96.4	100.0
MED-LAYE	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
ITA-CONC	99.9	99.9	99.9		99.9	99.9	99.9
SUR-TRAF	96.1	96.1	96.1		96.1	96.1	96.1
SAB-RAME	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
CAL-LASA	99.5	99.5	99.5		99.5	99.5	99.5

Ciclo Diurno de la Radiación Solar, Temperatura y Humedad Relativa

La Figura 10.2 presenta el ciclo diurno de las variables meteorológicas radiación solar, temperatura y humedad relativa. Es posible observar en esta figura la fuerte relación que existe entre las diferentes variables; la temperatura depende esencialmente de la radiación solar, es por esto que se observa claramente como el máximo de ambas variables se encuentra cerca del medio día.

La variación de la humedad relativa se puede asociar a su vez a la temperatura del aire, dado que a mayor temperatura, mayor evaporación. Se observa por tanto para las diferentes estaciones que a medida que la temperatura incrementa, disminuye la humedad relativa, presentando los valores mínimos cerca del medio día. Las diferencias en el máximo de la radiación solar entre los distintos puntos de monitoreo se deben principalmente a factores como la nubosidad.

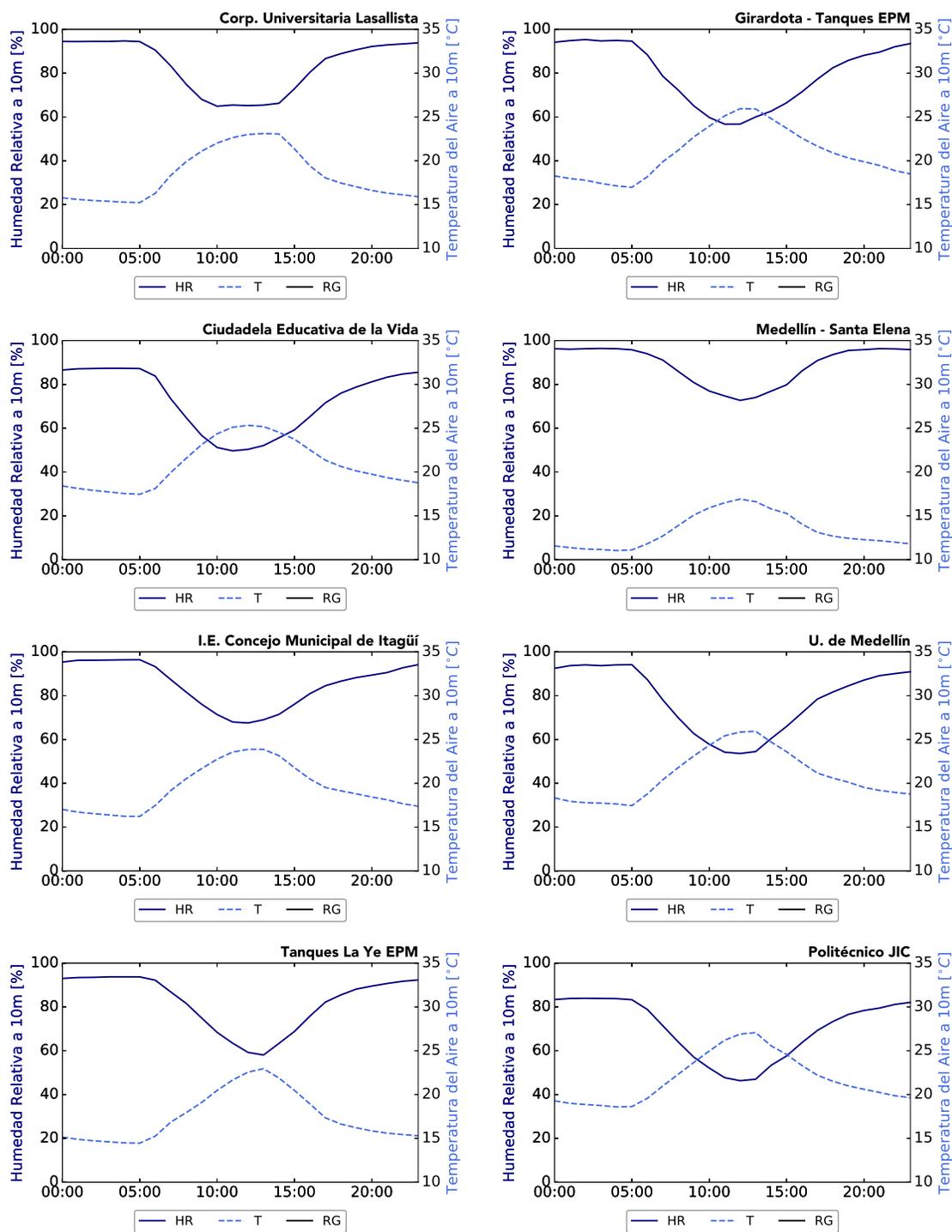


Figura 10.2: Radiación Solar, Temperatura y Humedad Relativa para las distintas estaciones

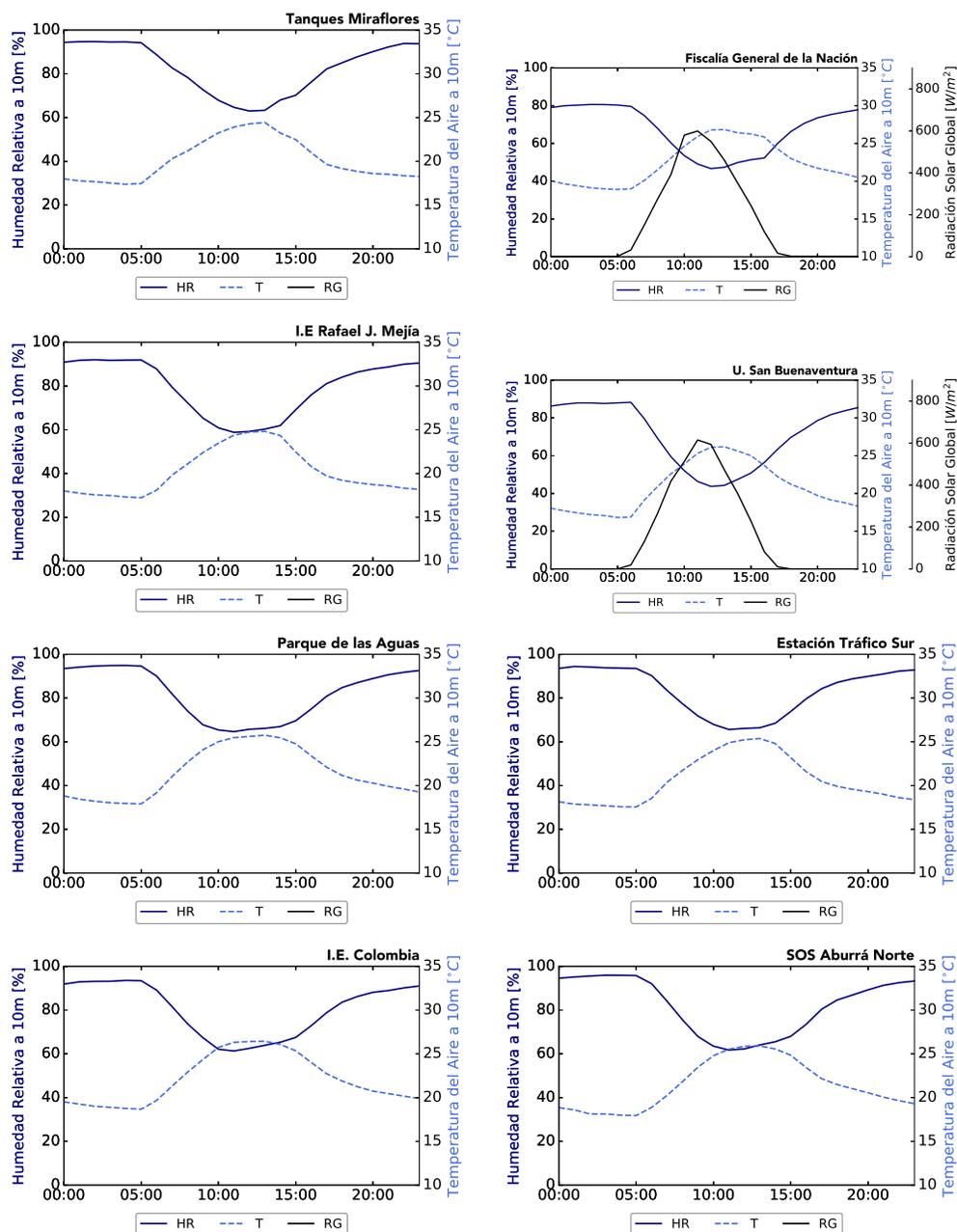


Figura 10.2: Continuación

Precipitación

La Figura 10.3 presenta la precipitación horaria y acumulada para el mes de Diciembre de 2020. Por otra parte, la Tabla 10.2 muestra el máximo acumulado horario, máximo acumulado diario, el acumulado mensual y los días sin precipitación para las distintas estaciones en las que se monitorea esta variable.

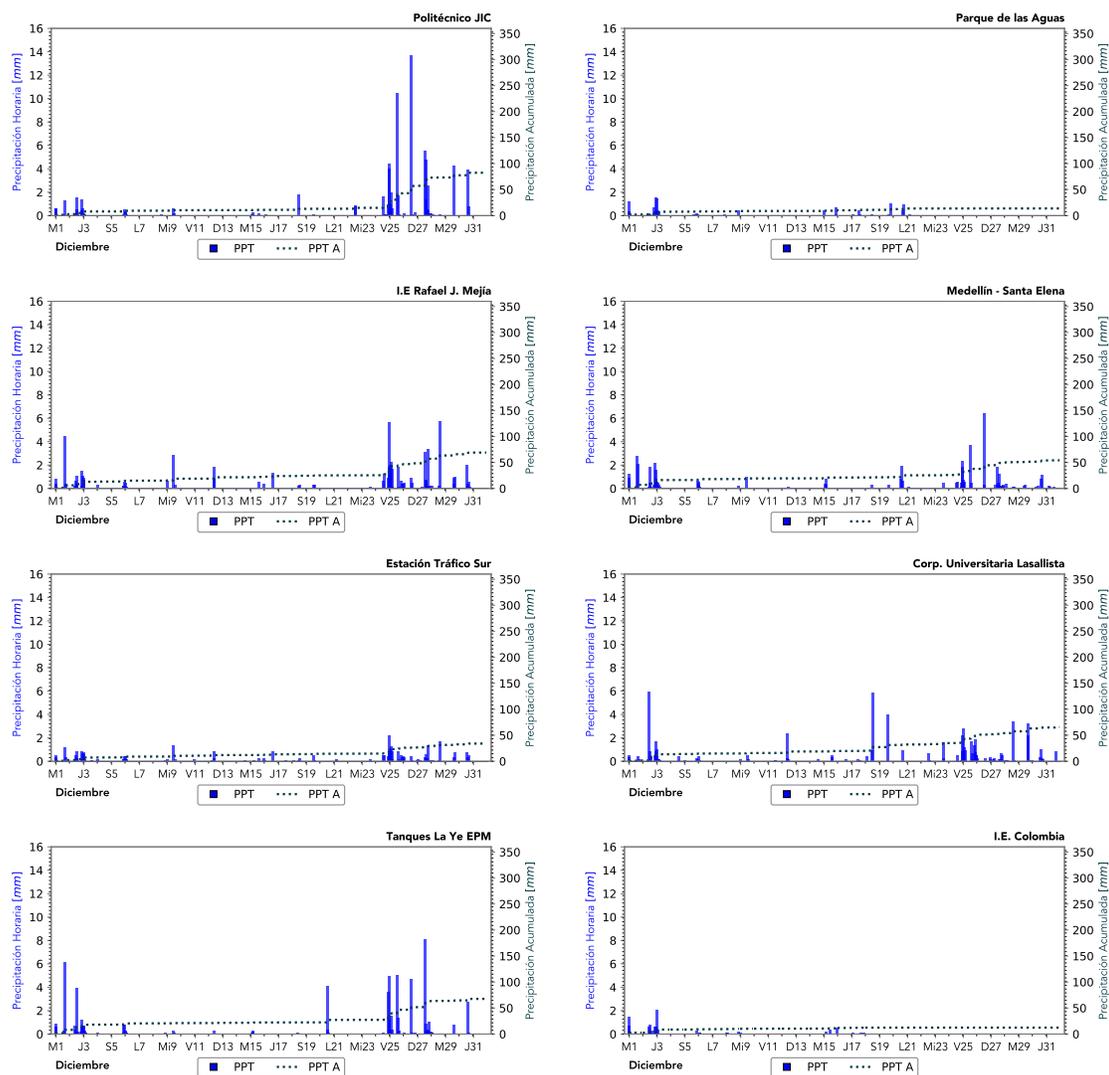


Figura 10.3: Precipitación horaria y acumulada para las distintas estaciones

Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

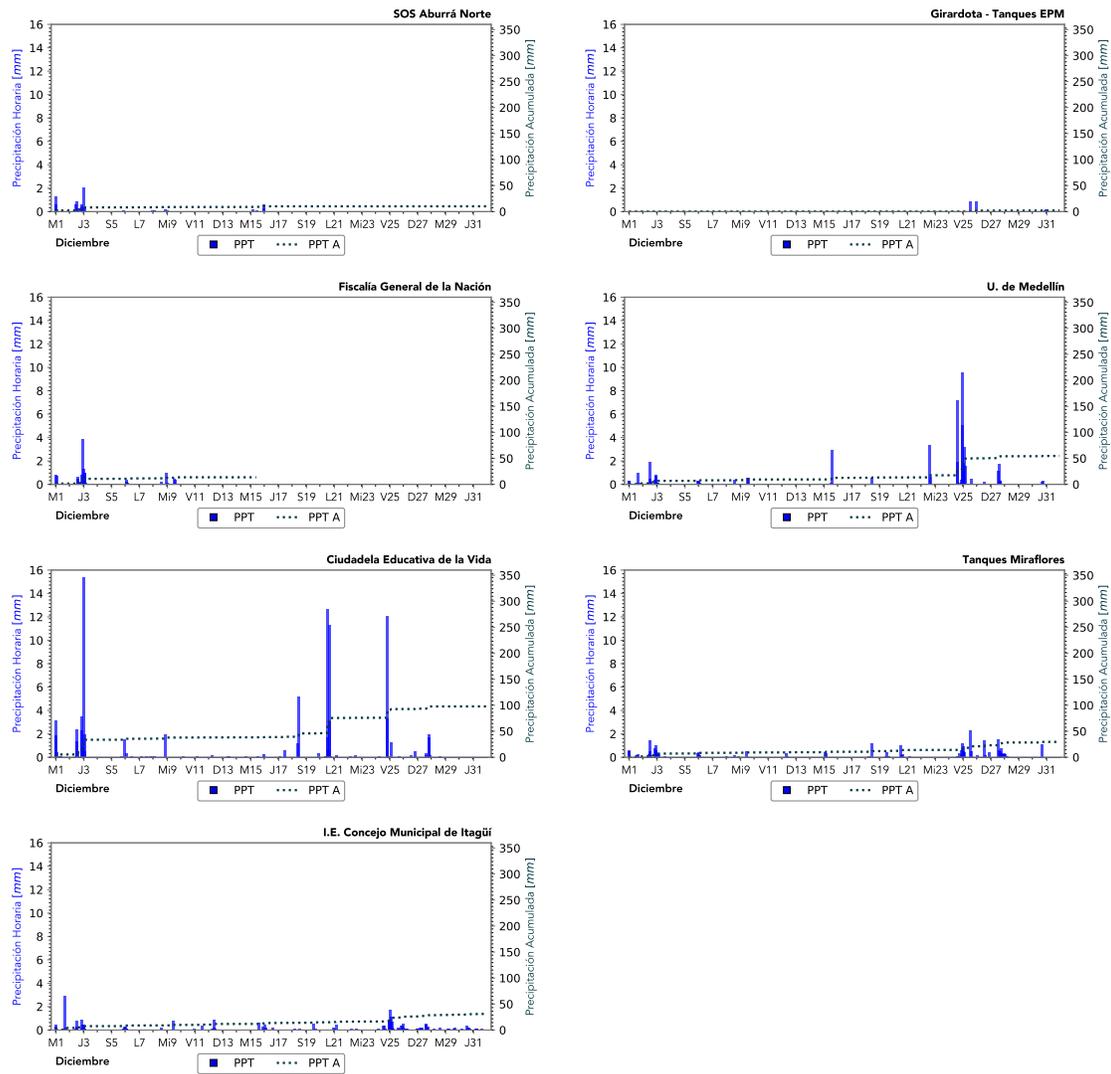


Figura 10.3: Continuación

Nota: En la Tabla 2.4 se relacionan con más detalle los nombres de las estaciones.

Tabla 10.2: Estadísticos Precipitación

Estación	Acumulado Mensual (mm)	Días Sin Precipitación	Máximo Acumulado Diario (mm)	Máximo Acumulado Horario (mm)
BAR-PDLA	13.7	12.0	3.0	1.6
GIR-SOSN	10.1	17.0	3.4	2.0
GIR-IECO	12.3	14.0	3.5	2.1
GIR-EPM	2.1	27.0	1.8	0.9
COP-CVID	97.8	1.0	29.3	15.4
MED-FISC	13.6	25.0	5.8	3.9
MED-SELE	54.2	3.0	8.3	6.4
MED-UDEM	54.6	10.0	18.0	9.6
MED-MIRA	29.6	9.0	5.8	2.3
MED-PJIC	82.4	8.0	20.7	13.7
MED-LAYE	67.6	0.0	11.5	8.1
ITA-CONC	31.1	2.0	6.7	2.9
SUR-TRAF	34.0	5.0	7.0	2.2
SAB-RAME	69.1	1.0	12.1	5.7
CAL-LASA	65.7	3.0	12.7	5.9

Vientos

Las Figuras 10.4, 10.5 y 10.6 presentan las rosas de vientos diurnas, nocturnas y totales, respectivamente, para las diferentes estaciones meteorológicas. Estas rosas de viento brindan información acerca de la distribución de las velocidades de los vientos y de la frecuencia con la que estos se presentan con determinada orientación a lo largo del día.

El nombre de cada estación según el número en negrilla presentado en cada una de las rosas, se muestra en la Figura 10.1

Como puede observarse a partir de las Figuras, la orientación de donde provienen los vientos varía de estación a estación dentro del área metropolitana tanto en horario diurno como nocturno, así mismo sucede con la velocidad de los vientos.

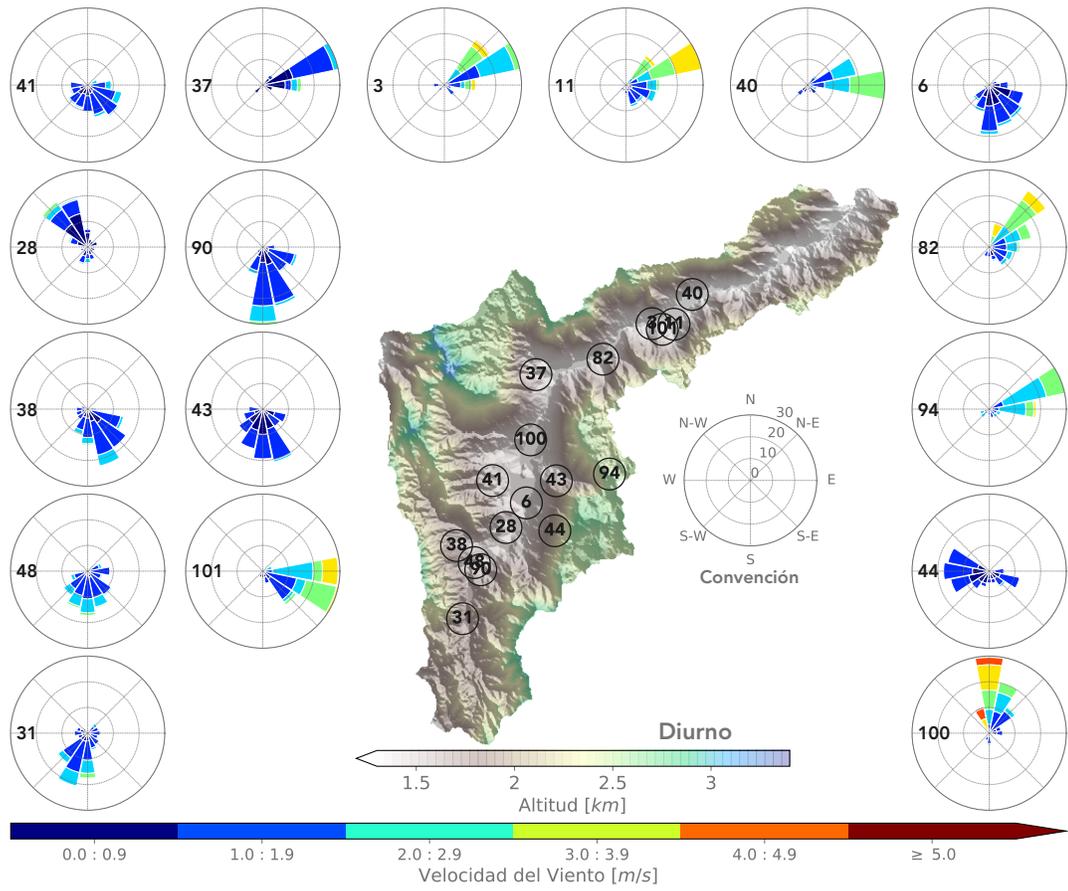


Figura 10.4: Rosas de Viento diurnas para las distintas estaciones

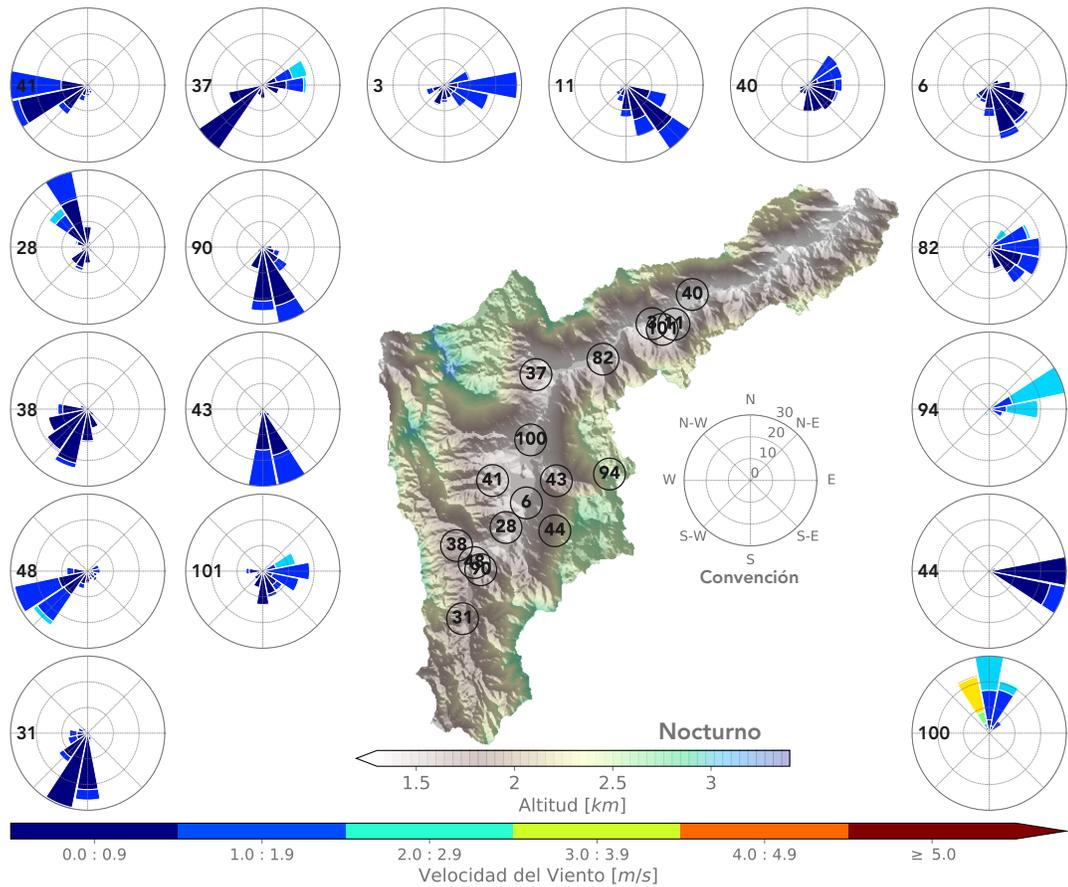


Figura 10.5: Rosas de Viento nocturnas para las distintas estaciones

La estación con las velocidades diurnas más altas durante el mes corresponde a la estación MED-SELE, con una velocidad promedio de 2.64 m/s y la estación con velocidades diurnas más bajas corresponde a la estación ITA-CJUS con una velocidad promedio de 0.90 m/s . En el caso nocturno, la mayor velocidad se registró en la estación MED-SELE con un promedio de 2.36 m/s , mientras que la velocidad más baja se presentó en la estación BEL-USBV con un promedio de 0.61 m/s .

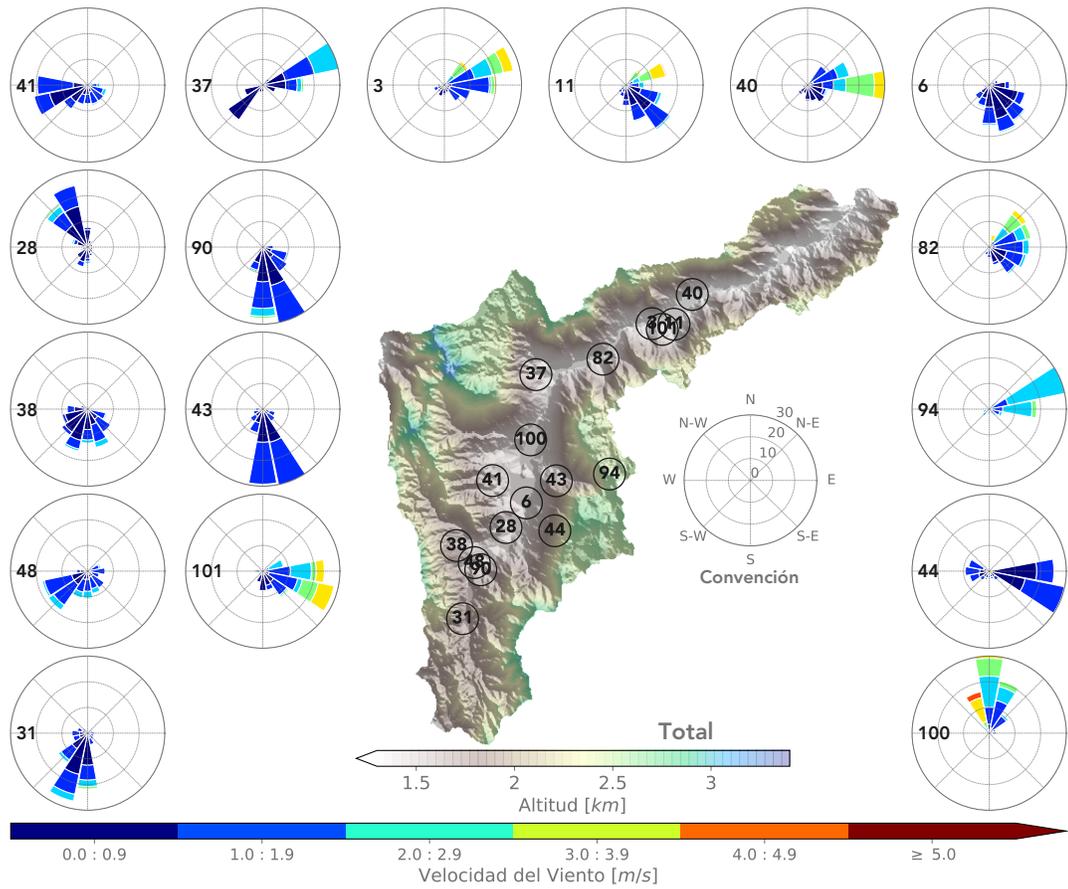


Figura 10.6: Rosas de Viento totales para las distintas estaciones.

11 Anexos

Anexo 1. Métodos de medición

Tabla 11.1: Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA

Contaminante	Método/Procedimiento	Estado del Contaminante	Rango de operación del equipo
PM10	Toma de muestras para la determinación de la concentración de partículas menores a 10 μm en el aire ambiente, U.S. EPA RFNA 0202-141 E-CFR Título 40, Parte 50, Capítulo I, Subcapítulo C, Apéndice J. Alto Volumen PM10, Procedimiento P-GAA-RA-03.	Particulado	2-750 $\mu g/m^3$
PM10	Determinación directa en campo de la determinación de la concentración de partículas menores a 10 μm en el aire ambiente, Método equivalente automático U.S. EPA EQPM-0798-122 Monitor de Partículas BAM-1020. Procedimiento P-GAA-RA-05.	Particulado	0-1000 $\mu g/m^3$
PM2.5	Determinación directa en campo de la concentración de partículas menores a 2.5 μm en el aire ambiente, método equivalente automático U.S. EPA EQPM-0308-170 Monitor de Partículas BAM-1020. Procedimiento P-GAA-RA-05.	Particulado	0-1000 $\mu g/m^3$
PM2.5	Determinación directa en campo de la concentración de partículas menores a 2.5 μm en el aire ambiente, método equivalente automático U.S. EPA EQPM-0715-266 Monitor de Partículas BAM-1020. Procedimiento P-GAA-RA-05.	Particulado	0-1000 $\mu g/m^3$
PM2.5	Toma de muestras para la determinación de la concentración de partículas menores a 2.5 μm en el aire ambiente U.S EPA EQPM-1013-209. Monitor de Partículas BAM1022. Procedimiento P-GAA-RA-17.	Particulado	2-200 $\mu g/m^3$

Tabla 11.1: Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA

Contaminante	Método/Procedimiento	Estado del Contaminante	Rango de operación del equipo
PM2.5	Toma de muestras para la determinación de la concentración de partículas menores a 2.5 μm en el aire ambiente, Método Referencia U.S. EPA RFPS-0498-116, CFR Título 40, parte 50, Capítulo I, Subcapítulo C, Apéndice L. Medición continua mediante muestreados de aire BGI modelo PQ200. Bajo Volumen. Procedimiento P-GAA-RA-10.	Particulado	2-200 $\mu g/m^3$
Ozono	Determinación directa en campo de la concentración de ozono O_3 en el aire ambiente, método equivalente U.S. EPA-EQOA-0880-047 CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Medición continua mediante fotometría UV. Modelo 49C Marca Thermo. Procedimiento P-GAA-RA-07.	Gaseoso	0-50 ppb 0-1000 ppb (0 – 98,15 $\mu g/m^3$ 0-1963,07 $\mu g/m^3$)
Ozono	Determinación directa en campo de la concentración de ozono O_3 en el aire ambiente, método equivalente U.S. EPA-EQOA-0992-087 CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice D. Medición continua mediante fotometría UV. Modelo 400E marca Teledyne. Procedimiento P-GAA-RA-12.	Gaseoso	0-100 ppb 0-10000 ppb (0 – 196,31 $\mu g/m^3$ 0-19630,67 $\mu g/m^3$)
CO	Determinación directa en campo de la concentración de Monóxido de Carbono CO en el aire ambiente, método de referencia U.S. EPA RFCA-0981-054 CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Medición continua espectrometría infrarroja no dispersiva. Modelo 48C Marca Thermo. Procedimiento P-GAA-RA-11.	Gaseoso	0-1 ppm 0-1000 ppm (0 – 1145,60 $\mu g/m^3$ 0 – 1145603,27 $\mu g/m^3$)
CO	Determinación directa en campo de la concentración de Monóxido de Carbono CO en el aire ambiente, método automático de referencia U.S. EPA-RFCA-1093-093 CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice C. Mediante continua mediante fotometría infrarroja no dispersiva. Modelo 300E, marca Teledyne. Procedimiento P-GAA-RA-08.	Gaseoso	0-1 ppm 0-1000 ppm (0 – 1145,60 $\mu g/m^3$ 0 – 1145603,27 $\mu g/m^3$)

Tabla 11.1: Métodos y rangos de operación para los equipos pertenecientes a la REDMCA

Contaminante	Método/Procedimiento	Estado del Contaminante	Rango de operación del equipo
SO ₂	Determinación de Dióxido de Azufre SO ₂ en el aire ambiente, Método automático equivalente EPA-EQSA-0495-100 Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice A1, Modelo 100E, marca Teledyne. Procedimiento P-GAA-RA-09.	Gaseoso	0-20 ppb 0-20000 ppb (0-52,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0-52399,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO _x	Determinación de Óxido de Nitrógeno NO _x en el aire ambiente, Método automático de Referencia RFNA-1194-099 CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 50, Apéndice F. Medición continua mediante la aplicación del método de quimiluminiscencia, modelo 200E marca Teledyne. Procedimiento PGAA-RA-13.	Gaseoso	0-50 ppb 0-20000 ppb
PM1	Toma de muestras para la determinación de la concentración partículas menores a 1 micra (PM1) en el aire ambiente. Medición continua mediante monitor de partículas E-BAM). Procedimiento P-GAA-RA-02.	Particulado	5 – 65530 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Anexo 2. Identificación de muestras en los equipos manuales

En la Tabla 11.2 se relaciona la fecha de muestreo y el número de cada filtro utilizado en las estaciones manuales de PM10. Los filtros utilizados en estos equipos son filtros de micro-cuarzo de marca WHATMAN, y la muestra ensayada corresponde a material particulado menor a 10 micrómetros (PM10). La integridad de la muestra se garantiza a través de la trazabilidad de las condiciones físicas del filtro utilizado y las condiciones ambientales durante el proceso de pesaje de acuerdo a las condiciones generales del procedimiento P-GAA-RA-03. En la Tabla 11.3 se relaciona el número, la fecha de muestreo, y la fecha de pesaje de cada filtro utilizado en las estaciones manuales de PM2.5. Los filtros utilizados en estos equipos son filtros de teflón (PTFE 46.2 mm) de marca TISCH SCIENTIFIC, y la muestra ensayada corresponde a material particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5). La integridad de la muestra se garantiza a través de la trazabilidad de las condiciones físicas del filtro utilizado y las condiciones ambientales durante el proceso de pesaje de acuerdo a las condiciones generales del procedimiento P-GAA-RA-10. El servicio de gravimetría de los filtros de PM10 es prestado por el laboratorio CONHINTEC S.A.S mientras que el pesaje de los filtros de PM2.5 lo realiza Aqualab Consulting S.A.S. Ambos laboratorios están acreditados bajo la norma NTC-ISO/IECO 17025:2005 para la toma de muestras y análisis de calidad de aire. La acreditación de ambos laboratorios da cumplimiento a los requisitos internos relacionados con la selección de proveedores.

Tabla 11.2: Identificación de filtros de las estaciones manuales de PM10

Fecha Muestreo	ESTACIÓN									
	BAR-HSVP	COP-HSMA	MED-CORA	MED-MIRA	MED-PJIC	ITA-PTAR	ITA-POGO	EST-MAGO	SUR-TRAF	CAL-JOAR
2020-12-01	469	468	471	470	552	472	551	474	553	473
2020-12-03	560	562	557	559	565	556	555	561	558	563
2020-12-07	571	569	575	577	574	576	570	572	568	566
2020-12-10	585	583	578	589	588	582	580	587	584	586
2020-12-13	592	593	590	591	599	596	600	598	601	597
2020-12-16	605	603	604	607	606	612	611	610	613	609
2020-12-19	621	619	615	623	616	586	618	622	622	624
2020-12-25	631	633	635	629	625	628	636	630	632	627
2020-12-29	641	640	638	639	648	647	645	646	643	644

ND: No Dato.

Tabla 11.3: Identificación de filtros de las estaciones manuales de PM2.5

Fecha Muestreo	BEL-JEGA		MED-PJIC	
	Número Filtro	Fecha Pesaje	Número Filtro	Fecha Pesaje
2020-12-01	P7262248	2020-12-17	P7265300	2020-12-17
2020-12-03	P7262249	2020-12-17	P7623302	2020-12-17
2020-12-07	P7262242	2020-12-17	P7265299	2020-12-17
2020-12-10	P7262243	2020-12-28	P7262245	2020-12-17
2020-12-13	P7265849	2020-12-28	P7262246	2020-12-17
2020-12-16	P7265850	2020-12-28	P7265844	2020-12-28
2020-12-19	P7265848	2020-12-28	P7265845	2020-12-28
2020-12-25	P7265847	2021-01-07	P7265841	2021-01-07
2020-12-29	P7265838	2021-01-07	P7265840	2021-01-07

ND: No Dato.

Anexo 3. Condiciones ambientales de muestreo

Las condiciones ambientales al interior del shelter son un factor importante para la correcta operación de los analizadores de gases, por lo que se hace necesario el seguimiento constante de la variabilidad de estas. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, EPA por sus siglas en inglés, en el Apéndice D del Quality Assurance Handbook, establece como rango válido para la temperatura, en un período de 24 horas, valores entre 20°C y 30°C además de una desviación estándar menor a 2.1 °C. A este requisito para el monitoreo de los gases se le suman las condiciones de medición especificadas para los analizadores, lo cuales permiten el cumplimiento de lo establecido por la EPA, y añaden la necesidad de asegurar condiciones de humedad relativa por debajo del 90%. Cabe agregar que esta restricción no aplica para los equipos automáticos para el monitoreo de material particulado.

Los analizadores de NO₂, SO₂, CO y ozono están distribuidos en 13 estaciones. En cada una de estas se hace seguimiento de la temperatura y humedad al interior del shelter con el fin de garantizar el correcto desempeño de los diferentes equipos de gases. Los datos son usados para el seguimiento de las condiciones de medición en tiempo real y para la validación de las series de los diferentes contaminantes. En la Figura 11.1 se presentan las series obtenidas para cada una de las estaciones en el mes de Diciembre.

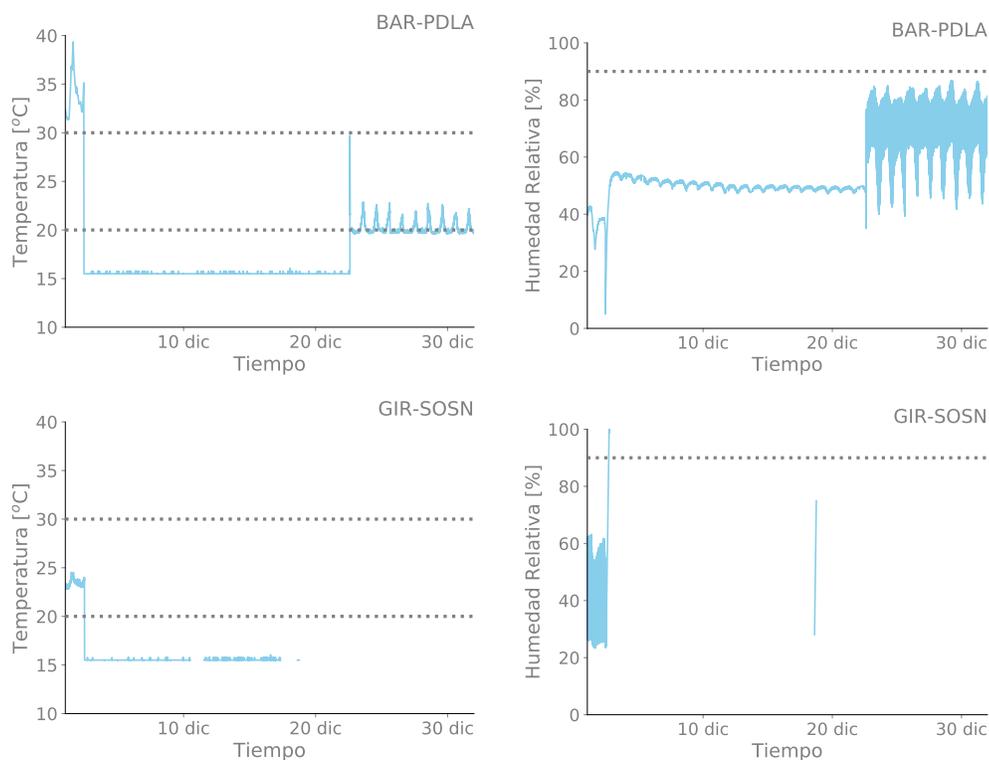


Figura 11.1: Condiciones de humedad y temperatura al interior del shelter

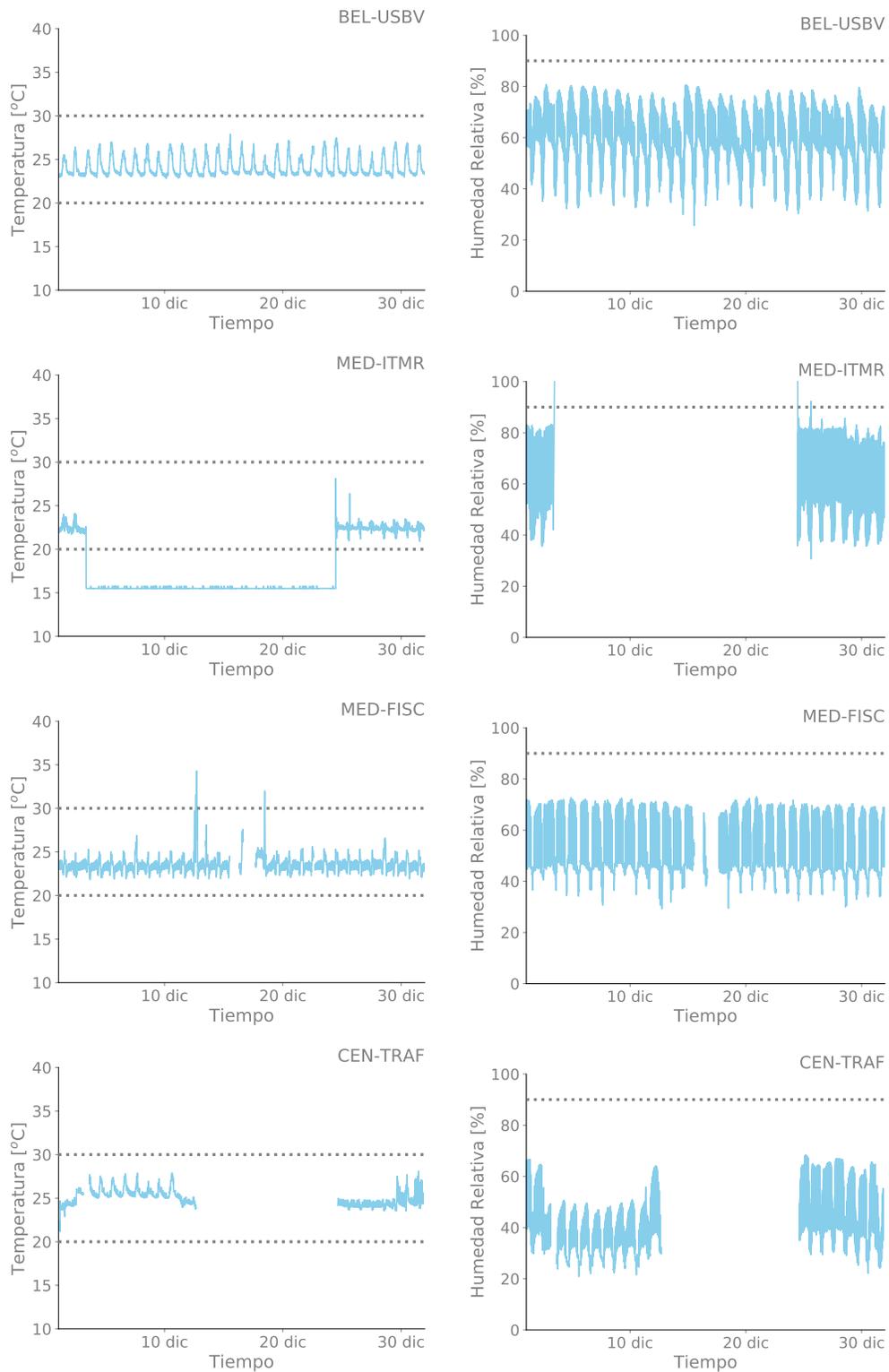


Figura 11.1: Continuación

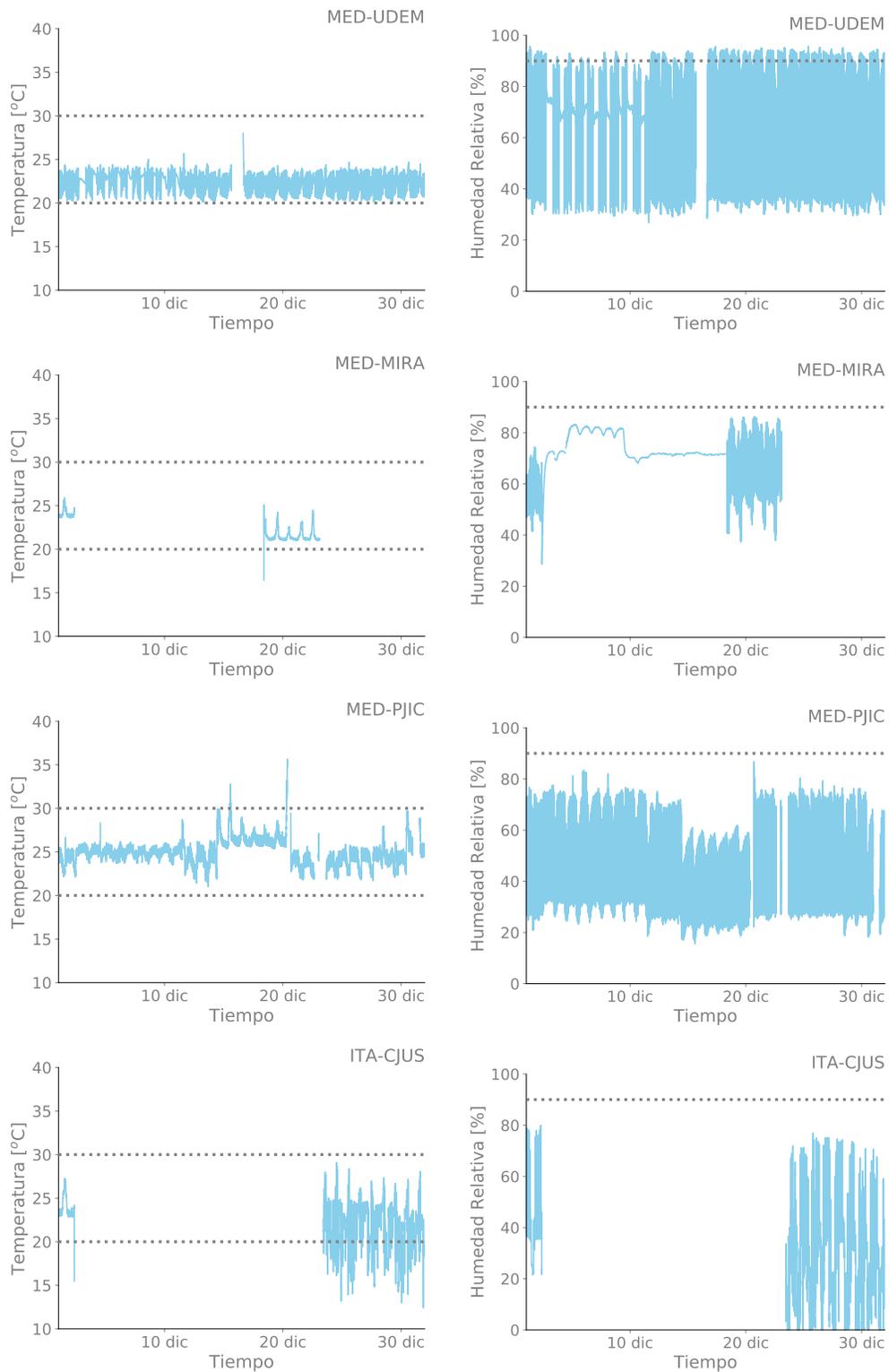


Figura 11.1: Continuación

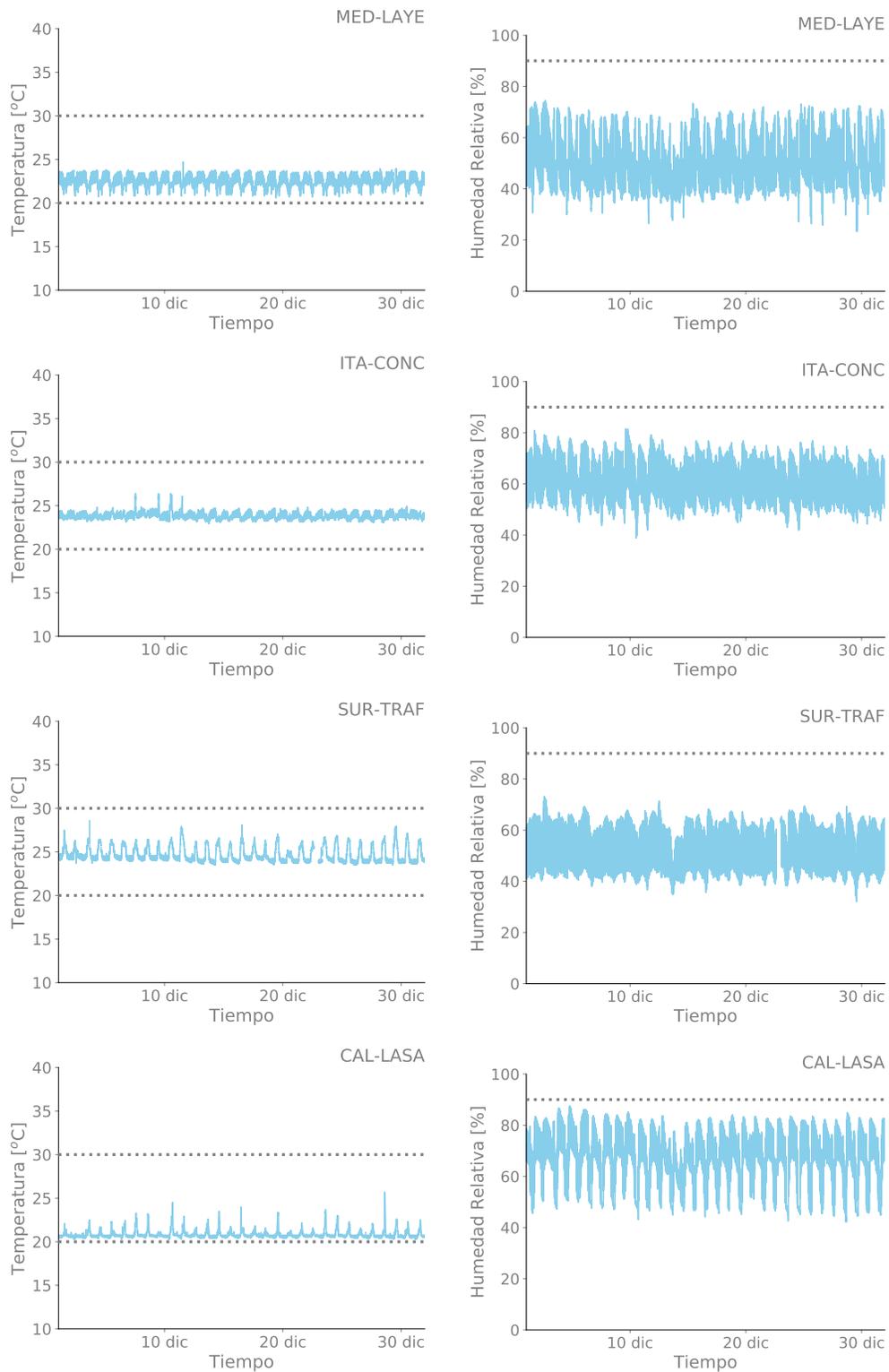


Figura 11.1: Continuación

Anexo 4. Series de las concentraciones de los contaminantes criterio

De la Figura 11.2 a la 11.9 se presentan las series de las concentraciones horarias de PM2.5, PM10, NO, NO₂, NO_x, Ozono, CO y SO₂ para las estaciones automáticas en medición de cada contaminante en el mes de Diciembre del 2020. La ausencia de datos en las series se asocian a tramas inválidas, datos faltantes o períodos anteriores o posteriores a la instalación de un equipo en una estación determinada.

Series de las concentraciones de PM2.5

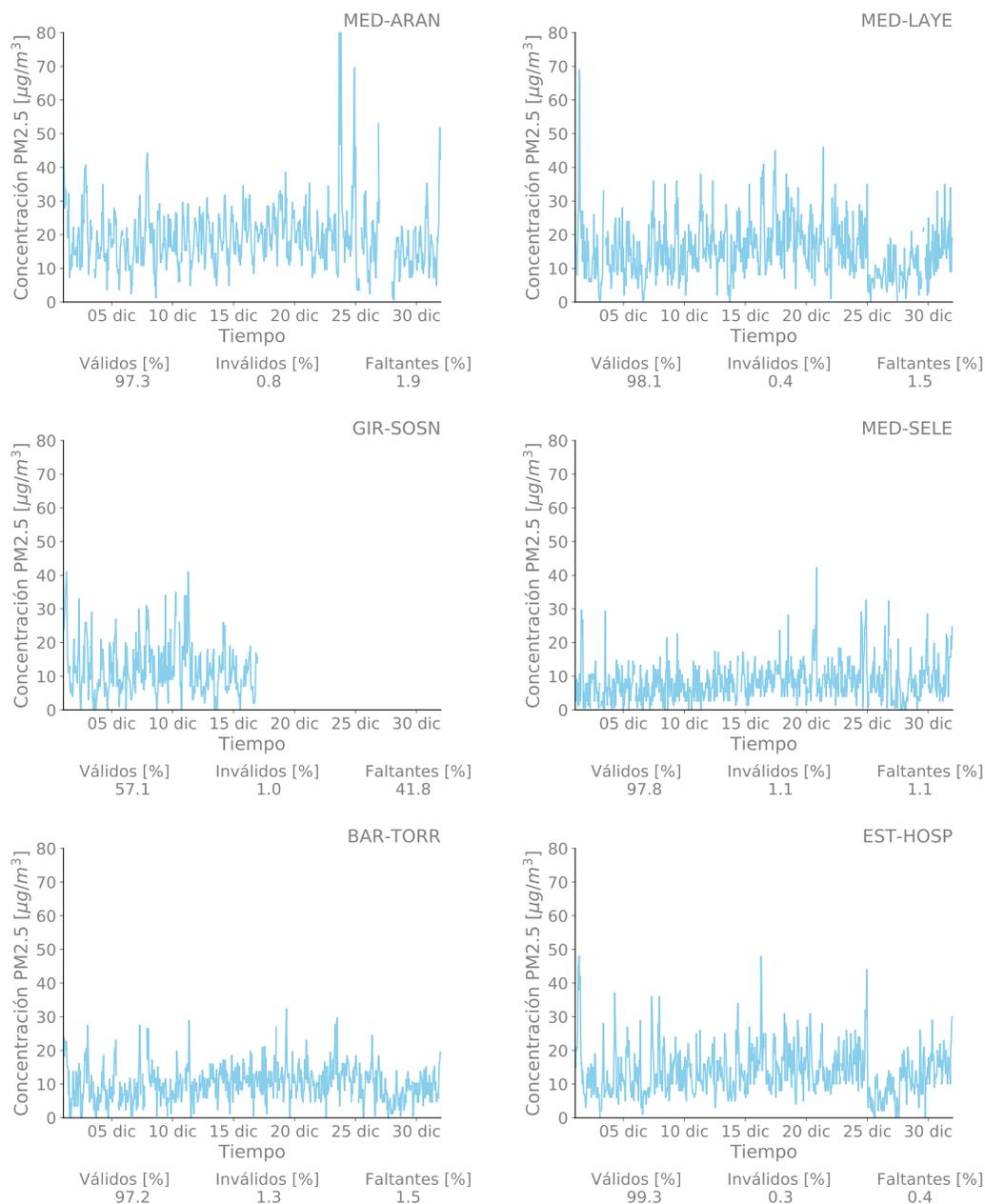


Figura 11.2: Series de las concentraciones de PM25

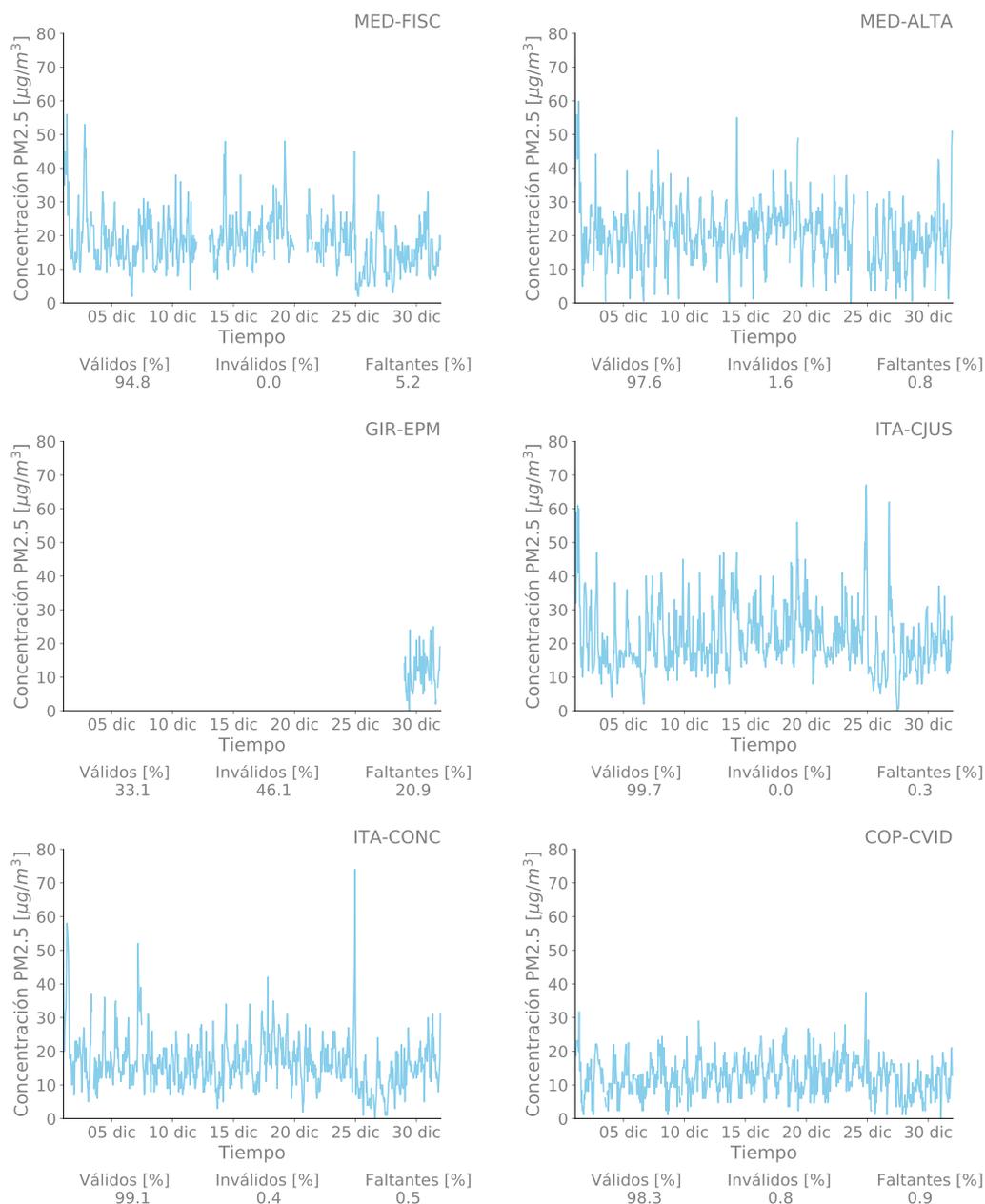


Figura 11.2: Continuación

Informe Mensual de Calidad del Aire Diciembre de 2020

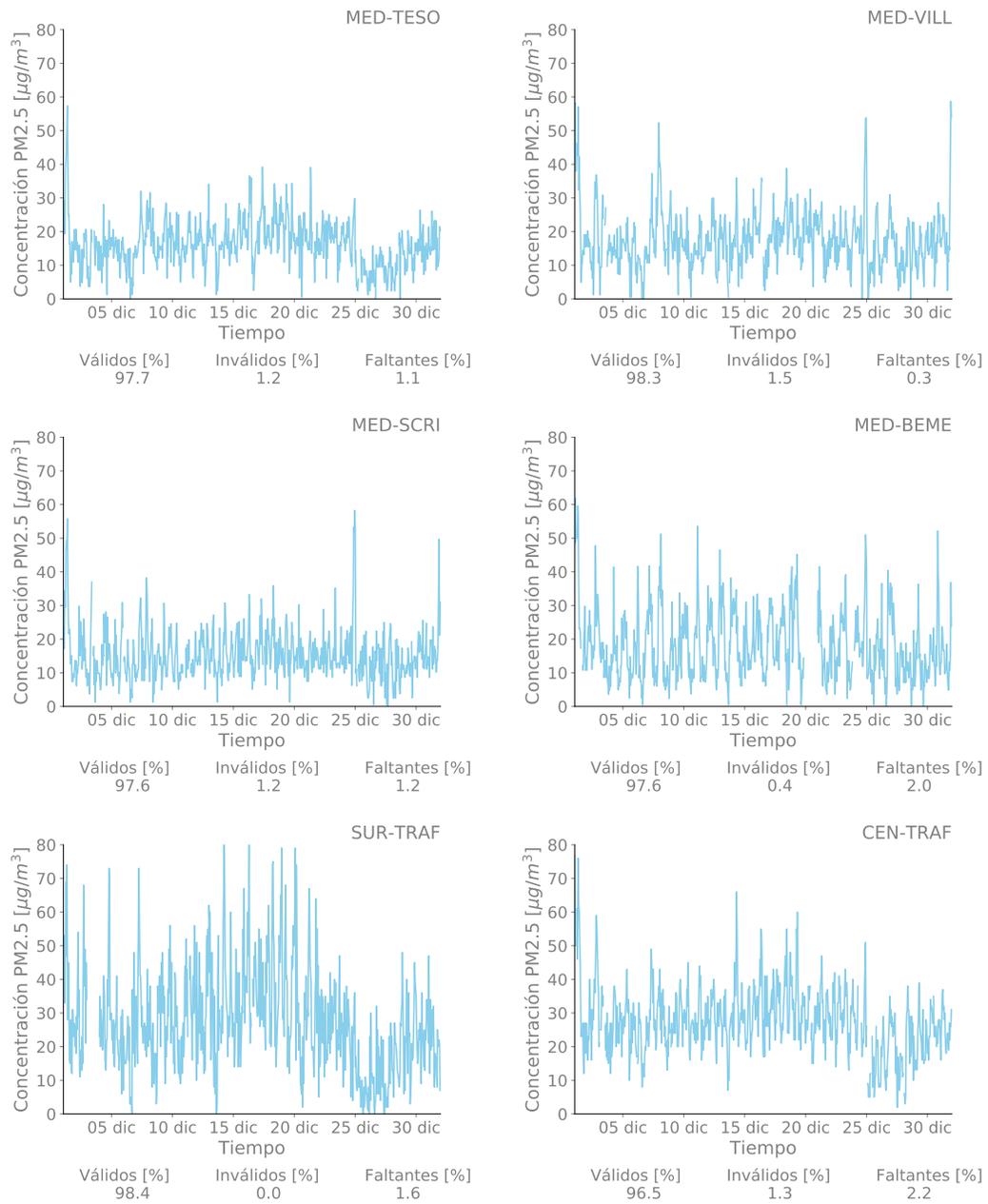


Figura 11.2: Continuación

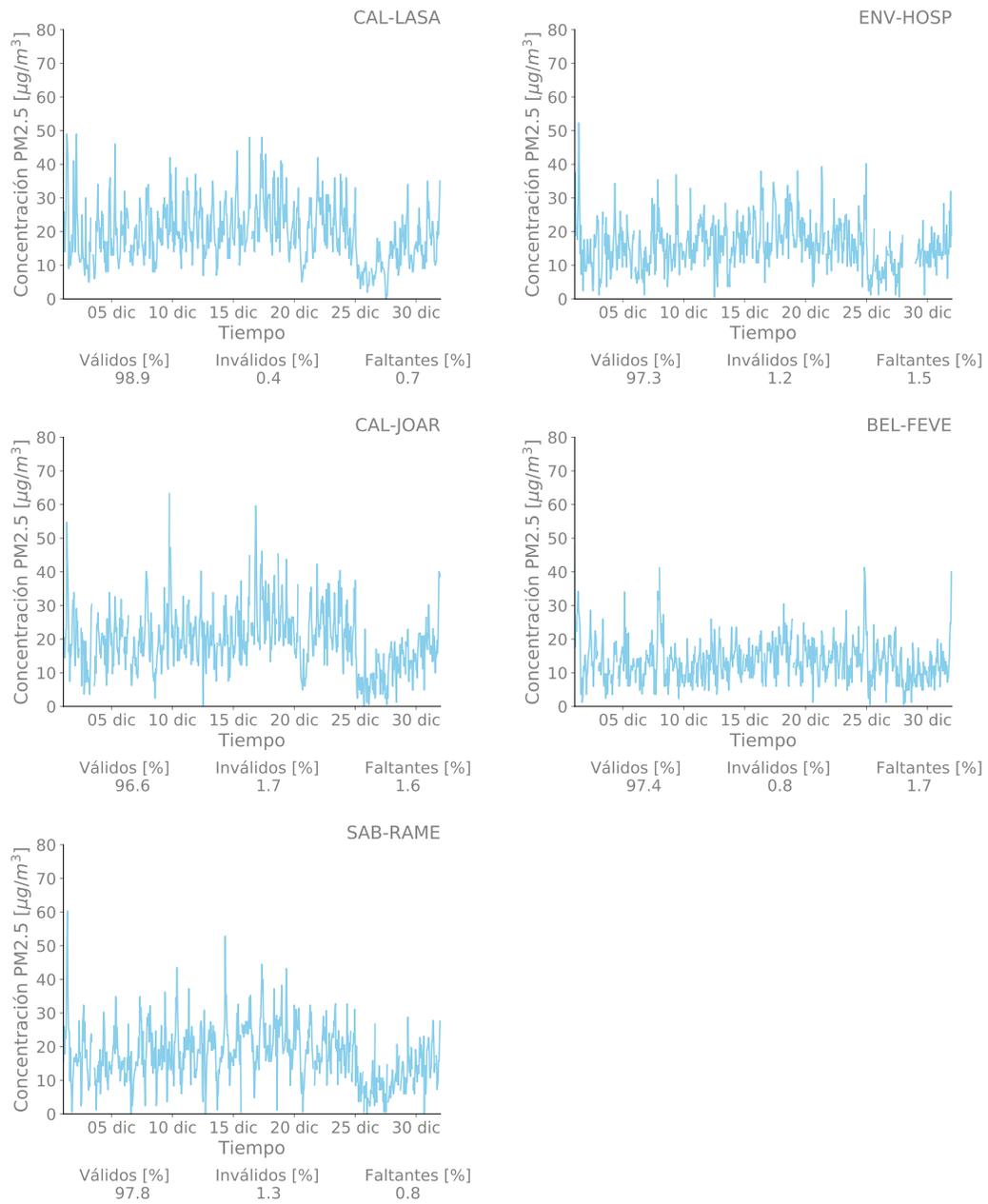


Figura 11.2: Continuación

Series de las concentraciones de PM10

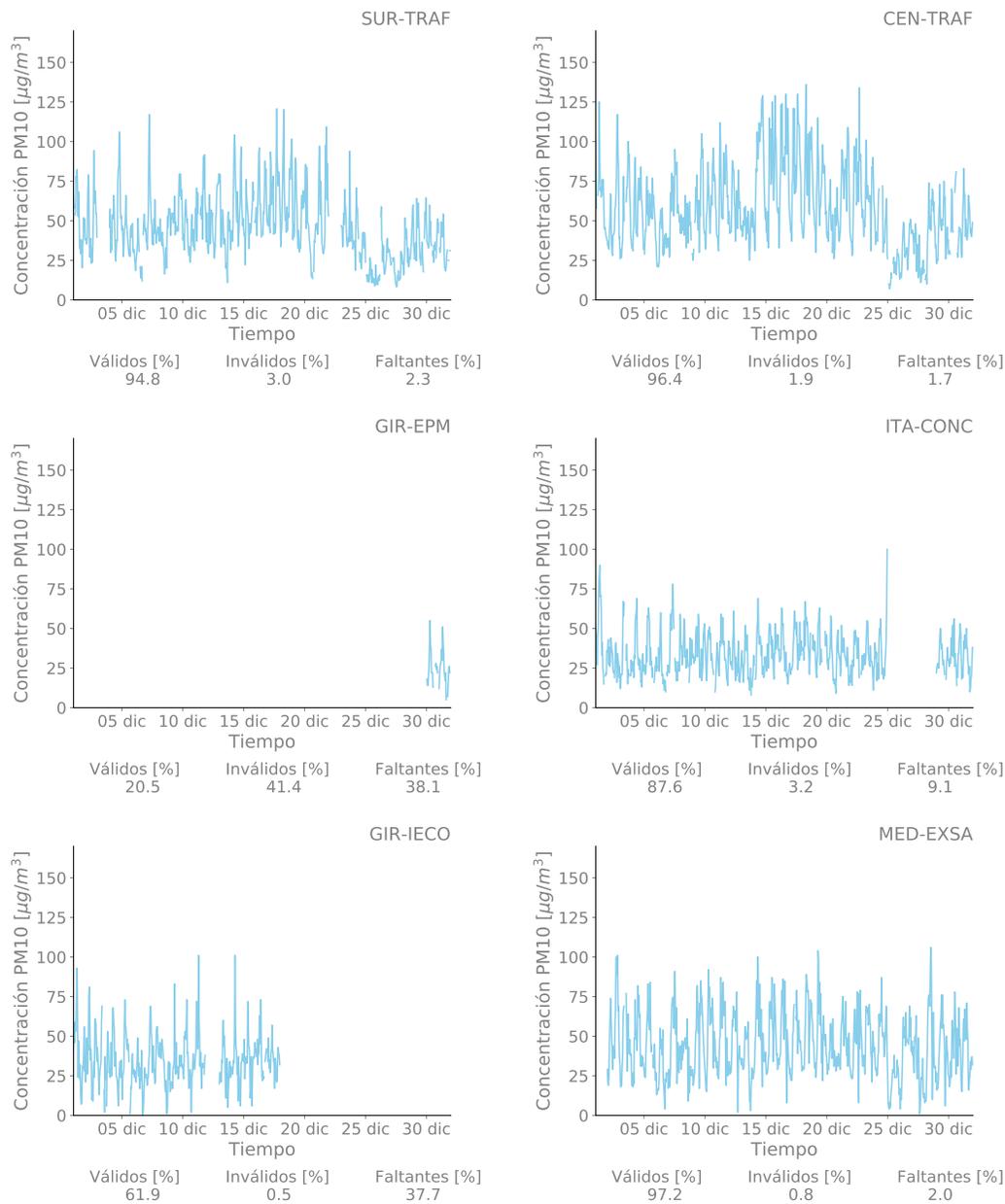


Figura 11.3: Series de las concentraciones de PM10

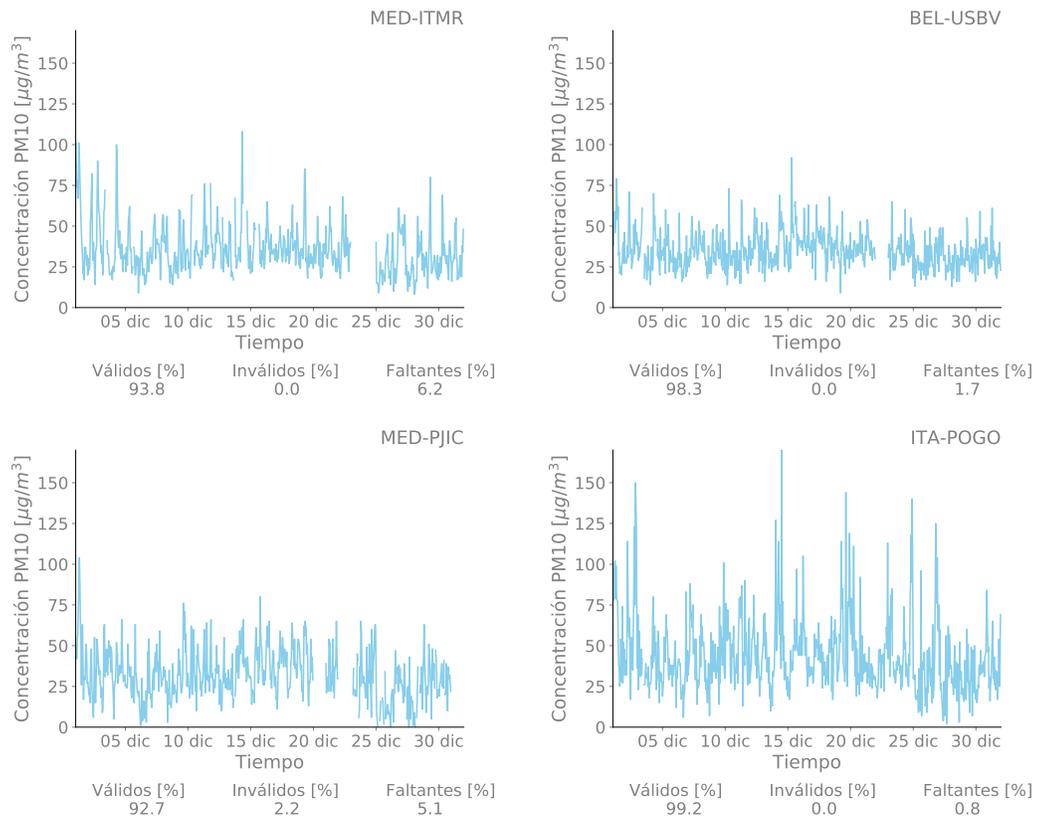


Figura 11.3: Continuación

Series de las concentraciones de NO

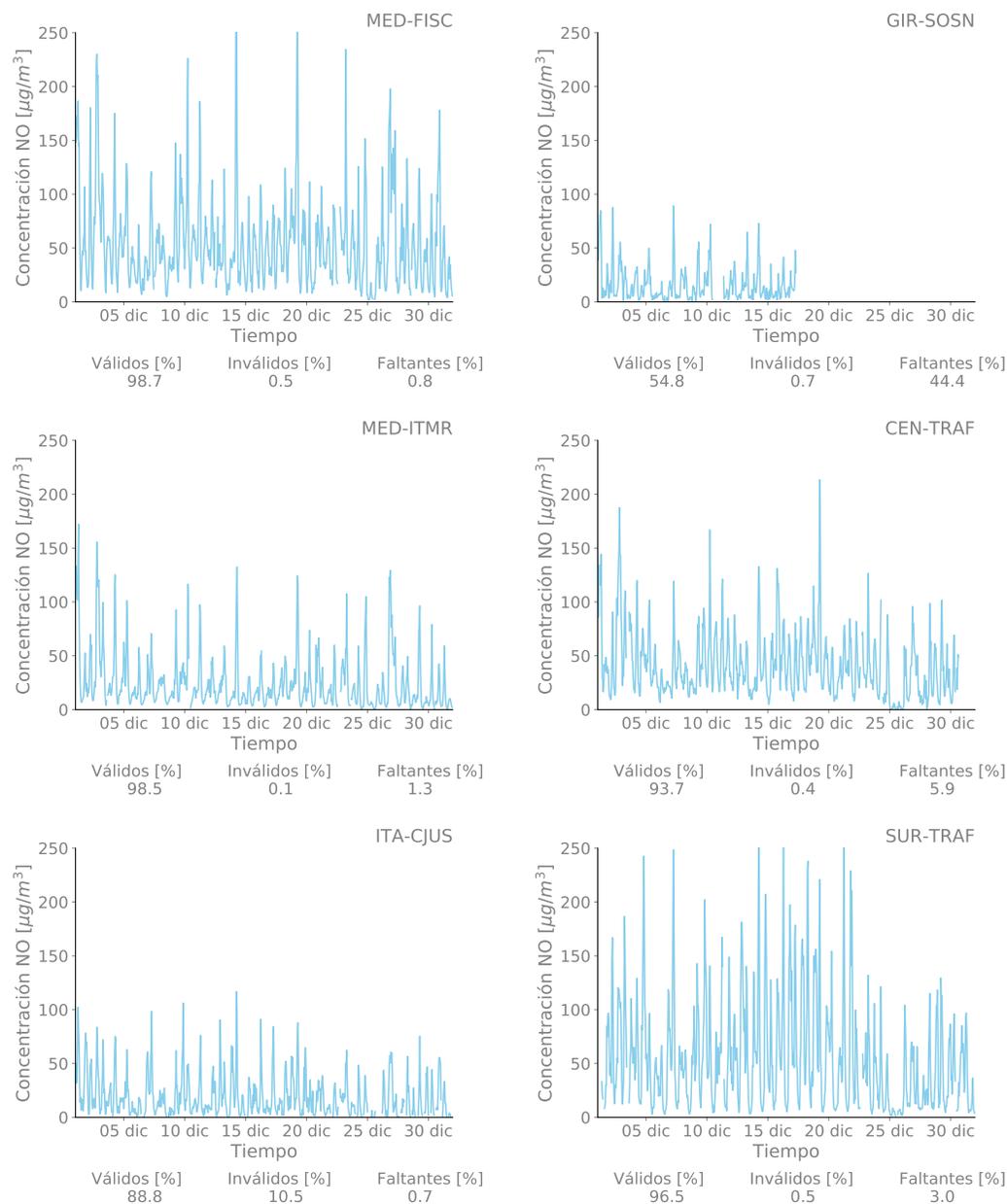


Figura 11.4: Series de las concentraciones de NO

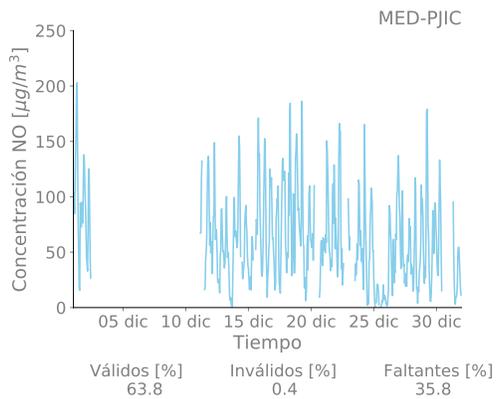


Figura 11.4: Continuación

Series de las concentraciones de NO2

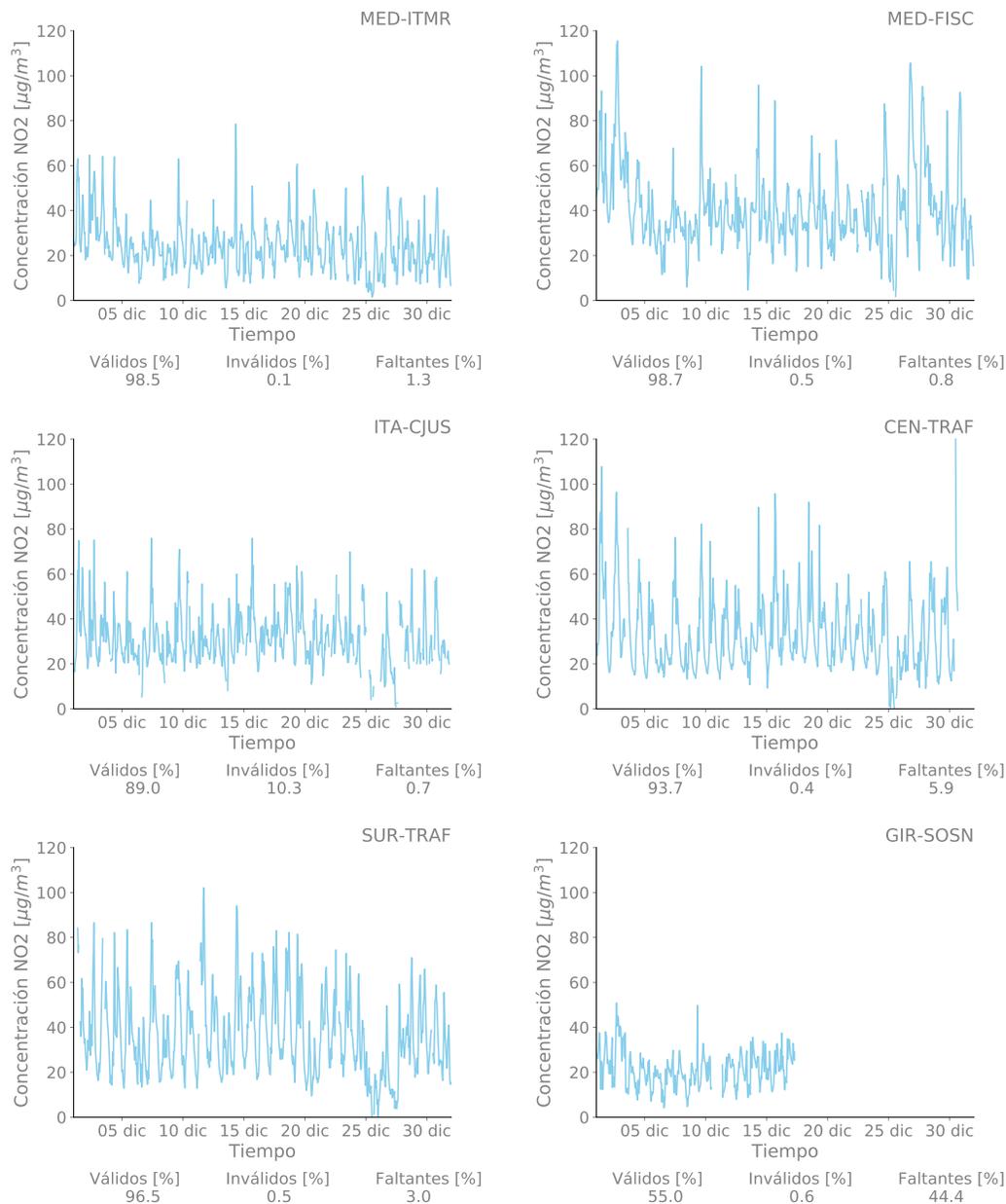


Figura 11.5: Series de las concentraciones de NO2

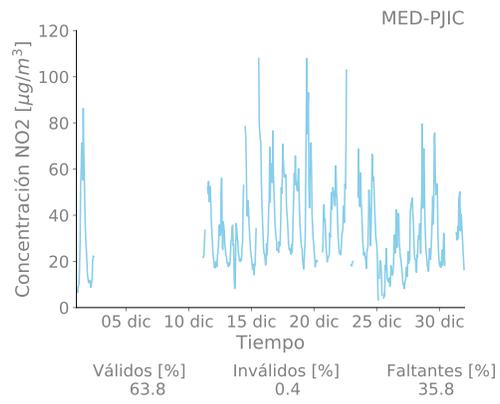


Figura 11.5: Continuación

Series de las concentraciones de NOx

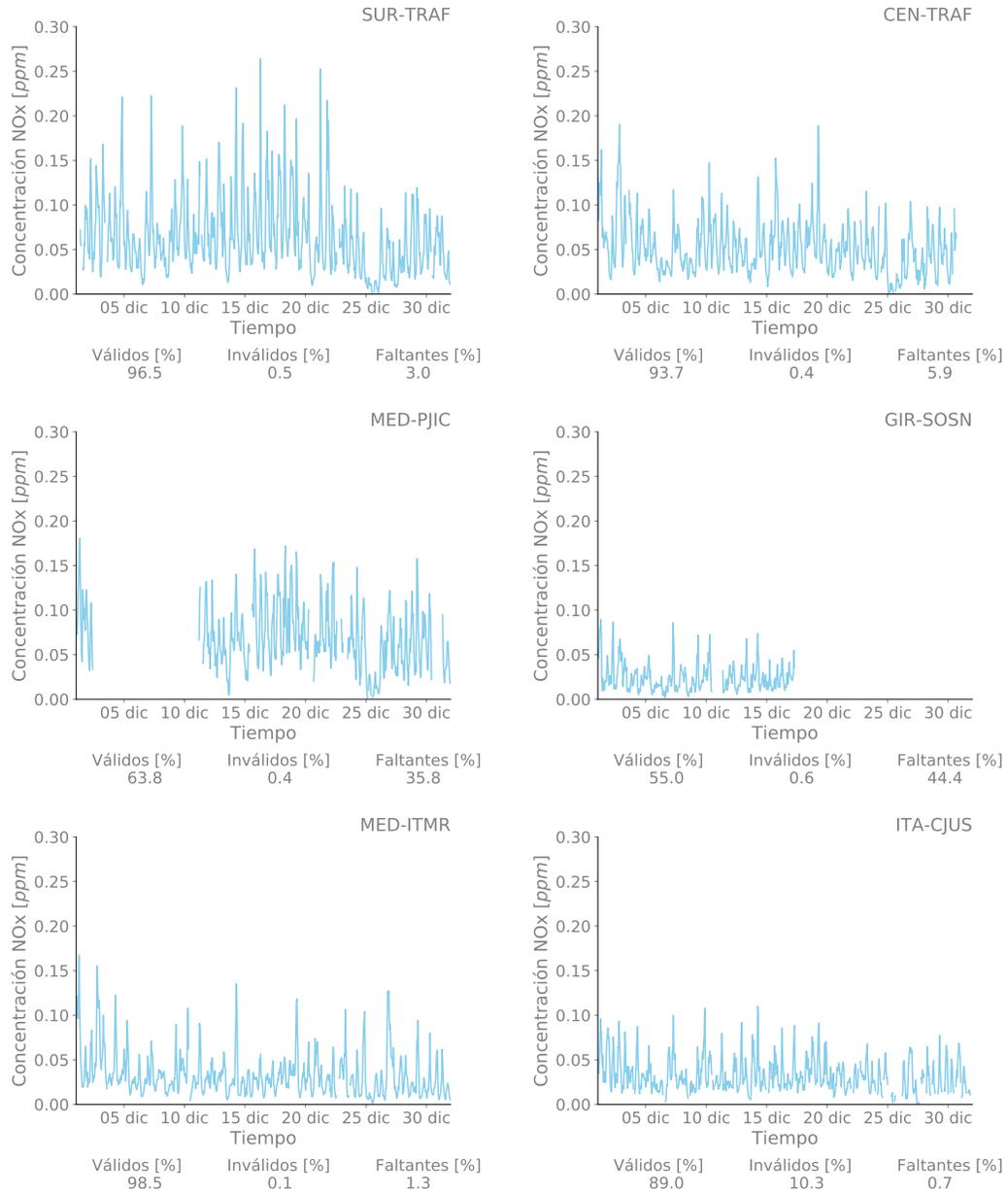


Figura 11.6: Series de las concentraciones de NOx

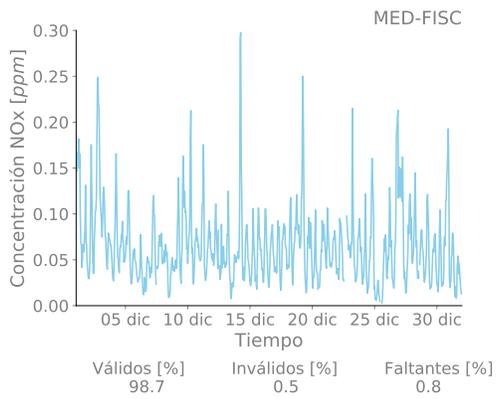


Figura 11.6: Continuación

Series de las concentraciones de Ozono

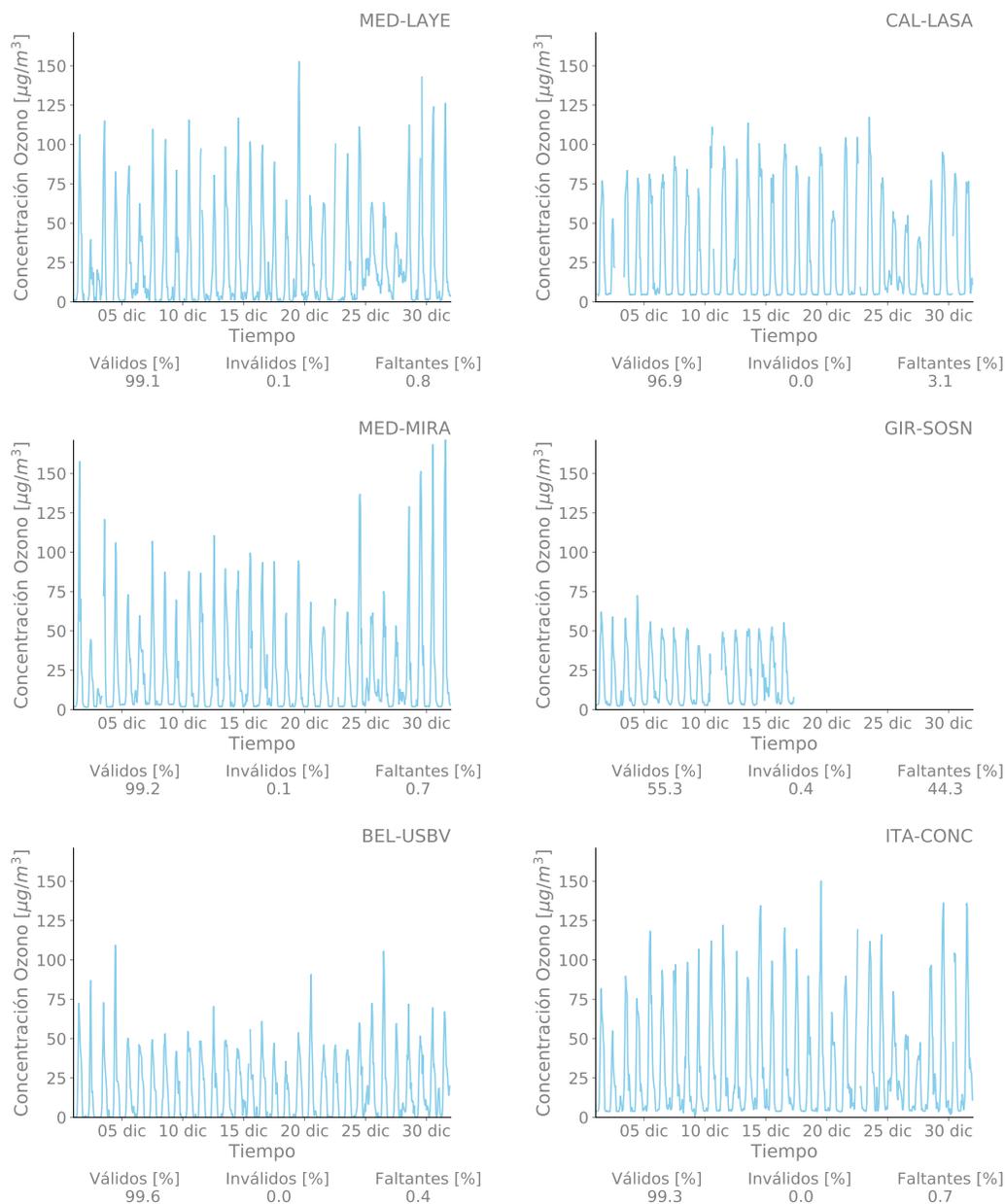


Figura 11.7: Series de las concentraciones de Ozono

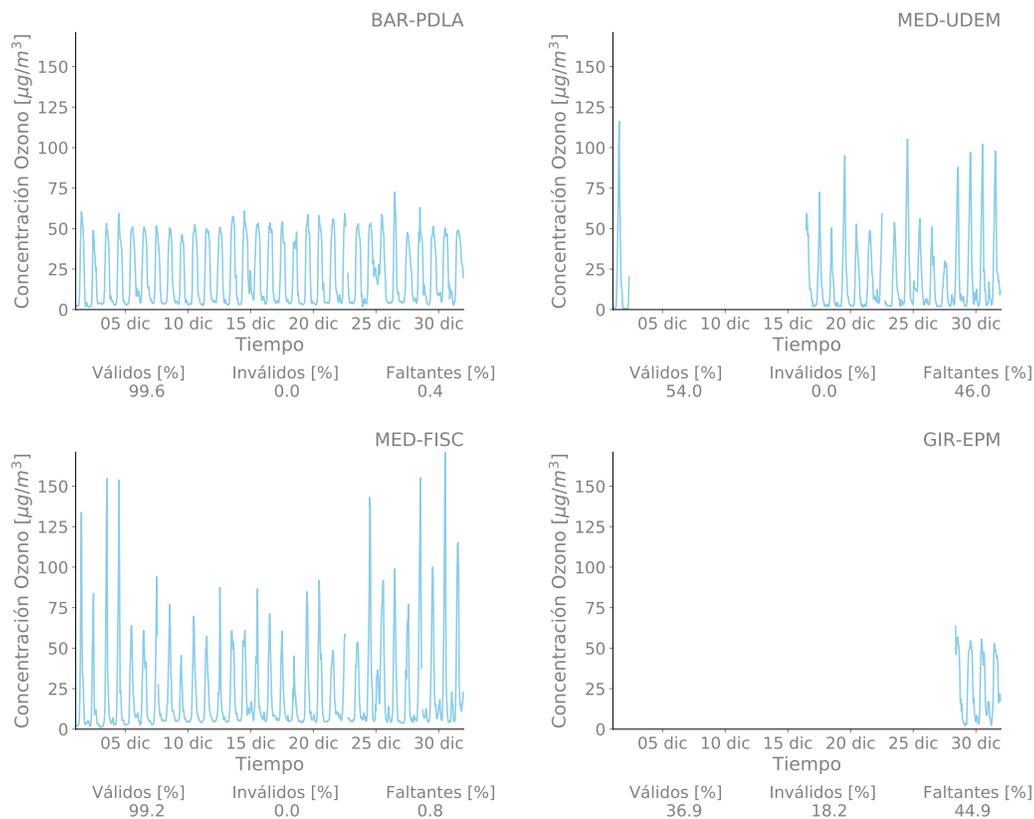


Figura 11.7: Continuación

Series de las concentraciones de CO

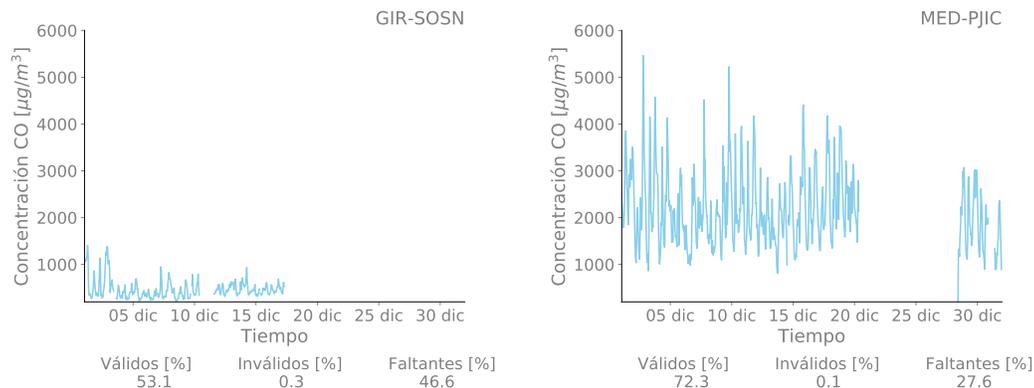


Figura 11.8: Series de las concentraciones de CO

Series de las concentraciones de SO2

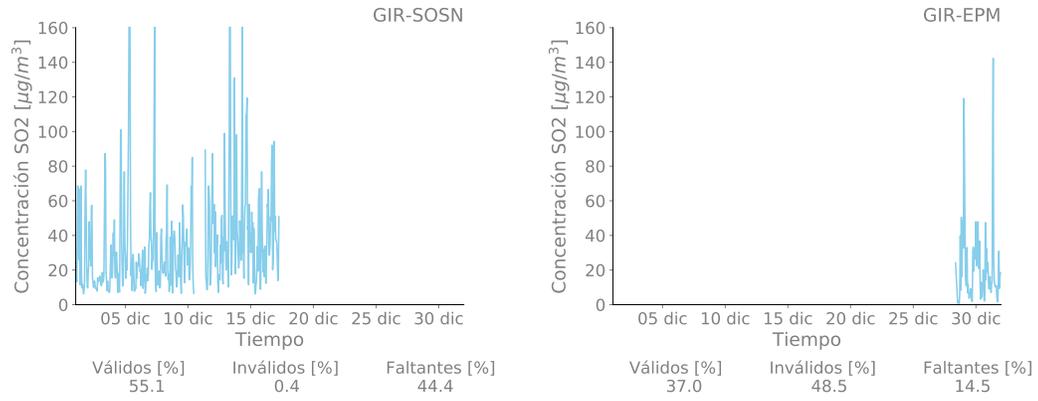


Figura 11.9: Series de las concentraciones de SO2

Referencias

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Clasificación Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire. (256), 2014.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2015. 2015.

Gabriel Jaime and Maya Vasco. Relación entre las partículas finas (pm2.5) y respirables (pm10) en la ciudad de Medellín. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7(12):23–42, 2008.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. pages 1–142, 2010.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Relación 2254 del 2017. (Noviembre), 2017.

U.S. Environmental Protection Agency. A Guide to Air Quality and Your Health. (February), 2014.

FIN DEL INFORME
