

Informe de calidad del aire del Proyecto Ejemplo 1

Presentado por **Laboratorio X** para el periodo
2021-07-18 - 2021-08-05.

Bucaramanga, 2024-03-05

Resumen

Este informe presenta el análisis detallado de los resultados correspondientes a las mediciones realizadas por el SVCA del Proyecto 1 en el periodo 2021-07-18 - 2021-08-05. Estas mediciones fueron realizadas por Laboratorio X, con resolución de acreditación 000-000. La **Tabla 1** presenta la información del laboratorio responsable de la campaña de medición.

Tabla 1: Información de la empresa encargada del monitoreo

Nombre o razón social	Laboratorio X
Nit	0000-000
Dirección	CI5 #14
Teléfono	3202548
Correo	LabX@xx

La **Tabla 2** presenta los principales estadísticos para las variables medidas. Las concentraciones de los contaminantes se presentan en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las variables meteorológicas medidas fueron: velocidad del viento en m/s, dirección del viento medida en grados, temperatura en $^{\circ}\text{C}$, precipitación en mm, humedad relativa medida en %, y presión en mmHg. Es importante señalar que los promedios de la velocidad del viento a nivel diario y horario presentados en este informe corresponden a promedios vectoriales. A nivel de periodo (datos consolidados) se presenta el promedio escalar de la velocidad de todos los días/horas de monitoreo. Por otra parte, los valores presentados para precipitación corresponden a estadísticos referentes a datos acumulados diarios y horarios.

Tabla 2: Consolidados de parámetros estadísticos

Est.	Variable	Tiemp. Int.	No Muest.	Promedio	Des. est.	Mediana	Min.	Max.	Error Est.	No Dt. Válidos	Repres.
E1	PM10	Diario	19	8,02	2,80	7,87	3,51	15,1	0,64	19	1
E1	PM10	Horario	456	8,02	4,37	7,82	0,46	19,4	0,21	453	0,99
E1	PM2.5	Diario	19	5,40	1,81	5,20	2,47	9,94	0,42	19	1
E1	PM2.5	Horario	456	5,40	3,02	5,06	0,33	12,7	0,14	453	0,99
E1	NO2	Horario	456	2,01	1,66	1,37	0,063	7,75	0,08	427	0,94
E1	NO2_max	Diario	19	5,77	1,13	6,05	4,16	7,75	0,27	17	0,89
E1	O3	Horario	456	18,2	14,7	16,8	0,29	62,7	0,71	426	0,93
E1	O3_mm	Horario	456	18,1	11,4	17,3	1,26	49,1	0,56	421	0,92
E1	O3_mm_max	Diario	19	34,4	6,35	33	25,6	49,1	1,54	17	0,89
E1	CO	Horario	456	170	88,5	146	22,6	562	4,28	428	0,94

Est.	Variable	Tiemp. Int.	No Muest.	Promedio	Des. est.	Mediana	Min.	Max.	Error Est.	No Dt. Válidos	Repres.
E1	CO_mm	Horario	456	168	69,1	151	27,5	418	3,40	414	0,91
E1	CO_mm_max	Diario	19	226	82,3	193	136	418	20	17	0,89
E1	SO2	Horario	456	1,69	0,53	1,77	0,21	4,69	0,026	424	0,93
E1	SO2	Diario	19	1,66	0,31	1,59	1,21	2,35	0,074	17	0,89
E1	SO2_max	Diario	19	2,37	0,66	2,26	1,66	4,69	0,16	17	0,89
E1	Benceno	Diario	6	0,41	0	0,41	0,41	0,41	0	6	1
E1	Tolueno	Diario	6	1,43	1,78	0,95	0,27	4,97	0,73	6	1
E1	H2S	Horario	456	3,85	1,41	3,76	0,83	8,23	0,068	430	0,94
E1	H2S	Diario	19	3,79	0,71	3,93	2,68	4,76	0,17	18	0,95
E1	NH3	Horario	456	2,11	0,54	2,14	0,90	4,85	0,026	431	0,95
E1	NH3	Diario	19	2,10	0,32	2,17	1,50	2,59	0,076	18	0,95
E1	COV	Diario	6	8,35	3,78	8,70	4,20	11,8	1,89	4	0,67
E1	Benzo(a)pireno	Diario	6	1,1e-06	0	1,1e-06	1,1e-06	1,1e-06	0	6	1
E1	HC	Diario	6	7,35	5,48	5,90	2	17,6	2,24	6	1
E1	Plomo	Diario	6	0,10	0,15	0,04	0,0097	0,40	0,06	6	1
E1	Cadmio	Diario	6	0,0018	0,0017	0,00082	0,00054	0,0043	0,00068	6	1
E1	Mercurio	Diario	6	0,47	0,24	0,46	0,12	0,79	0,096	6	1
E1	Níquel	Diario	6	0,031	0,029	0,022	0,002	0,074	0,012	6	1
E2	PM10	Diario	19	6,97	2,02	7	3,28	11,5	0,48	18	0,95
E2	PM10	Horario	456	7,08	3,61	7,16	0,50	16,1	0,17	442	0,97
E2	PM2.5	Horario	456	4,76	2,51	4,66	0,40	11	0,12	442	0,97
E2	PM2.5	Diario	19	4,69	1,30	4,70	2,33	7,73	0,31	18	0,95
E2	NO2	Horario	456	3,38	3,03	2,61	0,063	18,3	0,14	442	0,97
E2	NO2_max	Diario	19	9,79	4,61	9,17	4,40	18,3	1,09	18	0,95
E2	O3	Horario	456	9	8,84	5,33	0,067	54,9	0,42	444	0,97
E2	O3_mm	Horario	456	9,08	6,49	6,84	2,35	31,8	0,31	436	0,96
E2	O3_mm_max	Diario	19	17,5	8,63	15,2	7,07	31,8	2,03	18	0,95
E2	CO	Horario	456	64,3	40,7	56,4	10,9	287	1,94	443	0,97
E2	CO_mm	Horario	456	63,6	29,2	59,5	14,2	153	1,40	436	0,96
E2	CO_mm_max	Diario	19	96,8	27,6	87	59,5	153	6,51	18	0,95
E2	SO2	Horario	456	2,33	0,83	2,49	0,22	4,67	0,04	427	0,94
E2	SO2	Diario	19	2,35	0,60	2,45	1,20	3,23	0,14	17	0,89
E2	SO2_max	Diario	19	3,42	0,40	3,32	2,99	4,67	0,098	17	0,89
E2	Benceno	Diario	6	0,69	0,45	0,41	0,41	1,47	0,19	6	1
E2	Tolueno	Diario	6	2,13	2,67	1,18	0,27	7,47	1,09	6	1
E2	H2S	Diario	19	3,72	1,03	3,67	1,33	5,57	0,24	18	0,95
E2	H2S	Horario	456	3,73	1,84	3,68	0	12,2	0,088	435	0,95
E2	NH3	Horario	456	2,14	0,47	2,08	0,62	4,23	0,022	447	0,98
E2	NH3	Diario	19	2,14	0,24	2,09	1,60	2,74	0,055	19	1
E2	COV	Diario	6	10,6	5,50	10,6	4,20	17,1	2,75	4	0,67
E2	Benzo(a)pireno	Diario	6	8,3e-06	9,2e-06	4,4e-06	1,1e-06	2,2e-05	3,8e-06	6	1
E2	HC	Diario	6	11,8	1,84	11,6	10	15,2	0,75	6	1

Est.	Variable	Tiempo Int.	No Muestras	Promedio	Des. est.	Mediana	Min.	Max.	Error Est.	No Dt. Válidos	Repres.
E2	Plomo	Diario	6	0,014	0,02	0,0053	0,00099	0,051	0,008	6	1
E2	Cadmio	Diario	6	0,0035	0,00021	0,0035	0,0032	0,0038	8,5e-05	6	1
E2	Mercurio	Diario	6	0,57	0,34	0,62	0,12	0,90	0,14	6	1
E2	Níquel	Diario	6	0,05	0,028	0,046	0,008	0,086	0,012	6	1
E2	Vel. Viento	Horario	456	1,09	0,62	1,04	0,081	3,30	0,029	456	1
E2	Vel. Viento	Diario	19	0,34	0,17	0,32	0,035	0,70	0,038	19	1
E2	Temp.	Diario	19	28	0,90	28,1	26	29,3	0,21	19	1
E2	Temp.	Horario	456	28	4,13	26,7	21,8	37,7	0,19	456	1
E2	Prec.	Diario	19	11,2	22,4	0	0	72,7	5,15	19	1
E2	Prec.	Horario	456	0,47	2,73	0	0	33,6	0,13	456	1
E2	H. Relativa	Diario	19	82,7	4,62	82,2	75,9	90,5	1,06	19	1
E2	H. Relativa	Horario	456	82,7	16	89	46,4	100	0,75	456	1
E2	Presión	Horario	456	750	1,33	750	747	753	0,062	456	1
E2	Presión	Diario	19	750	0,72	750	749	751	0,16	19	1
E3	PM10	Diario	19	12,8	6,59	11,5	3,71	30,4	1,51	19	1
E3	PM10	Horario	456	12,8	9,72	10,6	0,88	67,6	0,46	445	0,98
E3	PM2.5	Diario	19	6,43	3,01	6,02	2,45	14,1	0,69	19	1
E3	PM2.5	Horario	456	6,40	4,46	5,53	0,60	34,6	0,21	446	0,98
M2	Vel. Viento	Horario	456	1,08	0,64	1,04	0,073	3	0,03	456	1
M2	Vel. Viento	Diario	19	0,36	0,15	0,35	0,14	0,74	0,035	19	1
M2	Temp.	Horario	456	27,9	5,26	27,2	18,2	42,8	0,25	456	1
M2	Temp.	Diario	19	27,9	1,27	28	25,5	29,8	0,29	19	1
M2	Prec.	Horario	456	0,47	2,80	0	0	34,6	0,13	456	1
M2	Prec.	Diario	19	11,2	22,5	0	0	75,2	5,17	19	1
M2	H. Relativa	Horario	456	80,7	16,9	83,2	42,3	100	0,79	456	1
M2	H. Relativa	Diario	19	80,7	3,84	80,9	74,9	87,8	0,88	19	1
M2	Presión	Diario	19	748	16,8	745	719	786	3,86	19	1
M2	Presión	Horario	456	748	92,5	750	598	902	4,33	456	1

En los anexos de este documento encontrará:

- **Anexo 1:** Resultados de concentraciones diarias de cada contaminante.
- **Anexo 2:** Ficha técnica de las estaciones.
- **Anexo 3:** Soporte del registro de calibraciones.
- **Anexo 4:** Bitácora de muestreos.
- **Anexo 5:** Reportes de laboratorio.
- **Anexo 6:** Memorias de cálculo de datos.
- **Anexo 7:** Registros del plan de calidad.

-
- **Anexo 8:** Cadena de custodia de los datos.

La **Figura 1** presenta el mapa de la zona de estudio con las estaciones de medición y el comportamiento del viento.

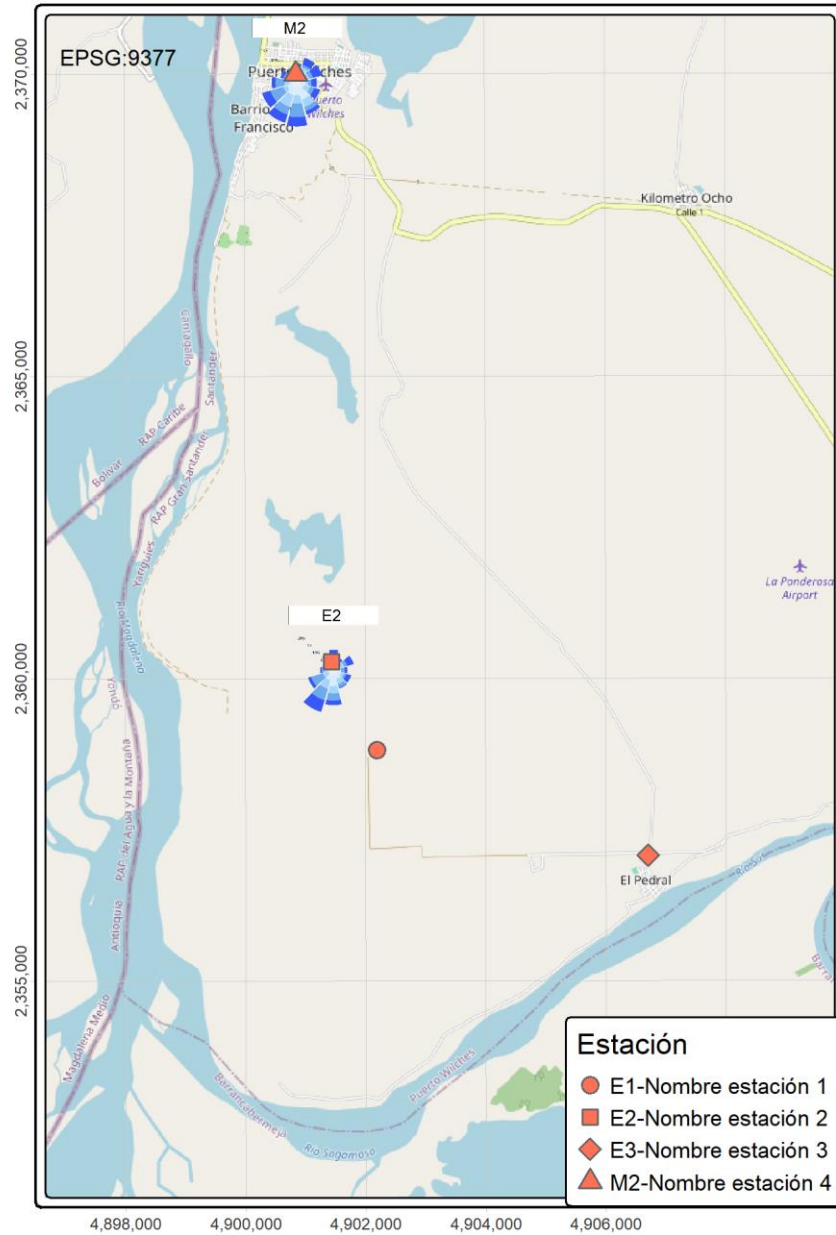


Figura 1: Mapa de la zona de estudio con las estaciones de medición

Contenido

1.	Objetivos	17
1.1.	Objetivo general.....	17
1.2.	Objetivos específicos	17
2.	Contaminantes medidos y normatividad aplicable	17
3.	Estaciones de monitoreo	20
4.	Equipos y métodos de medición.....	22
4.1.	Método equivalente automatizado: EQPM-0311-195 para detección de PM _{2.5} (Dispersión de luz de partículas individuales), acreditación UE para PM10.	23
4.2.	Método de referencia automatizado RFNA-0506-157 para determinación de NO ₂ (Quimioluminiscencia de semidescompresión modulada por flujo cruzado)	23
4.3.	Método equivalente EQOA-0506-160 para determinación de O ₃ (absorción Ultravioleta Modulada de Flujo Cruzado).....	24
4.4.	Método de referencia automatizado RFCA-0506-158 para determinación de CO (Análisis infrarrojo de modulación cruzada sin dispersión).....	24
4.5.	Método equivalente automatizado: EQSA-0506-159 para detección de SO ₂ (Fluorecencia UV)	25
5.	Condiciones meteorológicas durante el periodo de medición	26
5.1.	Velocidad del viento	26
5.2.	Humedad relativa	28
5.3.	Temperatura	29
5.4.	Precipitación	30
5.5.	Presión.....	31
6.	Resultados de las mediciones de calidad del aire	32
6.1.	Material particulado	32
6.2.	Óxidos de nitrógeno	35
6.3.	Ozono	37
6.4.	Monóxido de carbono	39
6.5.	Dióxido de azufre.....	42
6.6.	Benceno.....	44
6.7.	Tolueno	45
6.8.	Olores generados por compuestos azufrados.....	47

6.9.	Olores generados por nitratos.....	49
6.10.	Compuestos orgánicos volátiles - COV.....	51
6.11.	Hidrocarburos aromáticos policíclicos - HAP.....	52
6.12.	Hidrocarburos totales - HC.....	54
6.13.	Plomo.....	55
6.14.	Cadmio.....	57
6.15.	Níquel.....	58
6.16.	Mercurio.....	60
7.	Índice de calidad del aire.....	61
7.1.	Puntos de corte del ICA.....	62
7.2.	Cálculo del ICA.....	63
7.3.	Niveles del ICA.....	63
8.	Referencias.....	67
9.	Anexos.....	68
9.1.	Anexo 1: Resultado de concentraciones diarias de cada contaminante.	68
9.2.	Anexo 2: Ficha técnica de las estaciones.....	81
9.3.	Anexo 3: Soporte del registro de calibraciones.....	82
9.4.	Anexo 4: Bitácora de muestreos.....	83
9.5.	Anexo 5: reportes de laboratorio.	84
9.6.	Anexo 6: Memorias de cálculo de datos.....	85
9.7.	Anexo 7: Registros del plan de calidad.....	86
9.8.	Anexo 8: Cadena de custodia de los datos.	87

Lista de figuras

Figura 1: Mapa de la zona de estudio con las estaciones de medición.....	6
Figura 2: Mapa de estaciones de monitoreo.....	21
Figura 3: Equipo de medición de material particulado PM10 y PM2.5	23
Figura 4: Equipo de medición de dióxido de nitrógeno	23
Figura 5: Equipo de medición de ozono	24
Figura 6: Equipo de medición de monóxido de carbono	24
Figura 7: Equipo de medición de dióxido de azufre.....	25
Figura 8: Rosa de vientos diurna, nocturna y total.....	27
Figura 9: Comportamiento diario de la Vel. Viento en m/s.....	27
Figura 10: Comportamiento horario de la Vel. Viento en m/s	28
Figura 11: Comportamiento diario de la Hum. Relativa en %.....	28
Figura 12: Comportamiento horario de la Hum. Relativa en %	29
Figura 13: Comportamiento diario de la Temperatura en °C	29
Figura 14: Comportamiento horario de la Temperatura en °C	30
Figura 15: Comportamiento diario de la Precipitación en mm	30
Figura 16: Comportamiento de la Precipitación en mm	31
Figura 17: Comportamiento diario de la Presión en mmHg	31
Figura 18: Comportamiento horario de la Presión en mmHg.....	32
Figura 19: Concentraciones promedio del periodo	33
Figura 20: Concentraciones horarias por día de material particulado.....	34
Figura 21: Ciclo diario de la concentración de material particulado.....	35
Figura 22: Concentraciones promedio del periodo	36
Figura 23: Concentraciones horarias por día de óxidos de nitrógeno	36
Figura 24: Ciclo diario de la concentración de óxidos de nitrógeno.....	37
Figura 25: Concentraciones promedio del periodo	38
Figura 26: Concentraciones horarias por día de Ozono	39
Figura 27: Ciclo diario de la concentración de Ozono.....	39
Figura 28: Concentraciones promedio del periodo	40
Figura 29: Concentraciones horarias por día de monóxido de carbono.....	41
Figura 30: Ciclo diario de la concentración de monóxido de carbono.....	42
Figura 31: Concentraciones promedio del periodo	43
Figura 32: Concentraciones horarias por día de dióxido de azufre	43
Figura 33: Ciclo diario de la concentración de dióxido de azufre	44
Figura 34: Concentraciones promedio del periodo	45
Figura 35: Concentraciones diarias de Benceno	45
Figura 36: Concentraciones promedio del periodo	46
Figura 37: Concentraciones diarias de Tolueno	47
Figura 38: Concentraciones promedio del periodo	48
Figura 39: Concentraciones horarias por día de compuestos de azufre generadores de olores.....	48

Figura 40: Ciclo diario de la concentración de compuestos azufrados generadores de olores.....	49
Figura 41: Concentraciones promedio del periodo	50
Figura 42: Concentraciones horarias por día de nitratos generadores de olores.....	50
Figura 43: Ciclo diario de la concentración de compuestos nitratos generadores de olores.....	51
Figura 44: Concentraciones promedio de COV para el periodo	52
Figura 45: Concentraciones diarias de COV.....	52
Figura 46: Concentraciones promedio de HAP expresados como Benzo(a)Pireno para el periodo.....	53
Figura 47: Concentraciones diarias de HAP expresados como Benzo(a)Pireno.....	54
Figura 48: Concentraciones promedio de HC para el periodo	55
Figura 49: Concentraciones diarias de HC	55
Figura 50: Concentraciones promedio de plomo para el periodo	56
Figura 51: Concentraciones diarias de plomo.....	57
Figura 52: Concentraciones promedio de Cadmio para el periodo	58
Figura 53: Concentraciones diarias de Cadmio.....	58
Figura 54: Concentraciones promedio de Níquel para el periodo.....	59
Figura 55: Concentraciones diarias de Níquel	60
Figura 56: Concentraciones promedio de Mercurio para el periodo	61
Figura 57: Concentraciones diarias de Mercurio	61
Figura 58: Distribución del índice de calidad del aire	64
Figura 59: Series de tiempo del ICA por estación y parámetro	65
Figura 60: Series de tiempo del ICA por estación y parámetro	66

Lista de tablas

Tabla 1: Información de la empresa encargada del monitoreo	2
Tabla 2: Consolidados de parámetros estadísticos.....	2
Tabla 3: Límites normativos aplicables a los contaminantes medidos	17
Tabla 4: Estaciones de monitoreo de calidad del aire.....	21
Tabla 5: Consolidado de parámetros medidos por estación, método de medición, tecnología, responsables y resolución de acreditación	22
Tabla 6: Consolidado de estadísticos para las variables meteorológicas.....	26
Tabla 7: Consolidado de estadísticos para material particulado PM10	32
Tabla 8: Consolidado de estadísticos para material particulado PM2.5	33
Tabla 9: Consolidado de estadísticos para el total de óxidos de nitrógeno.....	35
Tabla 10: Consolidado de estadísticos para el Ozono	37
Tabla 11: Consolidado de estadísticos para el total de monóxido de carbono	40
Tabla 12: Consolidado de estadísticos para el total de dióxido de azufre	42
Tabla 13: Consolidado de estadísticos para el Benceno	44
Tabla 14: Consolidado de estadísticos para el Tolueno.....	46
Tabla 15: Consolidado de estadísticos para el total de compuestos azufrados generadores de olores	47
Tabla 16: Consolidado de estadísticos del total de los nitratos generadores de olores.	49
Tabla 17: Consolidado de estadísticos para COV	51
Tabla 18: Consolidado de estadísticos para HAP	53
Tabla 19: Consolidado de estadísticos para HC.....	54
Tabla 20: Consolidado de estadísticos para plomo	56
Tabla 21: Consolidado de estadísticos para Cadmio	57
Tabla 22: Consolidado de estadísticos para Níquel.....	59
Tabla 23: Consolidado de estadísticos para Mercurio	60
Tabla 24: Descripción general del ICA	62
Tabla 25: Puntos de corte del ICA.	62
Tabla 26: Resultado de concentraciones diarias para cada contaminante	68

Glosario

Atmósfera: Capa gaseosa que rodea la Tierra

Aire: Es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición es, cuando menos, de veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Concentración de olor: El número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales.

Olor: Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.

Olor ofensivo: Es el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

Contaminación Atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas.

Agentes contaminantes convencionales: Se entiende por agentes contaminantes convencionales los contaminantes primarios (Monóxido de carbono, material particulado, óxidos de azufre e hidrocarburos) y contaminantes secundarios (ozono, Dióxido de nitrógeno).

Condiciones de Referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que respectivamente equivalen a 25°C y 760 mm Hg (1 atmósfera de presión).

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Emisión fugitiva: Es la emisión ocasional de material contaminante.

Fuente de emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptibilidad de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e *inamovible*, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Fuentes Naturales: Emisiones provenientes de fuentes naturales como la resuspensión del polvo, las biogénicas y los volcanes en actividad.

Analizador: Equipo instrumental necesario para realizar análisis del aire ambiente mediante el uso de las propiedades físicas y químicas y que da señales de salida cíclicas o puntuales.

Calibración: Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición o valores representados por una unidad de medida y los valores conocidos correspondientes a una medición.

Equipo para calibración: Es el instrumento o conjunto de dispositivos que son patrón de referencia sobre el que se compara la operación de un equipo de medición.

Concentración de fondo: Fracción de la calidad del aire observado que no se puede relacionar directamente con las fuentes que se estudian.

Límite de detección: Es el valor inferior del intervalo de variación de una característica (como la concentración) que un procedimiento que utiliza un método de medición específico puede discernir.

Estación Fija: Que permanece un periodo de tiempo superior a un año en un punto fijo.

Estación Indicativa: Permanece en un punto en periodos de tiempo inferiores a un año.

Excedencia: Representación numérica para cada episodio que por contaminante supera el límite normativo correspondiente.

Tiempo de exposición: Es el lapso de duración de un episodio o evento.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

Método de Referencia: Es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante en el aire ambiente y deberán realizarse bajo los estrictos parámetros técnicos.

Monitoreo: En el sentido más amplio de la palabra, medición repetida para seguir la evolución de un parámetro durante un período de tiempo.

Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido

por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Norma anual: Establece la concentración máxima anual permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias cuando se trata de contaminantes en estado gaseoso, o el promedio geométrico de los valores de las muestras diarias cuando se refieran a partículas suspendidas totales - PST.

Norma diaria: Establece la concentración máxima diaria permisible de un contaminante, definida como el promedio aritmético de los valores de las muestras horarias, que podrá excederse solo una vez en un año.

Norma promedio horaria: Establece la concentración máxima permisible de un contaminante, de las mediciones realizadas en un periodo de tiempo establecido (media hora, una hora, tres horas, 6 horas y 8 horas).

Diagrama de caja: Gráfica usada en análisis estadístico que permite tener una idea visual de la distribución de los datos, determinar si hay simetría, ver el grado de variabilidad existente y finalmente detectar datos atípicos.

Promedio Aritmético: Es la sumatoria de todos los datos a promediar, dividido por el número total de datos.

Media Móvil: Se calcula del mismo modo que el promedio aritmético para una cantidad n de datos y se va recalculando a medida que se agregan nuevos datos, partiendo del último dato agregado y manteniendo siempre el número de datos correspondiente a la cantidad definida.

Punto Crítico: Puntos donde se encuentran posibles concentraciones altas por exposición directa (Hot Spot).

Lista de abreviaturas

PM	Material particulado
PM_{2.5}	Material particulado menor a 2.5 micrómetros
PM₁₀	Material particulado menor a 10 micrómetros
CO	Monóxido de Carbono
NO₂	Dióxido de Nitrógeno
SO₂	Dióxido de Azufre
O₃	Ozono
NH₃	Amoniaco
H₂S	Sulfuro de Hidrogeno
TRS	Azufre Total Reducido.
VOC	Compuestos orgánicos volátiles
HC	Hidrocarburos totales
Pb	Plomo
Cd	Cadmio
Ni	Níquel
Hg	Mercurio
_max	Máximo horario del día
_mm	Media Móvil
_mm_max	Máximo diario de la Media Móvil
µm	Unidad de longitud, micrómetro
°T	Temperatura
°Ta	Temperatura Ambiente
µg/m³	Microgramos por metro cúbico
m/s	Metro por segundo
ppm	Partes por millón
L	Litros
atm	Unidad de presión, atmósfera. Donde 1 atm ≈ 101.325KPa ≈ 760 mmHg
KPa	Unidad de presión, kilo-Pascal. Donde 101.325KPa ≈ 1 atm
SIG	Sistema de información geográfico
Pb	Presión Barométrica
HR	Humedad Relativa
Dv	Dirección del Viento
Vv	Velocidad del Viento
Pp	Precipitación
ICA	Índice de Calidad del Aire
Low-Vol	Muestreador de Bajo Volumen

r	Coeficiente de correlación
SEVCA	Sistema Especial de Vigilancia de la Calidad del Aire: Cualquier población con problemáticas específicas de calidad del aire (minería, alto nivel de industrialización, etc).
SISAIRE	Sistema de Información sobre Calidad del Aire
SVCAI	Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial: Aplicado a actividades a las que la autoridad ambiental establezca la obligación de implementar un SVCA. Podrá contar con estaciones indicativas o fijas.
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency)
MDsvca	Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire
MOsvca	Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire
PMSCA	Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Monitorear la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto Ejemplo 1

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el cumplimiento de las normas de calidad del aire
- Observar las tendencias a mediano y largo plazo
- Determinar posibles riesgos para el medio ambiente
- Activar los procedimientos de control en situaciones de emergencia

2. Contaminantes medidos y normatividad aplicable

El SVCA realiza la medición de los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃, CO, SO₂, Benceno, Tolueno, H₂S, NH₃, COV, Benzo(a)pireno, HC, Plomo, Cadmio, Mercurio, y Níquel. Los niveles máximos permisibles de esos contaminantes se encuentran establecidos en la Resolución 2254 de 2017 y Resolución 1541 de 2013. Estos límites se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Límites normativos aplicables a los contaminantes medidos

Variable	Norma (ug/m3)	Tiempo de exposición	Descripción
PM10	50	Anual	Partículas inhalables que tienen diámetros menores a 10 micrómetros. El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. La exposición a tales partículas puede afectar tanto los pulmones como el corazón. Numerosos estudios científicos han relacionado la exposición a la contaminación por partículas con una variedad de problemas, que incluyen: muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, ataques cardíacos no fatales, arritmia, asma agravada, disminución de la función pulmonar, aumento de los síntomas respiratorios como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.
	75	24 horas	
PM2.5	25	Anual	Partículas inhalables finas que tienen diámetros menores a 2,5 micrómetros. El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Numerosos estudios científicos han relacionado la exposición a la contaminación por partículas con una variedad de problemas, que incluyen: muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, ataques cardíacos no fatales, arritmia, asma agravada, disminución de la función pulmonar, aumento de los síntomas respiratorios, como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar. Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, los niños y los adultos mayores son los más propensos a verse afectados por la exposición a la contaminación por partículas.
	37	24 horas	
NO2	60	Anual	El dióxido de nitrógeno pertenece a un grupo de gases altamente reactivos conocidos como óxidos de nitrógeno (NOx). Se utiliza como indicador para el grupo más grande de óxidos de nitrógeno. Llega al aire principalmente debido a la quema de combustible a partir de emisiones de automóviles, camiones y autobuses, centrales eléctricas y equipos fuera de vía. Las exposiciones prolongadas a concentraciones elevadas de NO2 pueden contribuir al desarrollo de asma y potencialmente aumentar la susceptibilidad a infecciones respiratorias. El NO2, junto con otros NOx, reacciona con otras
	200	1 hora	

Variable	Norma (ug/m3)	Tiempo de exposición	Descripción
			sustancias químicas del aire para formar partículas y ozono, los cuales también son dañinos cuando se inhalan debido a sus efectos en el sistema respiratorio.
SO2	50	24 horas	El dióxido de azufre es un contaminante gaseoso que se produce principalmente por la combustión de combustibles fósiles con contenido de azufre. Las mayores fuentes de emisiones de SO2 provienen de la quema de combustibles fósiles en centrales eléctricas y otras instalaciones industriales. Las emisiones que producen altas concentraciones de SO2 generalmente también conducen a la formación de otros SOx. El SO2 es el componente que genera mayor preocupación y se utiliza como indicador para el grupo más amplio de óxidos de azufre gaseosos (SOx). Las exposiciones breves al SO2 pueden dañar el sistema respiratorio humano y dificultar la respiración. Las personas con asma, especialmente los niños, son sensibles a estos efectos del SO2. Los SOx pueden reaccionar con otros compuestos de la atmósfera para formar pequeñas partículas (PM), las cuales también pueden contribuir a problemas de salud.
	100	1 hora	
CO	5000	8 horas	El CO es un gas incoloro e inodoro que puede ser perjudicial si se inhala en grandes cantidades. Toda combustión libera CO. Las mayores fuentes de CO al aire exterior son los automóviles, camiones y otros vehículos o maquinaria que queman combustibles fósiles. Respirar aire con una alta concentración de CO reduce la cantidad de oxígeno que puede transportarse en el torrente sanguíneo a órganos críticos como el corazón y el cerebro. En niveles muy altos, que son posibles en interiores o en otros ambientes cerrados, el CO puede causar mareos, confusión, pérdida del conocimiento y la muerte.
	35000	1 hora	
O3	100	8 horas	El ozono es un gas compuesto por tres átomos de oxígeno. Se encuentra tanto en la atmósfera superior de la Tierra como a nivel del suelo. el ozono estratosférico forma una capa protectora contra los rayos ultravioleta del sol. Por otro lado, el ozono troposférico (a nivel del suelo) es un contaminante atmosférico dañino debido a sus efectos sobre las personas y el medio ambiente, y es el ingrediente principal del "smog". El ozono en el aire que respiramos puede ser perjudicial, especialmente en los días calurosos y soleados, cuando este puede alcanzar altos niveles. Las personas con mayor riesgo de sufrir daños por respirar aire que contiene ozono incluyen a las personas con asma. Dependiendo del nivel de exposición, el ozono puede causar tos y dolor o picazón en la garganta, dificulta la respiración profunda y vigorosa y provoca dolor al respirar profundamente. Inflama y daña las vías respiratorias, puede hacer que los pulmones sean más susceptibles a las infecciones y agravar enfermedades pulmonares como asma, enfisema y bronquitis crónica.
Benceno	5	Anual	El benceno hace parte de los compuestos orgánicos volátiles que se encuentran en los derivados del petróleo, este se encuentra en el aire a partir de las emisiones provenientes de la quema de carbón y petróleo, de las estaciones de servicio de gasolina y de los gases de escape de los vehículos motorizados. La exposición aguda (de corta duración) de los seres humanos al benceno por inhalación puede causar somnolencia, mareos, dolores de cabeza, así como irritación de los ojos, la piel y las vías respiratorias y, en niveles elevados, pérdida del conocimiento. La exposición crónica (a largo plazo) por inhalación ha causado diversos trastornos en la sangre, incluida una reducción del número de glóbulos rojos y anemia aplásica, en entornos laborales. Se han informado efectos reproductivos en mujeres expuestas por inhalación a niveles altos y se han observado efectos adversos en el feto en desarrollo en pruebas con animales. Se ha observado una mayor incidencia de leucemia (cáncer de los tejidos que forman los glóbulos blancos) en humanos expuestos ocupacionalmente al benceno. La EPA ha clasificado el benceno como carcinógeno humano conocido para todas las rutas de exposición.
Tolueno	260	1 semana	El tolueno hace parte de los compuestos orgánicos volátiles que se encuentran en los derivados del petróleo. También se utiliza para la síntesis de benceno y otros productos químicos, incluidos pigmentos gráficos, pinturas y
	1000	30 minutos	

Variable	Norma (ug/m3)	Tiempo de exposición	Descripción
			disolventes. El sistema nervioso central es el principal órgano objetivo de la toxicidad del tolueno tanto en humanos como en animales por exposiciones agudas (a corto plazo) y crónicas (a largo plazo). Los síntomas incluyen fatiga, somnolencia, dolores de cabeza y náuseas.
H2S	7	24 horas	El sulfuro de hidrógeno es un gas inflamable e incoloro. Este se encuentra naturalmente en el petróleo crudo, el gas natural, los gases volcánicos y las aguas termales. También puede deberse a la degradación bacteriana de la materia orgánica. Los estudios en humanos sugieren que el tracto respiratorio y el sistema nervioso son los objetivos más sensibles de la toxicidad del sulfuro de hidrógeno. La exposición a bajas concentraciones de sulfuro de hidrógeno puede provocar dolores de cabeza, mala memoria, cansancio y problemas de equilibrio. Las exposiciones breves a altas concentraciones de sulfuro de hidrógeno pueden provocar la pérdida del conocimiento.
	30	1 hora	
NH3	91	24 horas	El amoníaco es un tóxico común derivado de desechos, fertilizantes y procesos naturales (los humanos y otros animales también producen amoníaco como parte de procesos biológicos normales). Este se encuentra naturalmente en el aire, el suelo y el agua. El nitrógeno amoniacal incluye tanto la forma ionizada (amonio, NH4+) como la forma no ionizada (amoníaco, NH3). Los efectos sobre la salud del amoníaco inhalado observados en niveles que exceden las concentraciones naturales generalmente se limitan al tracto respiratorio, el sitio de contacto directo con el amoníaco. La exposición por inhalación a corto plazo a altos niveles de amoníaco en humanos puede causar irritación y quemaduras graves en la boca, los pulmones y los ojos. La exposición crónica al amoníaco en el aire puede aumentar el riesgo de irritación respiratoria, tos, sibilancias, opresión en el pecho y deterioro de la función pulmonar en humanos.
	1400	1 hora	
Benzo(a)pireno	0,001	Anual	El benzo(a)pireno es un contaminante atmosférico peligroso que se forma durante la combustión incompleta de materiales orgánicos. Se ha relacionado con graves problemas de salud, como cáncer de pulmón, piel y vejiga, irritación respiratoria, exacerbación de enfermedades pulmonares, daño cardiovascular y efectos en el sistema inmunológico.
Plomo	0,50	Anual	El plomo es un metal pesado que puede encontrarse en el aire, el suelo, el agua y diversos productos manufacturados. La exposición prolongada al plomo puede dañar gravemente varios sistemas del cuerpo humano, incluyendo el sistema nervioso, los riñones, el hígado y el sistema reproductivo. En niños, la exposición al plomo puede provocar retrasos en el desarrollo, daño cerebral, disminución del coeficiente intelectual y trastornos del comportamiento. En adultos, puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y renales, así como afectar negativamente la fertilidad.
Cadmio	0,005	Anual	El cadmio es un metal pesado que se encuentra en el medio ambiente debido a actividades industriales como la minería, la producción de baterías y la fabricación de productos electrónicos. La exposición al cadmio puede causar daño pulmonar, renal e hepático. También se ha relacionado con el desarrollo de cáncer, especialmente cáncer de pulmón y próstata. La inhalación de humo de tabaco es una de las principales fuentes de exposición al cadmio para los no fumadores.
Mercurio	1	Anual	El mercurio es un metal que puede encontrarse en diversas formas, incluyendo el mercurio elemental, inorgánico y orgánico. La exposición al mercurio puede ocurrir a través del consumo de pescado contaminado, la inhalación de vapores de mercurio (por ejemplo, en lugares de trabajo donde se manipula mercurio) y la exposición a productos que contienen mercurio, como termómetros rotos. El mercurio puede dañar el sistema nervioso central, causar daño renal e incluso afectar al desarrollo fetal en mujeres embarazadas. El metilmercurio, una forma orgánica del mercurio, es particularmente peligroso y puede acumularse en los tejidos de los peces.
Níquel	0,18	Anual	El níquel es un metal presente en el medio ambiente debido a actividades industriales como la fundición, el refinado de metales y la fabricación de

Variable	Norma (ug/m3)	Tiempo de exposición	Descripción
			productos metálicos. La exposición al níquel puede ocurrir a través de la inhalación de polvo o vapores de níquel, el contacto dérmico con productos que contienen níquel (como joyas) y la ingestión de alimentos contaminados. El níquel puede causar irritación de la piel, alergias cutáneas, asma ocupacional y cáncer de pulmón en personas expuestas crónicamente a niveles elevados.

3. Estaciones de monitoreo

La **Figura 2** presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo. El anexo 2 presenta las fichas técnicas de cada estación incluyendo el registro fotográfico.

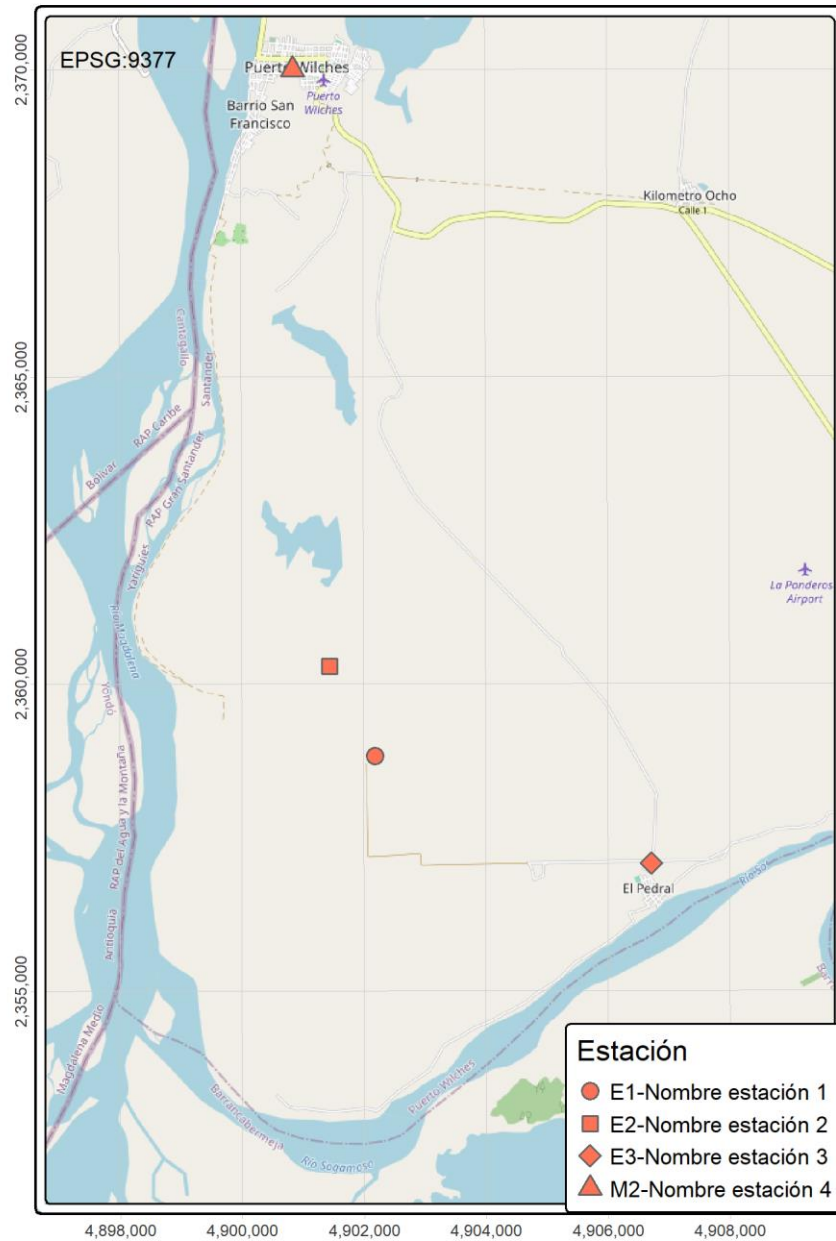


Figura 2: Mapa de estaciones de monitoreo

Tabla 4: Estaciones de monitoreo de calidad del aire

Cod.	Estación	Longitud	Latitud	Cood X CTM12	Cood Y CTM12
E1	E1-Nombre estación 1	-73°53'11"	7°14'47"	4,902,188	2,358,817
E2	E2-Nombre estación 2	-73°53'35"	7°15'35"	4,901,443	2,360,283
E3	E3-Nombre estación 3	-73°50'43"	7°13'51"	4,906,714	2,357,074
M2	M2-Nombre estación 4	-73°53'55"	7°20'51"	4,900,858	2,369,997

4. Equipos y métodos de medición

En la **Tabla 5** se presenta un consolidado de las estaciones, variables y métodos empleados para la medición de cada una de las variables.

Tabla 5: Consolidado de parámetros medidos por estación, método de medición, tecnología, responsables y resolución de acreditación

Est.	Serial equipo	Variable	Tecnología	Método	Responsable
E1	NA	PM10	automático	EQPM-0311-195	Laboratorio X
E1	NA	PM2.5	automático	EQPM-0311-195	Laboratorio X
E1	NA	NO2	automático	RFNA-0506-157	Laboratorio X
E1	NA	O3	automático	EQQA-0506-160	Laboratorio X
E1	NA	CO	automático	RFCA-0506-158	Laboratorio X
E1	NA	SO2	automático	EQSA-0506-159	Laboratorio X
E1	NA	Benceno	manual		Laboratorio X
E1	NA	Tolueno	manual		Laboratorio X
E1	NA	H2S	automático		Laboratorio X
E1	NA	NH3	automático		Laboratorio X
E1	NA	BaP	manual		Laboratorio X
E1	NA	COV	manual		Laboratorio X
E1	NA	pb	manual		Laboratorio X
E1	NA	cd	manual		Laboratorio X
E1	NA	ni	manual		Laboratorio X
E1	NA	hg	manual		Laboratorio X
E2	NA	PM10	automático	EQPM-0311-195	Laboratorio X
E2	NA	PM2.5	automático	EQPM-0311-195	Laboratorio X
E2	NA	NO2	automático	RFNA-0506-157	Laboratorio X
E2	NA	O3	automático	EQQA-0506-160	Laboratorio X
E2	NA	CO	automático	RFCA-0506-158	Laboratorio X
E2	NA	SO2	automático	EQSA-0506-159	Laboratorio X
E2	NA	Benceno	manual		Laboratorio X
E2	NA	Tolueno	manual		Laboratorio X
E2	NA	H2S	automático		Laboratorio X
E2	NA	NH3	automático		Laboratorio X
E2	NA	BaP	manual		Laboratorio X
E2	NA	COV	manual		Laboratorio X
E2	NA	HC	manual		Laboratorio X
E2	NA	cd	manual		Laboratorio X
E2	NA	ni	manual		Laboratorio X
E2	NA	pb	manual		Laboratorio X
E2	NA	hg	manual		Laboratorio X
E3	NA	PM10	automático		Laboratorio X
E3	NA	PM2.5	automático		Laboratorio X

4.1. Método equivalente automatizado: EQPM-0311-195 para detección de PM_{2.5} (Dispersión de luz de partículas individuales), acreditación UE para PM10.



Figura 3: Equipo de medición de material particulado PM10 y PM2.5

Este sistema realiza medición simultánea de Material Particulado en 31 canales de tamaño de partícula, con resolución de 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y una toma de muestra isotérmica con un secador Nafion integrado. El EDM 180 tiene un funcionamiento silencioso, requiere poco mantenimiento y puede validarse en campo utilizando un kit de verificación. El método aplicado es dispersión de luz de partículas individuales con un principio de volumen de detección enfocado aerodinámicamente, sin error en la zona límite.

4.2. Método de referencia automatizado RFNA-0506-157 para determinación de NO₂ (Quimioluminiscencia de semidescompresión modulada por flujo cruzado)

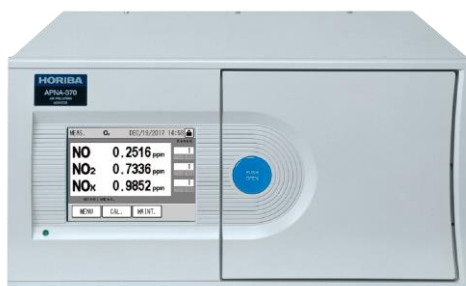


Figura 4: Equipo de medición de dióxido de nitrógeno

Monitorea continuamente las concentraciones atmosféricas de NO, NO₂ y NO_x utilizando un método de quimioluminiscencia de semidescompresión modulada por flujo cruzado. El método emplea un dispositivo de muestreo interno independiente por método seco para lograr los niveles más altos de sensibilidad y precisión. El método seco, debido a sus requisitos mínimos de mantenimiento y su capacidad de monitoreo continuo y análisis

instantáneo del gas en su estado inalterado, ha sido el método preferido para monitorear la contaminación atmosférica.

4.3. Método equivalente EQOA-0506-160 para determinación de O₃ (absorción Ultravioleta Modulada de Flujo Cruzado)



Figura 5: Equipo de medición de ozono

Las mediciones del gas se realizan por tecnología de absorción Ultravioleta Modulada de Flujo Cruzado, la concentración del contaminante es analizada en línea.

4.4. Método de referencia automatizado RFCA-0506-158 para determinación de CO (Análisis infrarrojo de modulación cruzada sin dispersión)



Figura 6: Equipo de medición de monóxido de carbono

La medición de este parámetro se hace por fotometría infrarroja no dispersiva. La incidencia de radiación infrarroja (IR) atraviesa una rueda rotatoria filtrante de gas (una mitad contiene CO y la otra mitad contiene nitrógeno) antes de ingresar a la celda de muestra. Cuando la radiación infrarroja pasa a través de la mitad de la rueda que contiene CO, todas las longitudes de onda absorbidas por el CO son completamente removidas de la radiación, creando un rayo de "referencia" el cual no resulta afectado por el CO en la muestra que se mide. Cuando la energía IR atraviesa la mitad de la rueda que contiene nitrógeno, las longitudes de onda específicas de CO no son removidas de la radiación, y un rayo de "medición" será atenuado por CO en la muestra. La rotación de la rueda de filtro de gas crea un haz que alterna entre fases de "referencia" y "medición". La energía infrarroja que atraviesa el filtro y la celda de muestra es detectada por un sensor de estado líquido y es convertida a un valor de concentración. Los analizadores infrarrojos CFG son, en general, menos sensibles a los gases interferentes, las fluctuaciones de potencia de la fuente IR, la vibración y la acumulación de polvo en el medio óptico.

4.5. Método equivalente automatizado: EQSA-0506-159 para detección de SO₂ (Fluorescencia UV)



Figura 7: Equipo de medición de dióxido de azufre

Este método realiza monitoreo continuo de SO₂ atmosférico mediante fluorescencia UV. El método emplea un dispositivo interno de muestreo de método seco patentado para lograr los niveles más altos de sensibilidad y precisión. El método seco, debido a sus requisitos mínimos de mantenimiento, su capacidad de monitoreo continuo y análisis instantáneo del gas en su estado inalterado, ha sido el más usado para monitorear la contaminación atmosférica.

5. Condiciones meteorológicas durante el periodo de medición

En la **Tabla 6** se presentan los parámetros estadísticos de las variables meteorológicas medidas en la zona. En las siguientes secciones se detalla el comportamiento diario y horario de las diferentes variables medidas.

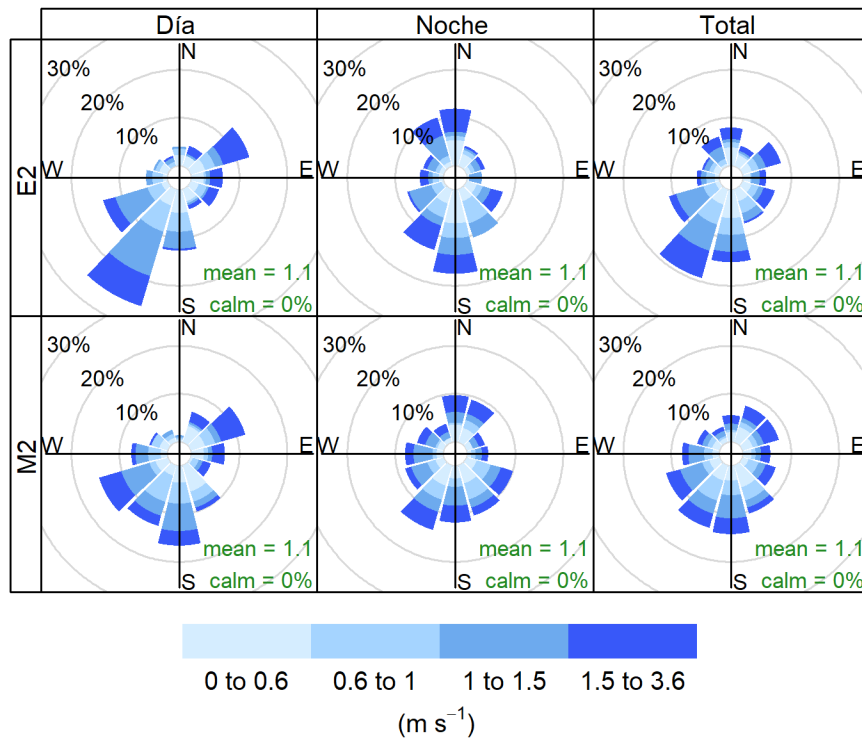
Las variables meteorológicas medidas fueron: velocidad del viento en m/s, dirección del viento medida en grados, temperatura en °C, precipitación en mm, humedad relativa medida en %, y presión en mmHg. Es importante señalar que los promedios diarios y horarios de la velocidad del viento presentados en este informe corresponden a promedios vectoriales. A nivel de periodo (datos consolidados) se presenta el promedio escalar de la velocidad de todos los días/horas de monitoreo. Por otra parte, los valores presentados para precipitación corresponden a promedios y demás estadísticos referentes a los datos acumulados diarios y horarios.

Tabla 6: Consolidado de estadísticos para las variables meteorológicas

Est.	Variable	No Muest.	Promedio	Des. est.	Mediana	Min.	Max.	Error Est.	No Df. Válidos	Repres.
E2	H. Relativa (D)	19	82,7	4,62	82,2	75,9	90,5	1,06	19	1
M2	H. Relativa (D)	19	80,7	3,84	80,9	74,9	87,8	0,88	19	1
E2	Prec. (D)	19	11,2	22,4	0	0	72,7	5,15	19	1
M2	Prec. (D)	19	11,2	22,5	0	0	75,2	5,17	19	1
E2	Presión (D)	19	750	0,72	750	749	751	0,16	19	1
M2	Presión (D)	19	748	16,8	745	719	786	3,86	19	1
E2	Temp. (D)	19	28	0,90	28,1	26	29,3	0,21	19	1
M2	Temp. (D)	19	27,9	1,27	28	25,5	29,8	0,29	19	1
E2	Vel. Viento (D)	19	0,34	0,17	0,32	0,035	0,70	0,038	19	1
M2	Vel. Viento (D)	19	0,36	0,15	0,35	0,14	0,74	0,035	19	1

5.1. Velocidad del viento

La **Figura 8** presenta la rosa de vientos diurna, nocturna y total.



Frequency of counts by wind direction (%)

Figura 8: Rosa de vientos diurna, nocturna y total

La **Figura 9** presenta el comportamiento diario de la velocidad del viento medida en la zona.

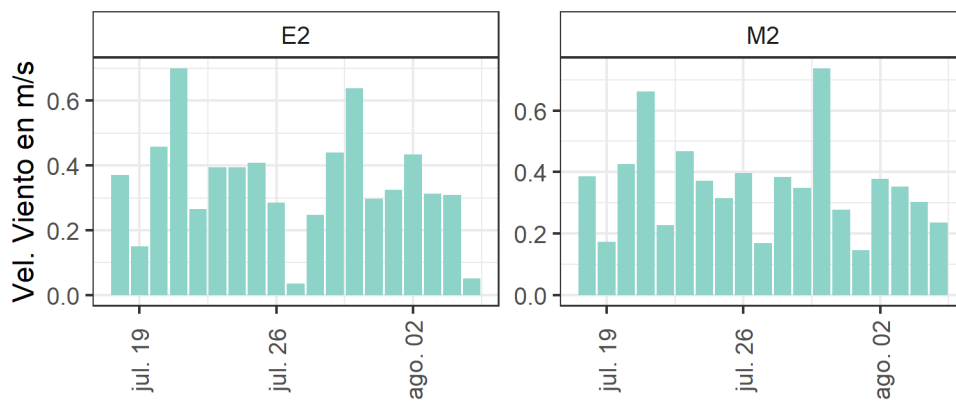


Figura 9: Comportamiento diario de la Vel. Viento en m/s

La **Figura 10** presenta el comportamiento horario de la velocidad del viento. La velocidad promedio horaria del viento registrada en la zona fue de 1,08 m/s , con un máximo de 3,30 m/s .

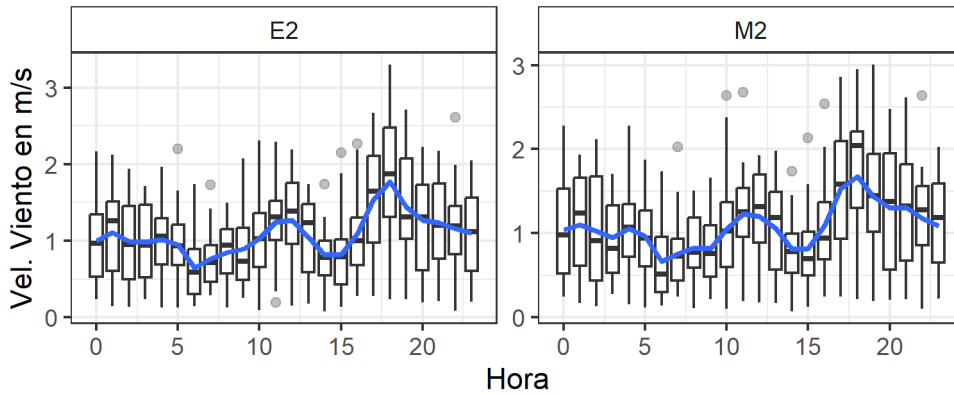


Figura 10: Comportamiento horario de la Vel. Viento en m/s

5.2. Humedad relativa

La humedad relativa se define como la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire y la que tendría si estuviese saturado a la temperatura que se encuentra dicho aire. La **Figura 11** presenta el comportamiento diario de esta variable.

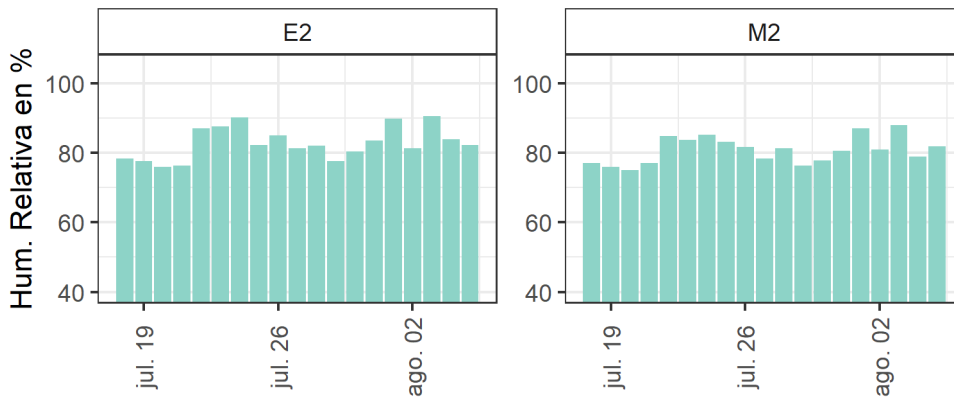


Figura 11: Comportamiento diario de la Hum. Relativa en %

La **Figura 12** presenta el comportamiento horario de la humedad relativa. Los valores oscilaron entre 42,3% y 100%, presentándose el mínimo valor el día 2021-08-02 a las 14 horas y el máximo valor el día 2021-07-22 a las 03 horas.

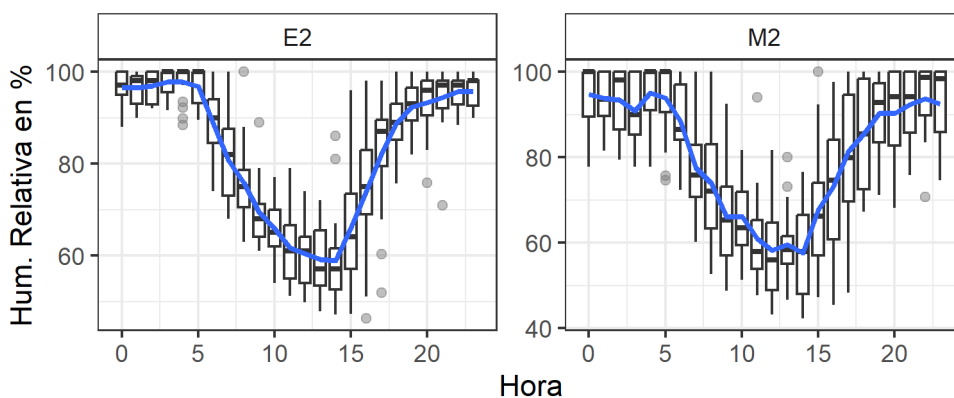


Figura 12: Comportamiento horario de la Hum. Relativa en %

5.3. Temperatura

La temperatura ambiente es la medida de la energía térmica ocasionada por la radiación solar sobre la atmósfera terrestre. La **Figura 13** presenta el comportamiento diario de la temperatura.

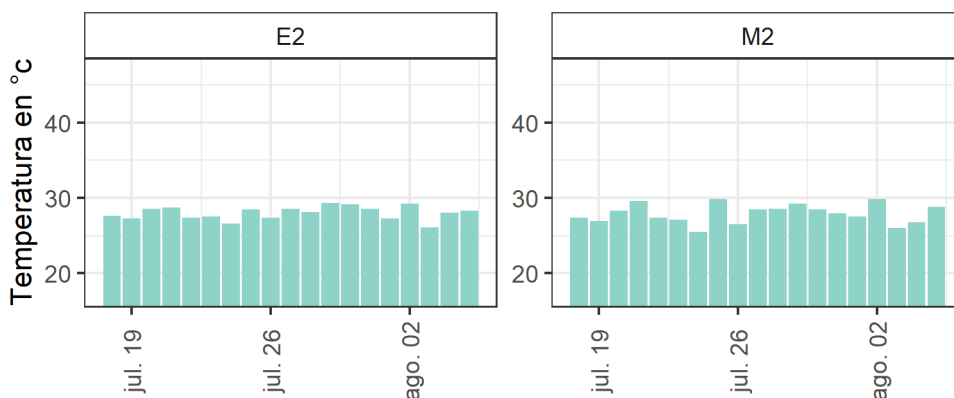


Figura 13: Comportamiento diario de la Temperatura en °C

La **Figura 14** presenta el comportamiento horario de la temperatura. El promedio horario para los días de monitoreo fue de 27,9°C. Durante el periodo de medición se reportó un rango de 18,2°C a 42,8°C, con la máxima temperatura registrada el día 2021-07-31 a las 14 y la mínima el día 2021-07-27 a las 04.

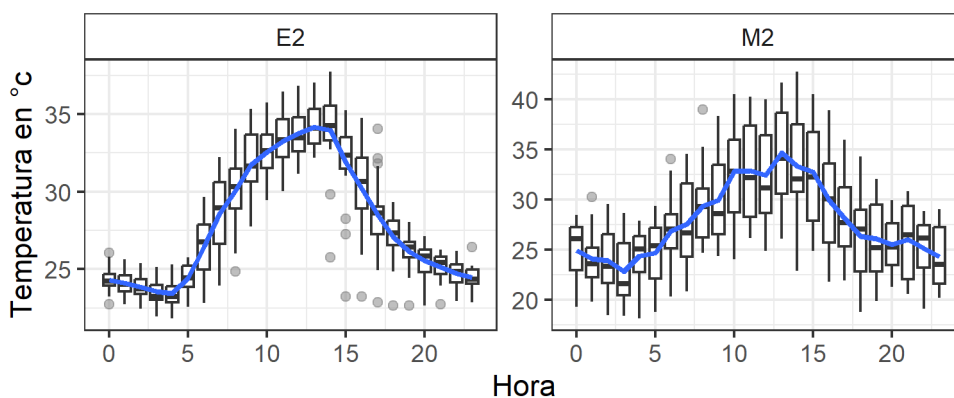


Figura 14: Comportamiento horario de la Temperatura en °C

5.4. Precipitación

Durante el monitoreo se presentaron precipitaciones de hasta 75,2 mm. La **Figura 15** presenta el comportamiento diario de la precipitación. La máxima precipitación acumulada fue de 213 mm

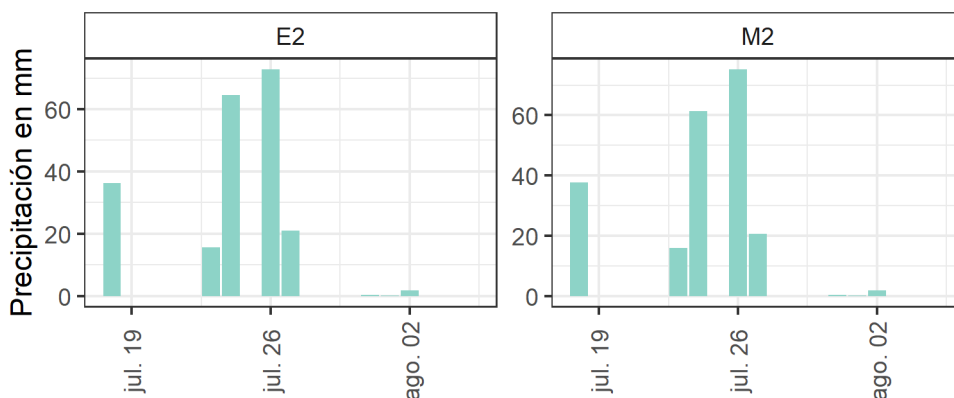


Figura 15: Comportamiento diario de la Precipitación en mm

La **Figura 16** presenta el comportamiento de la precipitación acumulada durante el periodo de monitoreo en cada estación. La máxima precipitación acumulada fue de 213 mm en la estación Nombre estación 4.

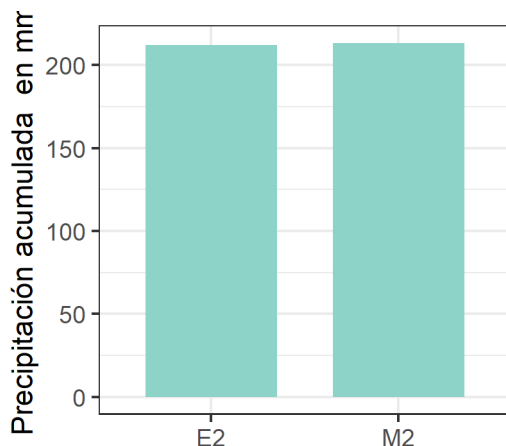


Figura 16: Comportamiento de la Precipitación en mm

5.5. Presión

La presión atmosférica es la fuerza que ejerce el conjunto de gases mezclados que constituyen la atmósfera, sobre la superficie terrestre. Dicho parámetro está relacionado con la elevación del lugar, la temperatura y la humedad del aire. La **Figura 17** presenta el comportamiento diario de la presión.

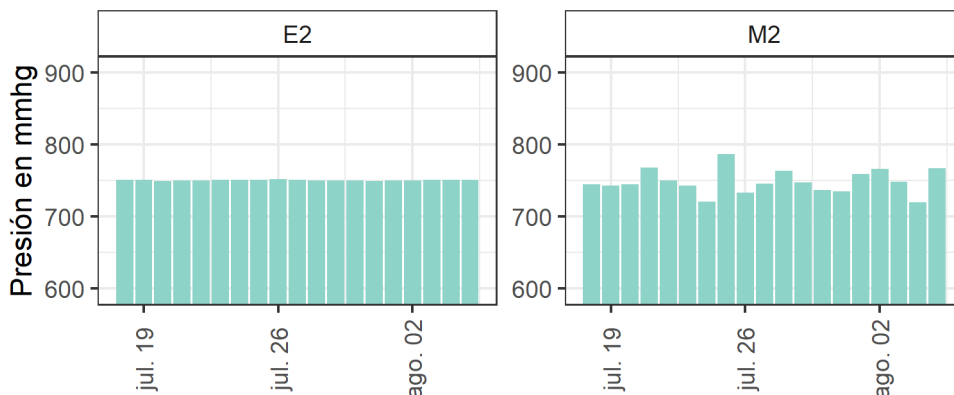


Figura 17: Comportamiento diario de la Presión en mmHg

La **Figura 18** presenta el comportamiento horario de la presión. Los valores de presión atmosférica oscilaron entre 598 mmHg y 902 mmHg.

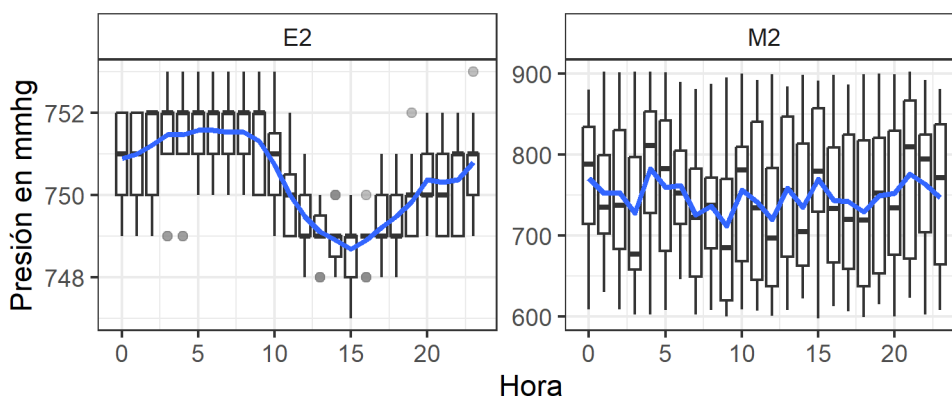


Figura 18: Comportamiento horario de la Presión en mmHg

6. Resultados de las mediciones de calidad del aire

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los contaminantes medidos incluyendo un consolidado de los estadísticos para cada variable, su comportamiento diario y horario, y la comparación con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 del 2017.

6.1. Material particulado

En la **Tabla 7** y en la **Tabla 8** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} medidos durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas diarias registradas de PM₁₀ fueron 30,4 µg/m³ y 3,28 µg/m³, respectivamente y para PM_{2.5} fueron 14,1 µg/m³ y 2,33 µg/m³, respectivamente.

Tabla 7: Consolidado de estadísticos para material particulado PM10

Est.	E1		E2		E3	
	PM10 (D)	PM10 (H)	PM10 (D)	PM10 (H)	PM10 (D)	PM10 (H)
Promedio	8,02	8,02	6,97	7,08	12,8	12,8
Des. est.	2,80	4,37	2,02	3,61	6,59	9,72
Mediana	7,87	7,82	7	7,16	11,5	10,6
Min.	3,51	0,46	3,28	0,50	3,71	0,88
Max.	15,1	19,4	11,5	16,1	30,4	67,6
Error Est.	0,64	0,21	0,48	0,17	1,51	0,46
No Dt. Válidos	19	453	18	442	19	445
Repres.	1	0,99	0,95	0,97	1	0,98

Tabla 8: Consolidado de estadísticos para material particulado PM2.5

Est.	E1		E2		E3	
Variable	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)	PM2.5 (D)	PM2.5 (H)
Promedio	5,40	5,40	4,69	4,76	6,43	6,40
Des. est.	1,81	3,02	1,30	2,51	3,01	4,46
Mediana	5,20	5,06	4,70	4,66	6,02	5,53
Min.	2,47	0,33	2,33	0,40	2,45	0,60
Max.	9,94	12,7	7,73	11	14,1	34,6
Error Est.	0,42	0,14	0,31	0,12	0,69	0,21
No Dt. Válidos	19	453	18	442	19	446
Repres.	1	0,99	0,95	0,97	1	0,98

La **Figura 19** presenta la concentración promedio para el periodo de análisis. Para PM₁₀ la estación que presentó la máxima concentración fue E3 - Nombre estación 3 con 12,8 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 50 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Para PM_{2.5} la estación que presentó la máxima concentración fue E3 - Nombre estación 3 con 6,40 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 25 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

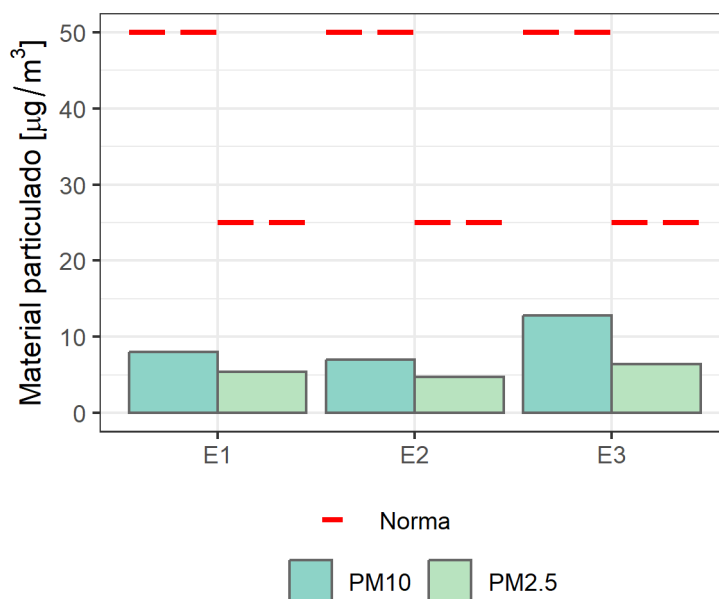


Figura 19: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 20** se presenta la distribución horaria de las concentraciones de material particulado. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

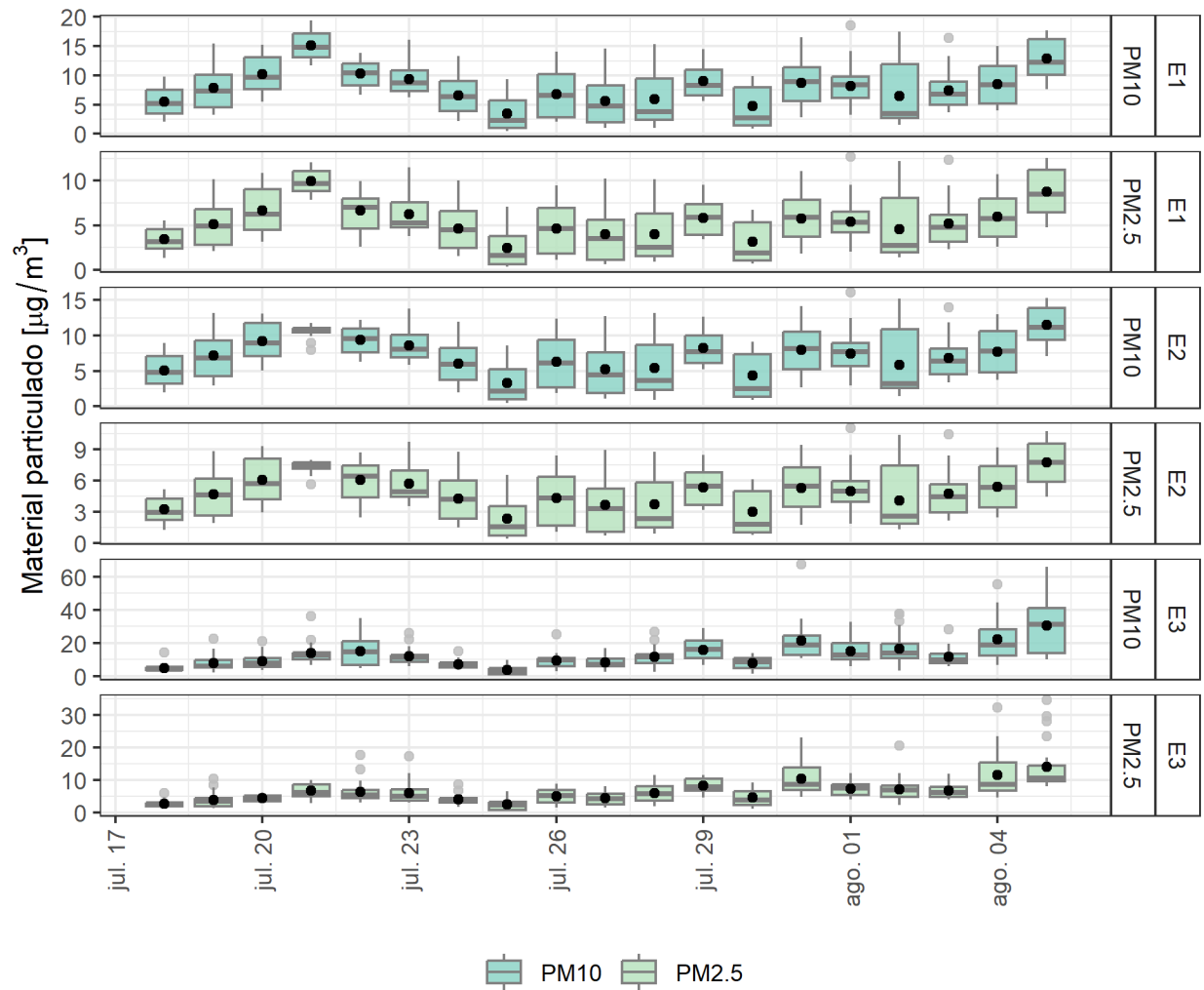


Figura 20: Concentraciones horarias por día de material particulado

En la **Figura 21** se presenta el ciclo diario de las concentraciones de material particulado para cada una de las estaciones.

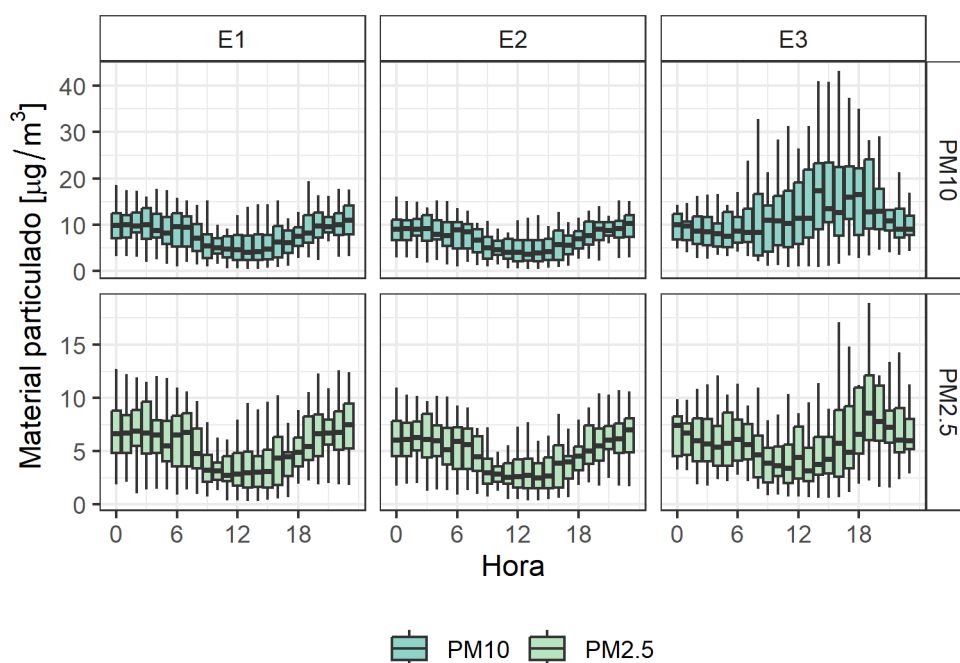


Figura 21: Ciclo diario de la concentración de material particulado

6.2. Óxidos de nitrógeno

En la **Tabla 9** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de óxidos de nitrógeno medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas horarias registradas de NO₂ fueron 18,3 µg/m³ y 0,063 µg/m³, respectivamente. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de NO_{2max} (máxima concentración horaria del día) fueron 18,3 µg/m³ y 4,16 µg/m³, respectivamente.

Tabla 9: Consolidado de estadísticos para el total de óxidos de nitrógeno

Est.	E1		E2	
	NO2 (H)	NO2_max (D)	NO2 (H)	NO2_max (D)
Promedio	2,01	5,77	3,38	9,79
Des. est.	1,66	1,13	3,03	4,61
Mediana	1,37	6,05	2,61	9,17
Min.	0,063	4,16	0,063	4,40
Max.	7,75	7,75	18,3	18,3
Error Est.	0,08	0,27	0,14	1,09
No Dt. Válidos	427	17	442	18
Repres.	0,94	0,89	0,97	0,95

La **Figura 22** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 3,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma anual de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

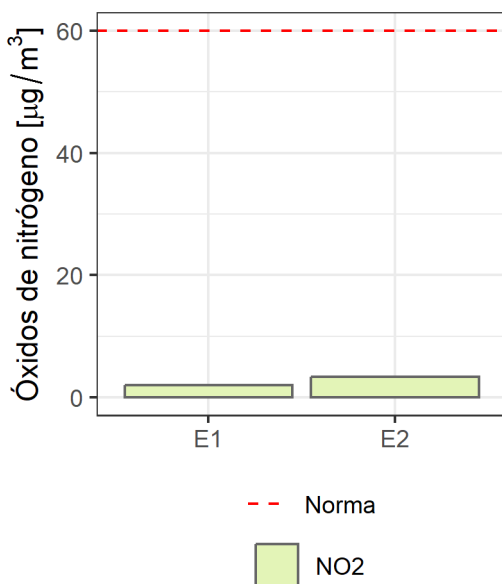


Figura 22: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 23** se presenta la distribución horaria de las concentraciones para cada una de las estaciones y variables. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

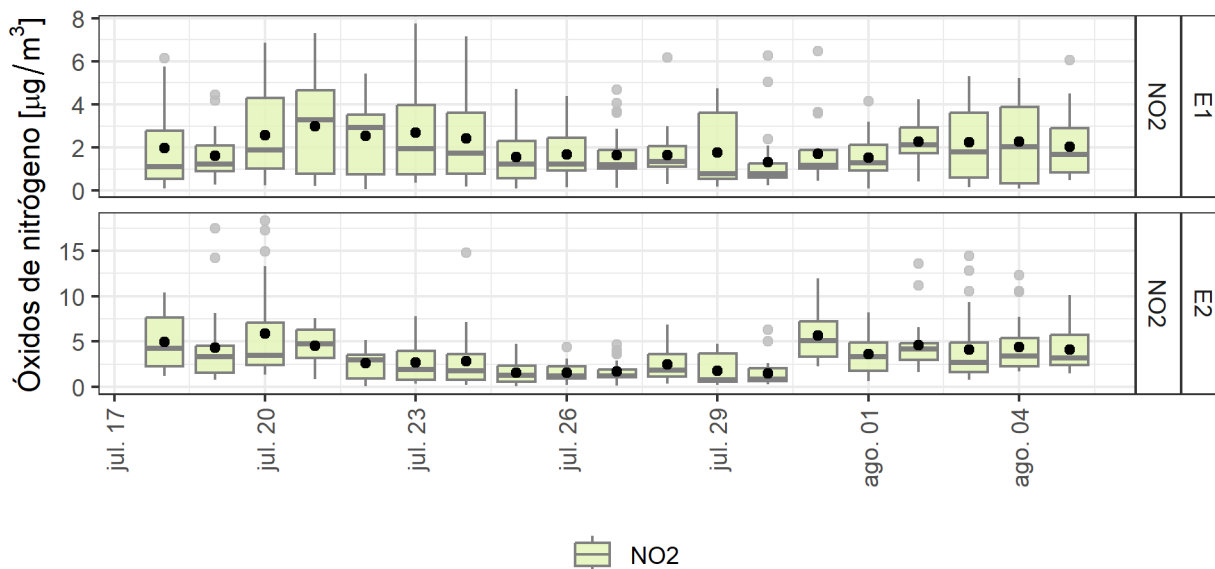


Figura 23: Concentraciones horarias por día de óxidos de nitrógeno

En la **Figura 24** se presenta la distribución horaria de las concentraciones.

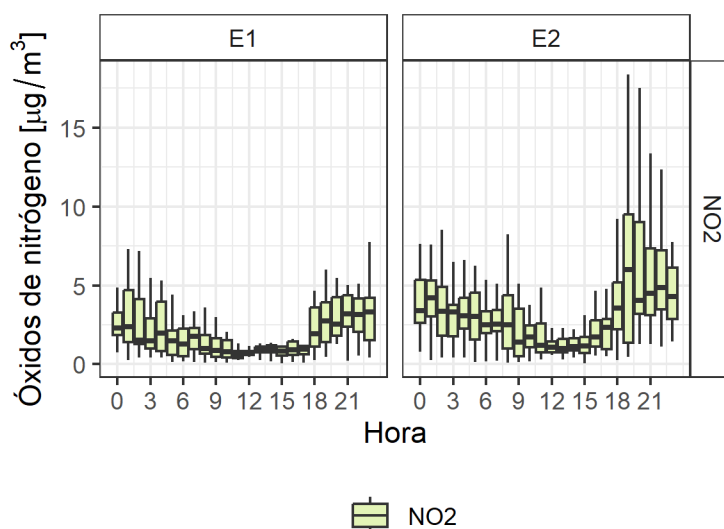


Figura 24: Ciclo diario de la concentración de óxidos de nitrógeno

6.3. Ozono

En la **Tabla 10** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de ozono medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de O₃ fueron 62,7 µg/m³ y 0,067 µg/m³, respectivamente. Adicional, se muestran los parámetros estadísticos de la media móvil, y de la concentración máxima diaria calculada a partir de la media móvil.

Tabla 10: Consolidado de estadísticos para el Ozono

Est.	E1			E2		
	O3 (H)	O3_mm (H)	O3_mm_max (D)	O3 (H)	O3_mm (H)	O3_mm_max (D)
Promedio	18,2	18,1	34,4	9	9,08	17,5
Des. est.	14,7	11,4	6,35	8,84	6,49	8,63
Mediana	16,8	17,3	33	5,33	6,84	15,2
Min.	0,29	1,26	25,6	0,067	2,35	7,07
Max.	62,7	49,1	49,1	54,9	31,8	31,8
Error Est.	0,71	0,56	1,54	0,42	0,31	2,03
No Dt. Válidos	426	421	17	444	436	18
Repres.	0,93	0,92	0,89	0,97	0,96	0,95

La **Figura 25** presenta el promedio de las concentraciones máximas octohorarias (variable O3_mm_max) durante cada día del periodo de análisis. La estación que presentó la máxima concentración fue E1 - Nombre estación 1 con 34,4 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 100 µg/m³. Las concentraciones máximas diarias empleadas

para este cálculo (variable O3_mm_max) corresponden a la concentración máxima de las medias móviles de 8 horas para cada día de monitoreo. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

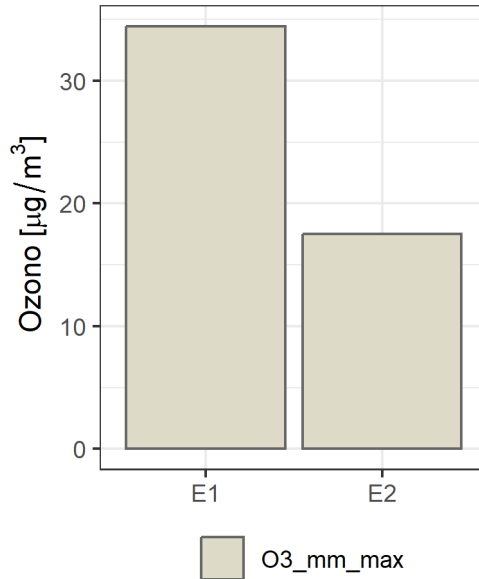


Figura 25: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 26** se presenta la distribución horaria de las concentraciones por día. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

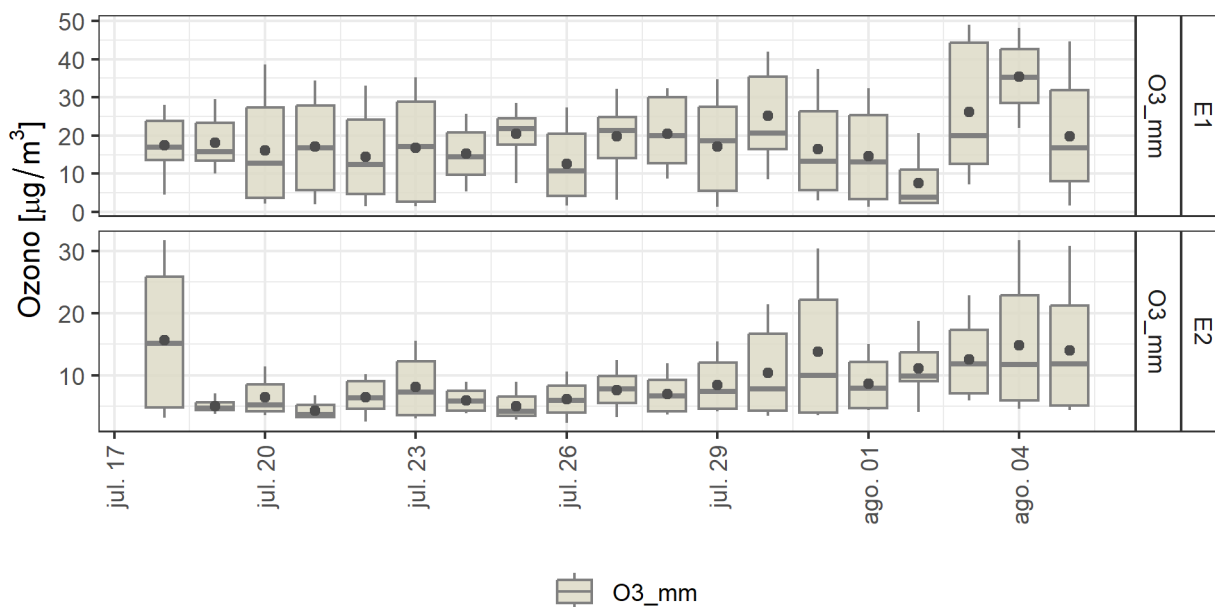


Figura 26: Concentraciones horarias por día de Ozono

En la **Figura 27** se presenta la distribución horaria de las concentraciones.

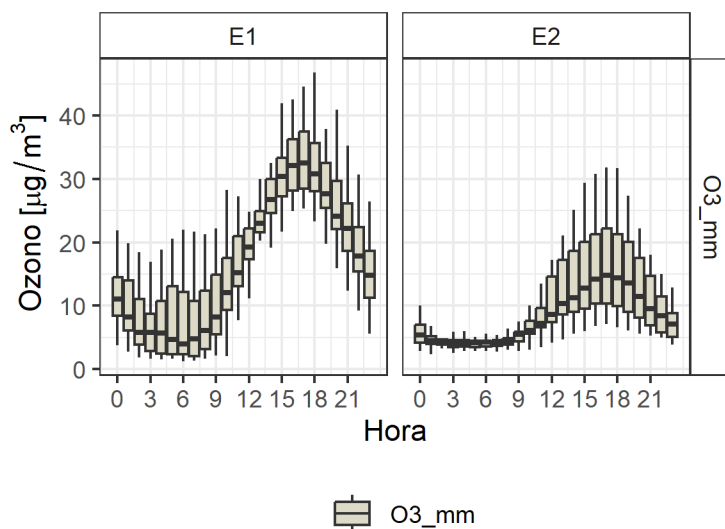


Figura 27: Ciclo diario de la concentración de Ozono

6.4. Monóxido de carbono

En la **Tabla 11** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de las concentraciones de monóxido de carbono medidas durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de CO fueron 562 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 10,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Adicional, se muestran los parámetros estadísticos de la media móvil, y de la concentración máxima diaria calculada a partir de la media móvil.

Tabla 11: Consolidado de estadísticos para el total de monóxido de carbono

Est.	E1			E2		
	CO (H)	CO_mm (H)	CO_mm_max (D)	CO (H)	CO_mm (H)	CO_mm_max (D)
Promedio	170	168	226	64,3	63,6	96,8
Des. est.	88,5	69,1	82,3	40,7	29,2	27,6
Mediana	146	151	193	56,4	59,5	87
Min.	22,6	27,5	136	10,9	14,2	59,5
Max.	562	418	418	287	153	153
Error Est.	4,28	3,40	20	1,94	1,40	6,51
No Dt. Válidos	428	414	17	443	436	18
Repres.	0,94	0,91	0,89	0,97	0,96	0,95

La **Figura 28** presenta el promedio de las concentraciones máximas octohorarias (variable CO_mm_max) durante cada día del periodo de análisis. La estación que presentó la máxima concentración fue E1 - Nombre estación 1 con 226 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma de 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones máximas diarias empleadas para este cálculo (variable CO_mm_max) corresponden a la concentración máxima de las medias móviles de 8 horas para cada día de monitoreo. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

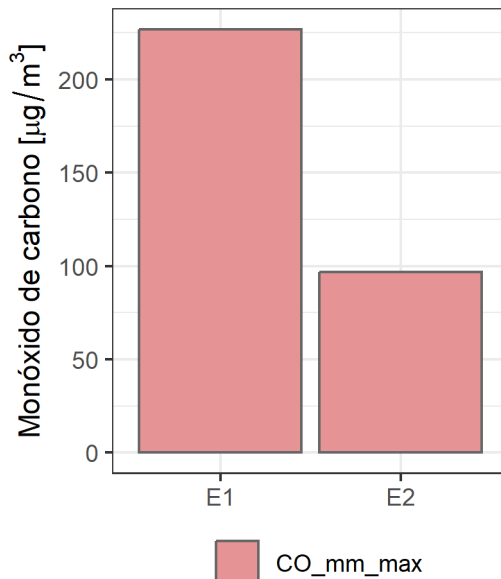


Figura 28: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 29** se presenta la distribución horaria de los datos por día para cada una de las estaciones y variables. Las cajas representan el comportamiento horario de la variable durante cada día y los puntos negros representan el promedio diario. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

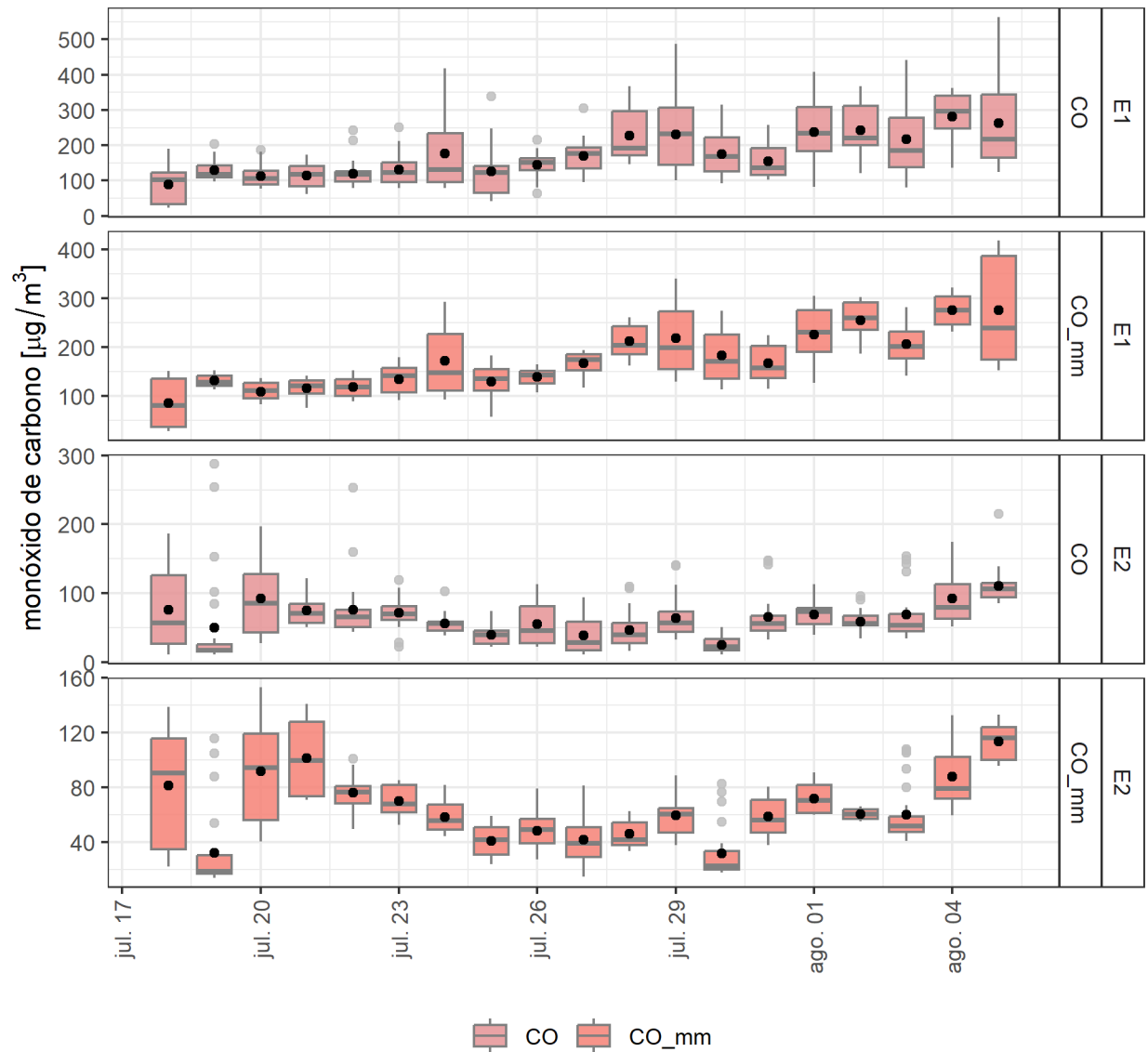


Figura 29: Concentraciones horarias por día de monóxido de carbono

En la **Figura 30** se presenta la distribución horaria de los datos para cada una de las estaciones y variables.

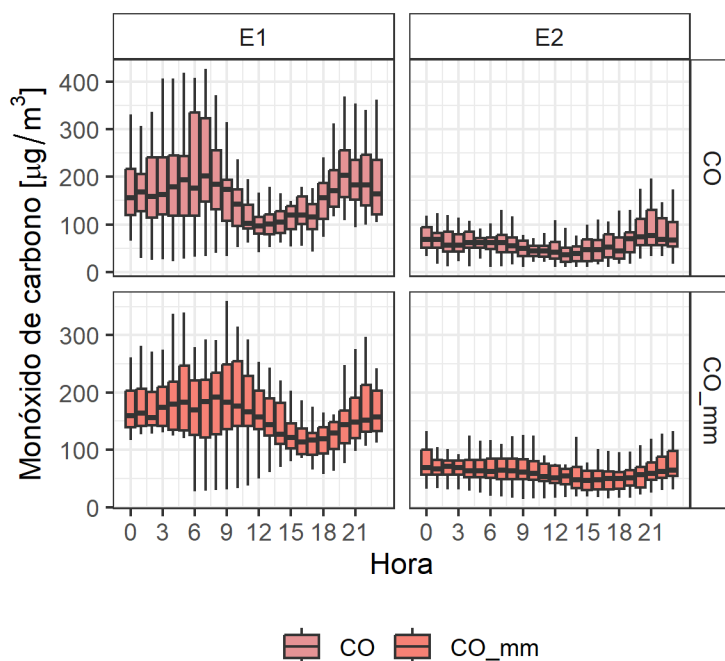


Figura 30: Ciclo diario de la concentración de monóxido de carbono

6.5. Dióxido de azufre

En la **Tabla 12** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del dióxido de azufre medidos durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de SO₂ fueron 4,69 µg/m³ y 0,21 µg/m³, respectivamente.

Tabla 12: Consolidado de estadísticos para el total de dióxido de azufre

Est.	E1					E2				
	SO2 (H)	SO2 (H)	SO2 (D)	SO2 (D)	SO2_max (D)	SO2 (H)	SO2 (H)	SO2 (D)	SO2 (D)	SO2_max (D)
Promedio	1,69	1,69	1,66	1,66	2,37	2,33	2,33	2,35	2,35	3,42
Des. est.	0,53	0,53	0,31	0,31	0,66	0,83	0,83	0,60	0,60	0,40
Mediana	1,77	1,77	1,59	1,59	2,26	2,49	2,49	2,45	2,45	3,32
Min.	0,21	0,21	1,21	1,21	1,66	0,22	0,22	1,20	1,20	2,99
Max.	4,69	4,69	2,35	2,35	4,69	4,67	4,67	3,23	3,23	4,67
Error Est.	0,026	0,026	0,074	0,074	0,16	0,04	0,04	0,14	0,14	0,098
No Dt. Válidos	424	424	17	17	17	427	427	17	17	17
Repres.	0,93	0,93	0,89	0,89	0,89	0,94	0,94	0,89	0,89	0,89

La **Figura 31** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 2,35 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 50 µg/m³. Todas

las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

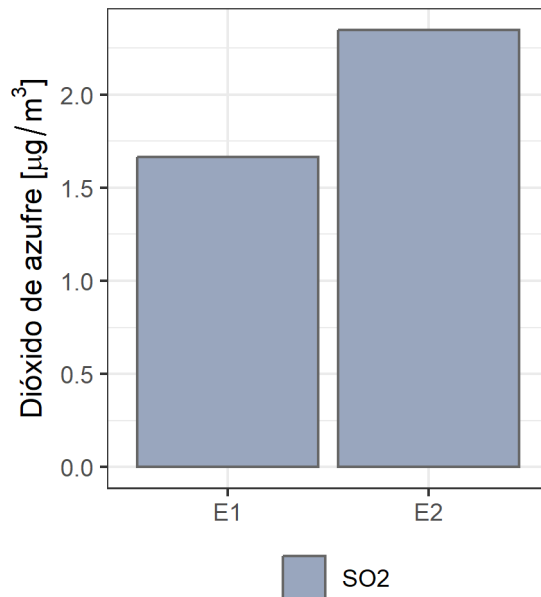


Figura 31: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 32** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

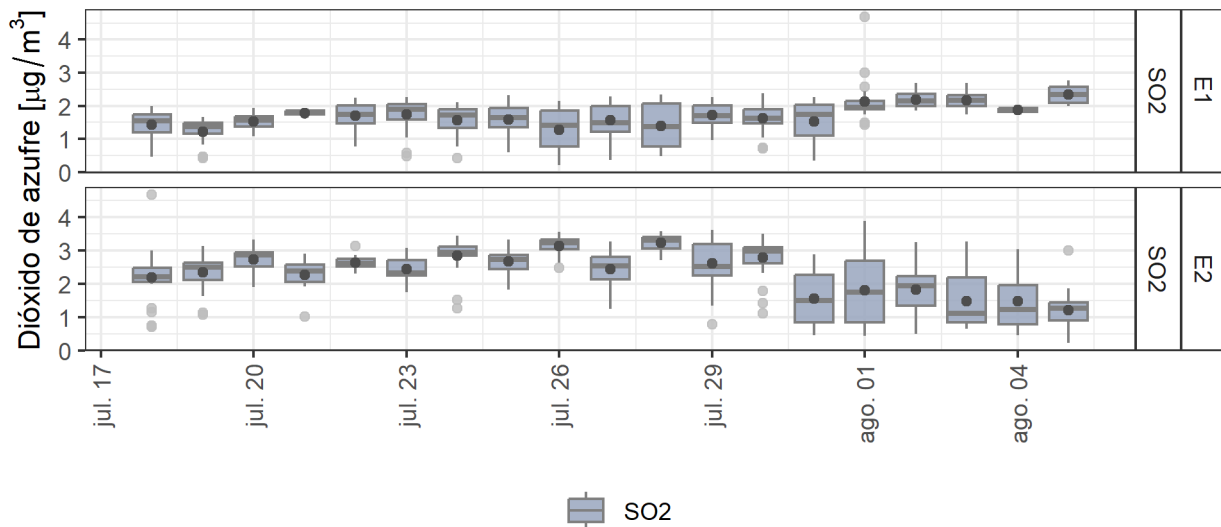


Figura 32: Concentraciones horarias por día de dióxido de azufre

En la **Figura 33** se presenta el ciclo diario de las concentraciones.

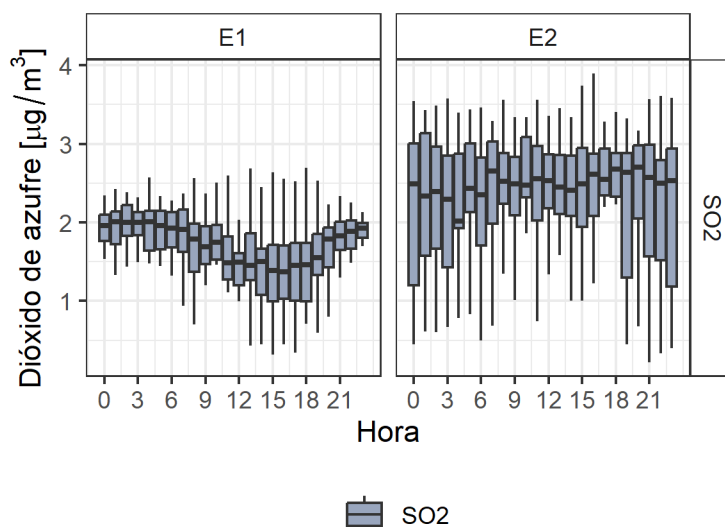


Figura 33: Ciclo diario de la concentración de dióxido de azufre

6.6. Benceno

En la **Tabla 13** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de benceno durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de benceno fueron 1,47 µg/m³ y 0,41 µg/m³, respectivamente.

Tabla 13: Consolidado de estadísticos para el Benceno

Est.	E1	E2
	Benceno (D)	Benceno (D)
Promedio	0,41	0,69
Des. est.	0	0,45
Mediana	0,41	0,41
Min.	0,41	0,41
Max.	0,41	1,47
Error Est.	0	0,19
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 34** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 0,69 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 5 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

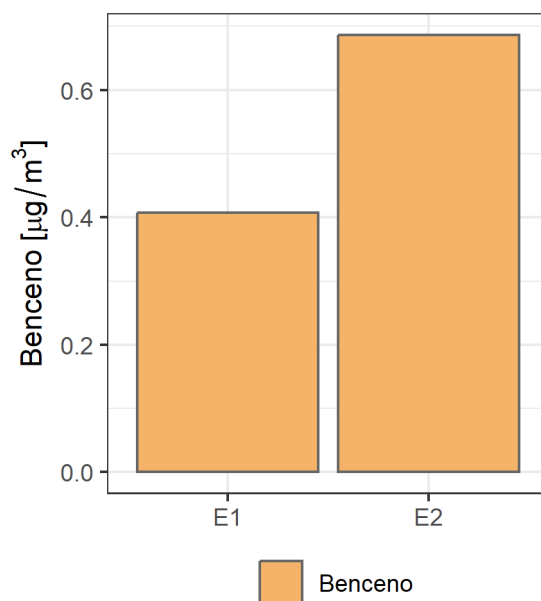


Figura 34: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 35** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

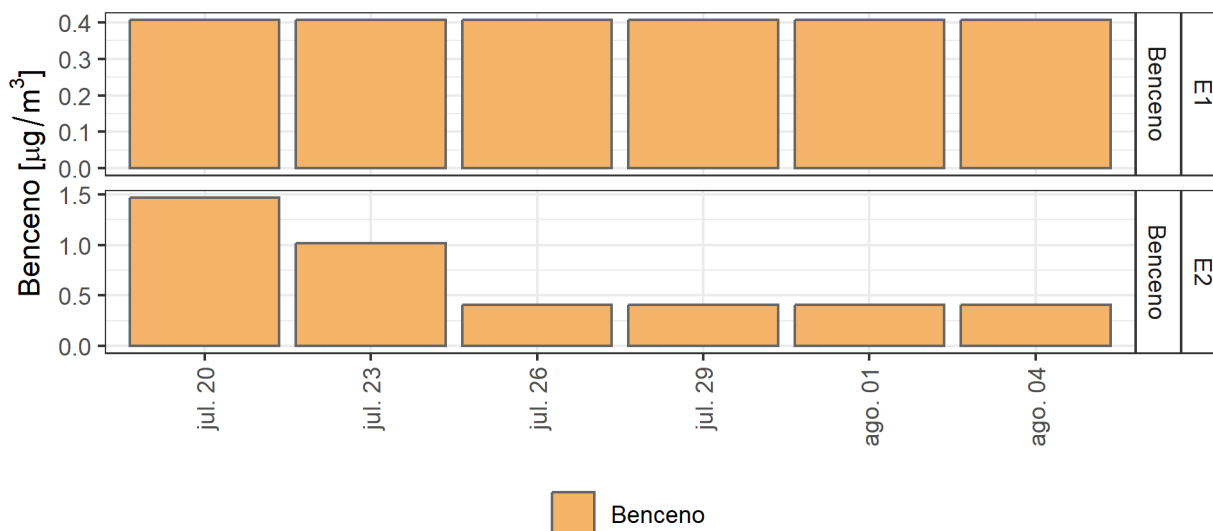


Figura 35: Concentraciones diarias de Benceno

6.7. Tolueno

En la **Tabla 14** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de tolueno durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de tolueno fueron 7,47 µg/m³ y 0,27 µg/m³, respectivamente.

Tabla 14: Consolidado de estadísticos para el Tolueno

Est.	E1	E2
	Tolueno (D)	Tolueno (D)
Promedio	1,43	2,13
Des. est.	1,78	2,67
Mediana	0,95	1,18
Min.	0,27	0,27
Max.	4,97	7,47
Error Est.	0,73	1,09
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 36** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 2,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma de 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comparación indicativa). Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

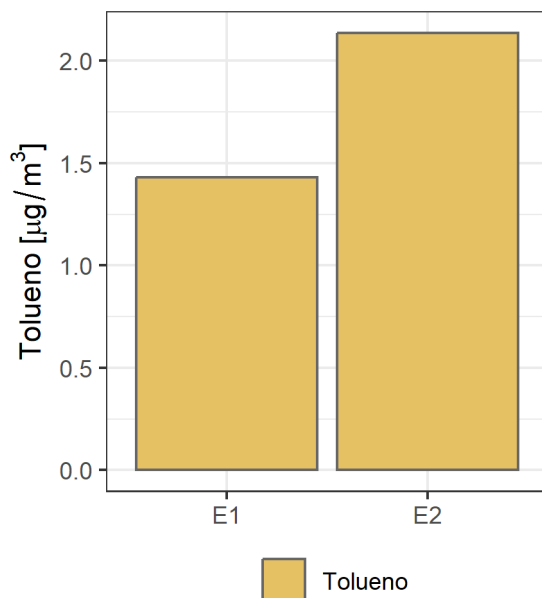


Figura 36: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 37** se presenta la distribución horaria de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

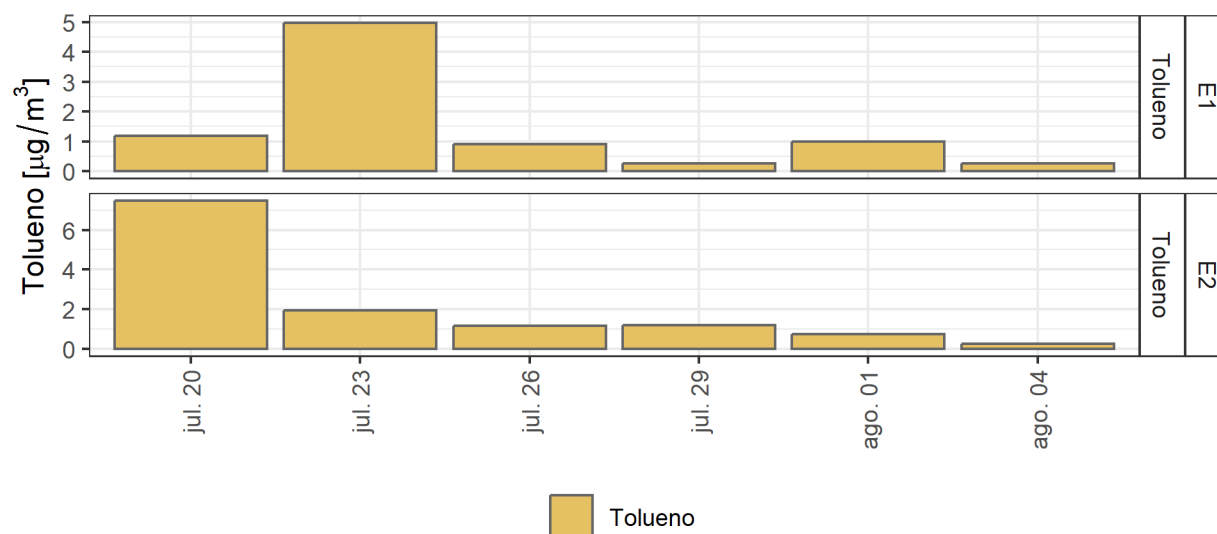


Figura 37: Concentraciones diarias de Tolueno

6.8. Olores generados por compuestos azufrados

En la **Tabla 15** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de los compuestos azufrados generadores de olores, medidos durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de H₂S fueron 12,2 µg/m³ y 0 µg/m³, respectivamente.

Tabla 15: Consolidado de estadísticos para el total de compuestos azufrados generadores de olores

Est.	E1		E2	
	H2S (H)	H2S (D)	H2S (H)	H2S (D)
Promedio	3,85	3,79	3,73	3,72
Des. est.	1,41	0,71	1,84	1,03
Mediana	3,76	3,93	3,68	3,67
Min.	0,83	2,68	0	1,33
Max.	8,23	4,76	12,2	5,57
Error Est.	0,068	0,17	0,088	0,24
No Dt. Válidos	430	18	435	18
Repres.	0,94	0,95	0,95	0,95

La **Figura 38** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E1 - Nombre estación 1 con 3,79 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 7 µg/m³.

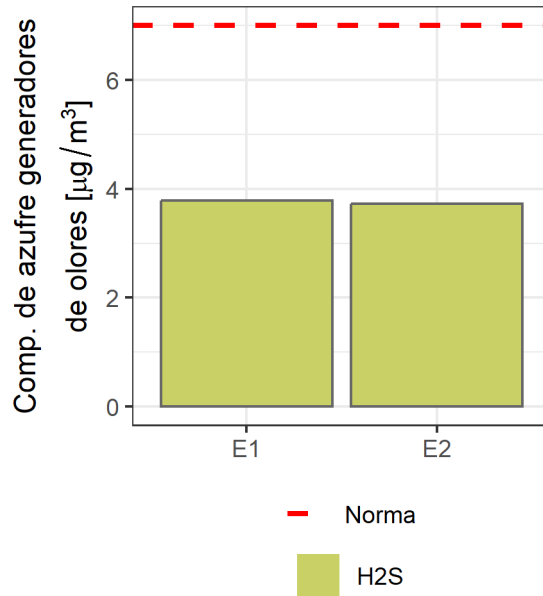


Figura 38: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 39** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

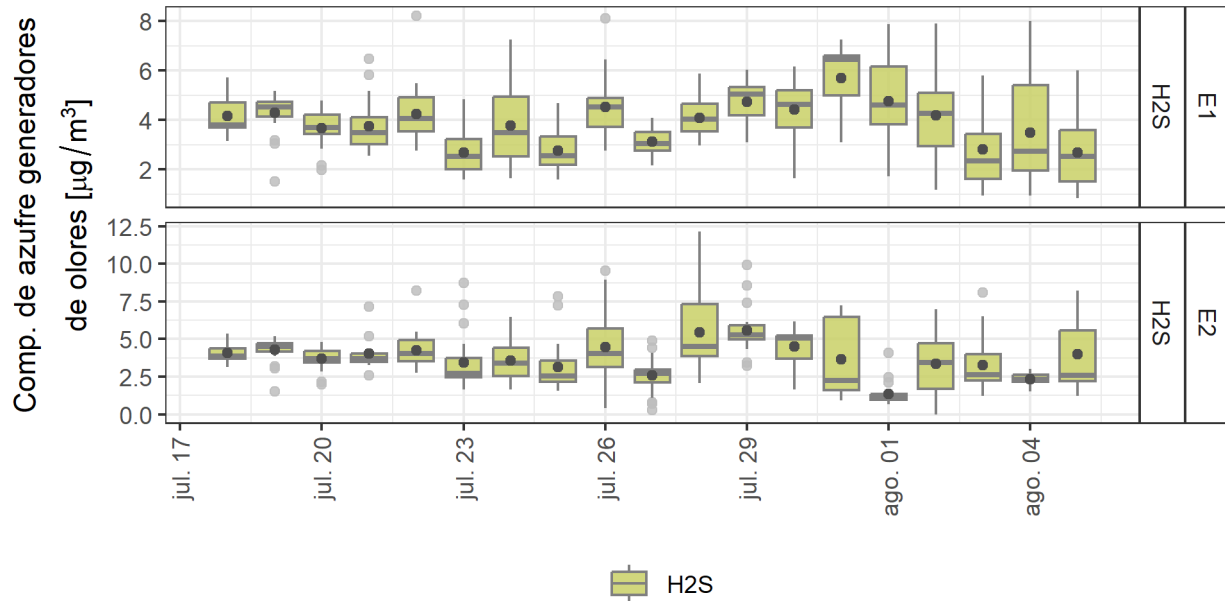


Figura 39: Concentraciones horarias por día de compuestos de azufre generadores de olores

En la **Figura 40** se presenta el ciclo diario de las concentraciones.

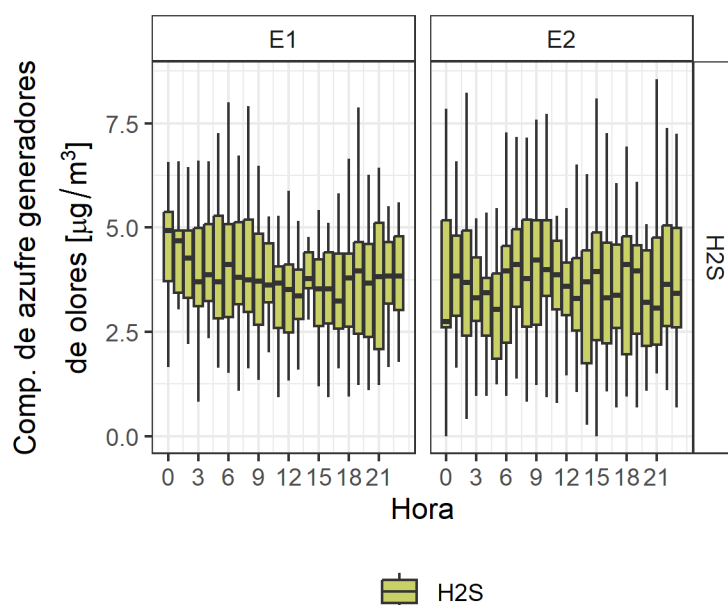


Figura 40: Ciclo diario de la concentración de compuestos azufrados generadores de olores

6.9. Olores generados por nitratos

En la **Tabla 16** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de los nitratos generadores de olores, medidos durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas de NH₃ fueron 4,85 µg/m³ y 0,62 µg/m³, respectivamente.

Tabla 16: Consolidado de estadísticos del total de los nitratos generadores de olores

Est.	E1		E2	
	NH3 (D)	NH3 (H)	NH3 (H)	NH3 (D)
Promedio	2,10	2,11	2,14	2,14
Des. est.	0,32	0,54	0,47	0,24
Mediana	2,17	2,14	2,08	2,09
Min.	1,50	0,90	0,62	1,60
Max.	2,59	4,85	4,23	2,74
Error Est.	0,076	0,026	0,022	0,055
No Dt. Válidos	18	431	447	19
Repres.	0,95	0,95	0,98	1

La **Figura 41** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 2,14 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 91 µg/m³. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

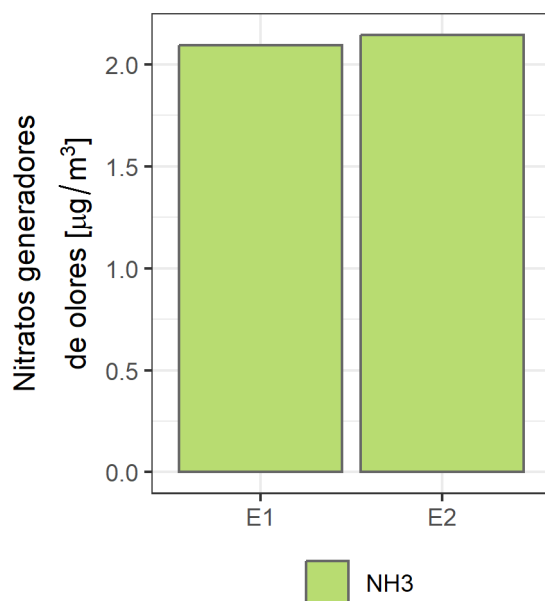


Figura 41: Concentraciones promedio del periodo

En la **Figura 42** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

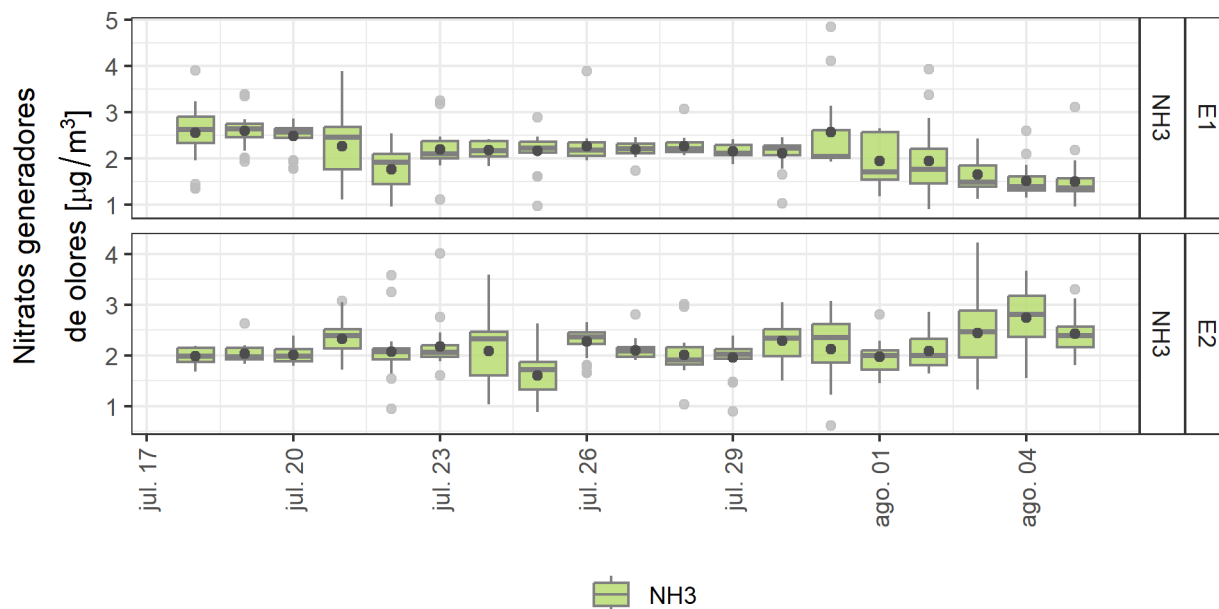


Figura 42: Concentraciones horarias por día de nitratos generadores de olores

En la **Figura 43** se presenta el ciclo diario de las concentraciones.

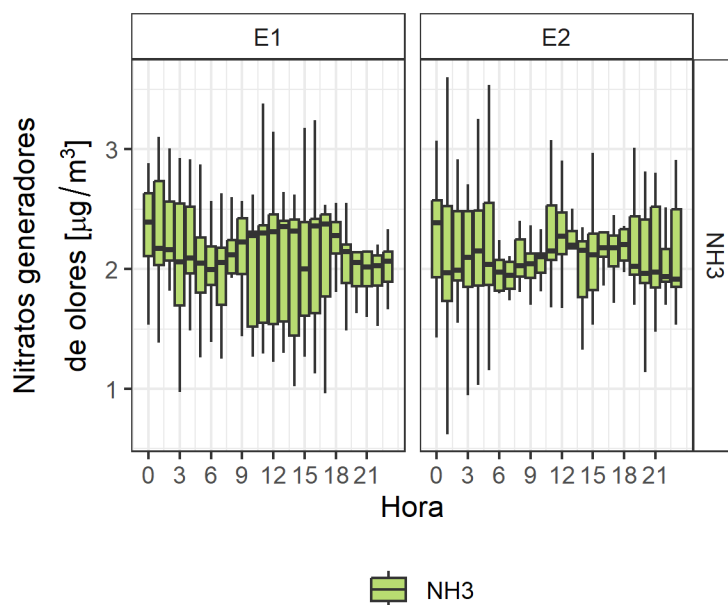


Figura 43: Ciclo diario de la concentración de compuestos nitratos generadores de olores

6.10. Compuestos orgánicos volátiles - COV

En la **Tabla 17** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de los COV durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 4,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Tabla 17: Consolidado de estadísticos para COV

Est.	E1	E2
	COV (D)	COV (D)
Promedio	8,35	10,6
Des. est.	3,78	5,50
Mediana	8,70	10,6
Min.	4,20	4,20
Max.	11,8	17,1
Error Est.	1,89	2,75
No Dt. Válidos	4	4
Repres.	0,67	0,67

La **Figura 44** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 10,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

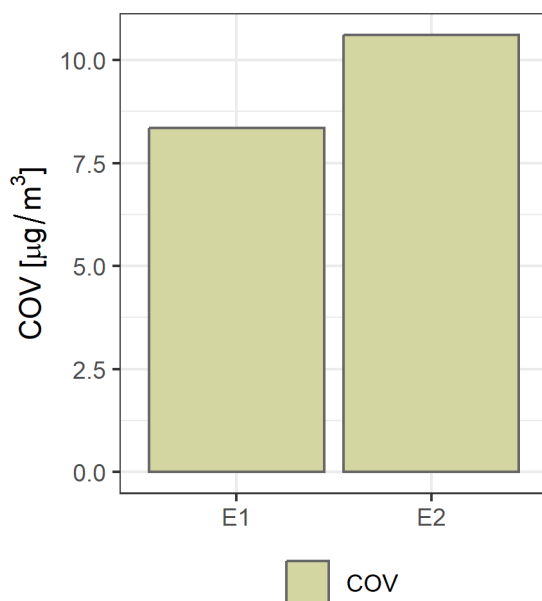


Figura 44: Concentraciones promedio de COV para el periodo

En la **Figura 45** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

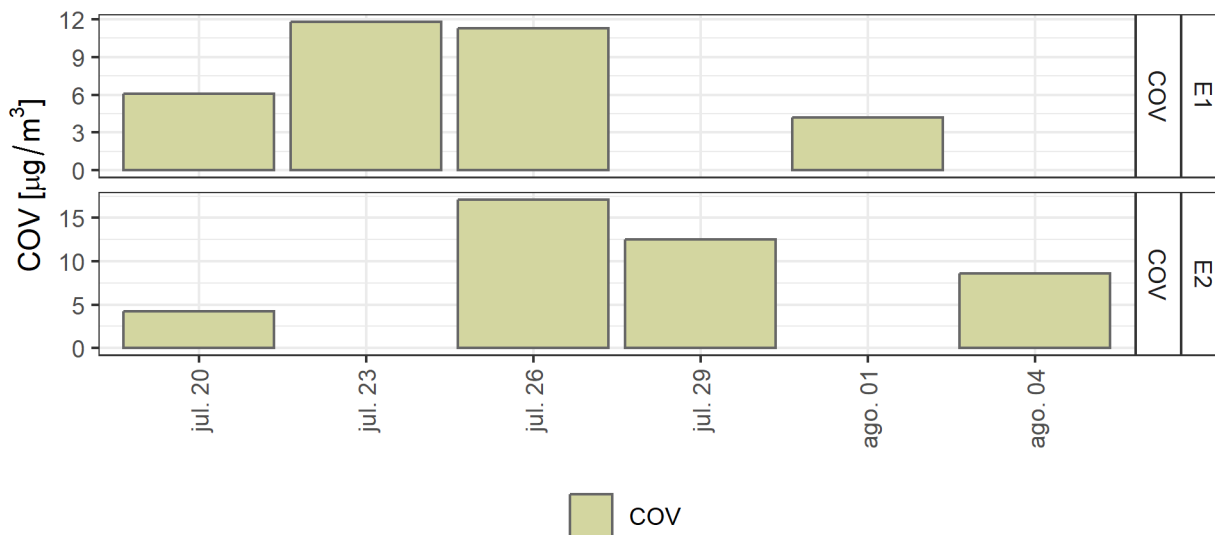


Figura 45: Concentraciones diarias de COV

6.11. Hidrocarburos aromáticos policíclicos - HAP

En la **Tabla 18** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del HAP durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron $2,2e-05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $1,1e-06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Tabla 18: Consolidado de estadísticos para HAP

Est.	E1	E2
	Benzo(a)pireno (D)	Benzo(a)pireno (D)
Promedio	1,1e-06	8,3e-06
Des. est.	0	9,2e-06
Mediana	1,1e-06	4,4e-06
Min.	1,1e-06	1,1e-06
Max.	1,1e-06	2,2e-05
Error Est.	0	3,8e-06
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 46** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 8,3e-06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma de 0,001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

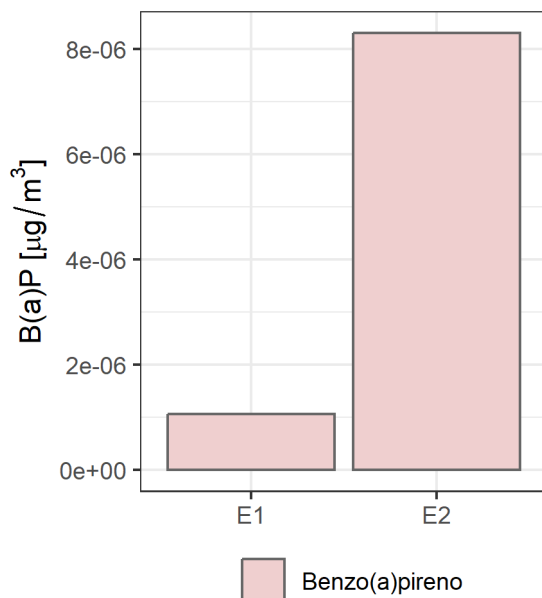


Figura 46: Concentraciones promedio de HAP expresados como Benzo(a)Pireno para el periodo.

En la **Figura 47** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

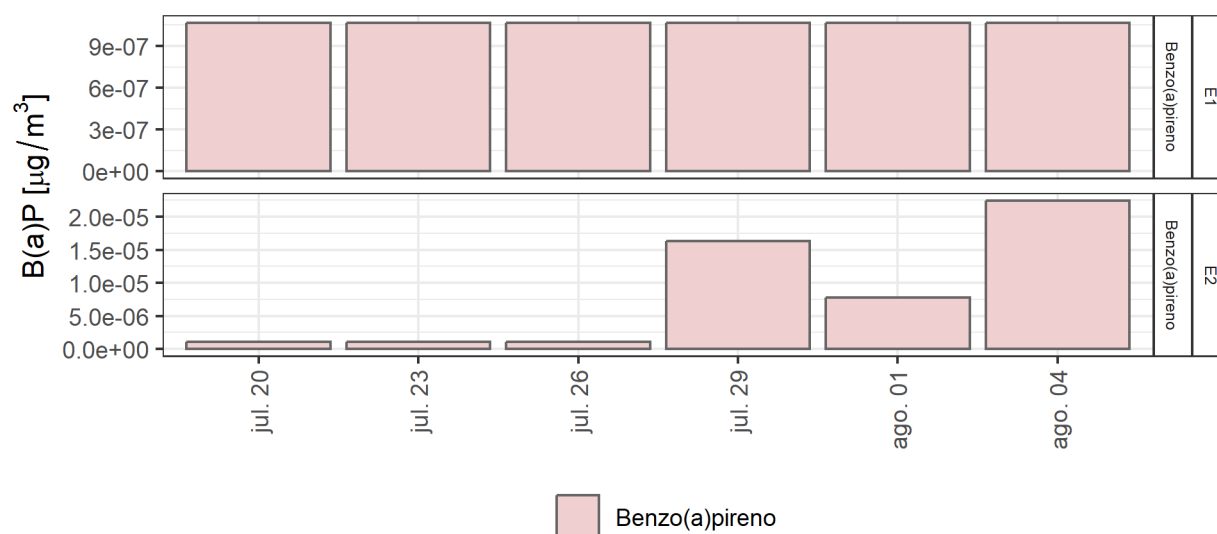


Figura 47: Concentraciones diarias de HAP expresados como Benzo(a)Pireno

6.12. Hidrocarburos totales - HC

En la **Tabla 19** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento de los HC durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 17,6 µg/m³ y 2 µg/m³, respectivamente.

Tabla 19: Consolidado de estadísticos para HC

Est.	E1	E2
	HC (D)	HC (D)
Promedio	7,35	11,8
Des. est.	5,48	1,84
Mediana	5,90	11,6
Min.	2	10
Max.	17,6	15,2
Error Est.	2,24	0,75
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 48** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 11,8 µg/m³.

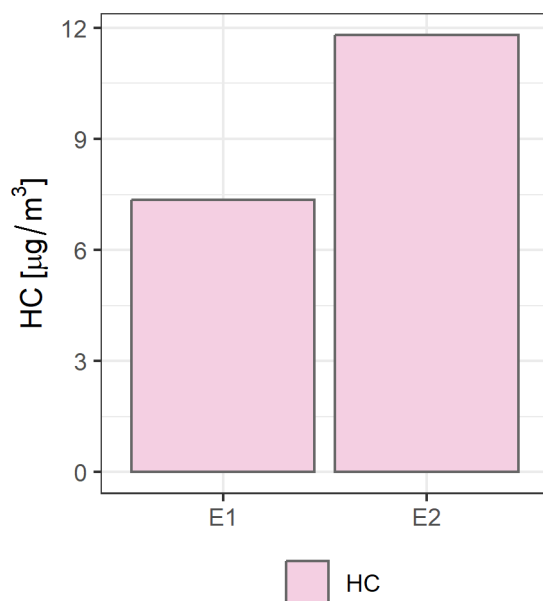


Figura 48: Concentraciones promedio de HC para el periodo

En la **Figura 49** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

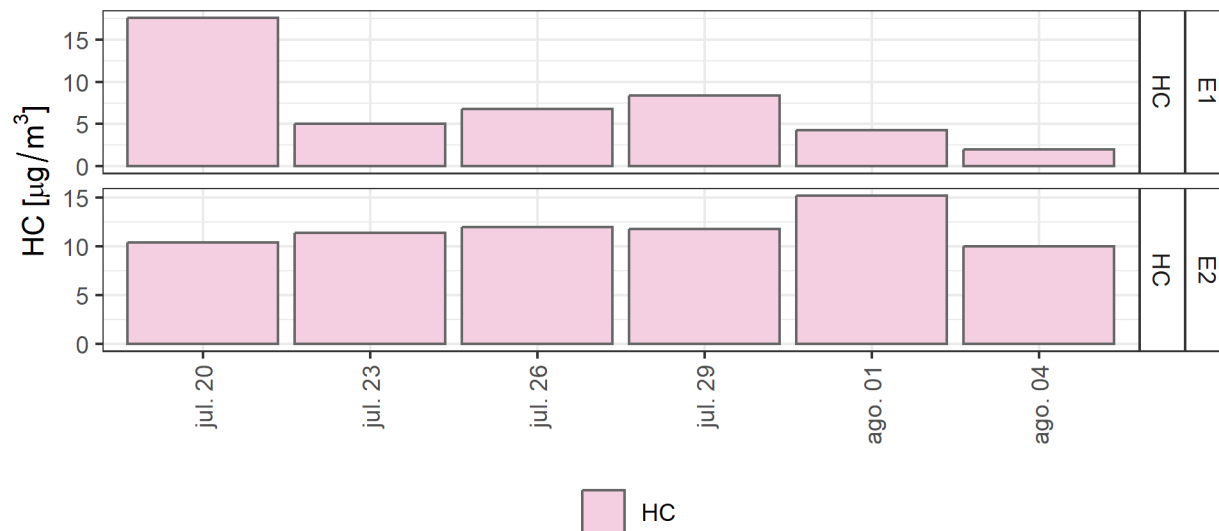


Figura 49: Concentraciones diarias de HC

6.13. Plomo

En la **Tabla 20** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del Plomo durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 0,40 µg/m³ y 0,00099 µg/m³, respectivamente.

Tabla 20: Consolidado de estadísticos para plomo

Est.	E1	E2
	Plomo (D)	Plomo (D)
Promedio	0,10	0,014
Des. est.	0,15	0,02
Mediana	0,04	0,0053
Min.	0,0097	0,00099
Max.	0,40	0,051
Error Est.	0,06	0,008
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 50** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E1 - Nombre estación 1 con 0,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma de 0,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

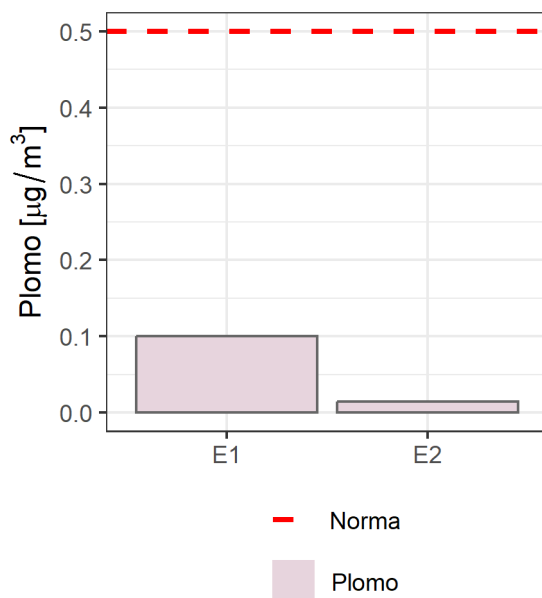


Figura 50: Concentraciones promedio de plomo para el periodo

En la **Figura 51** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

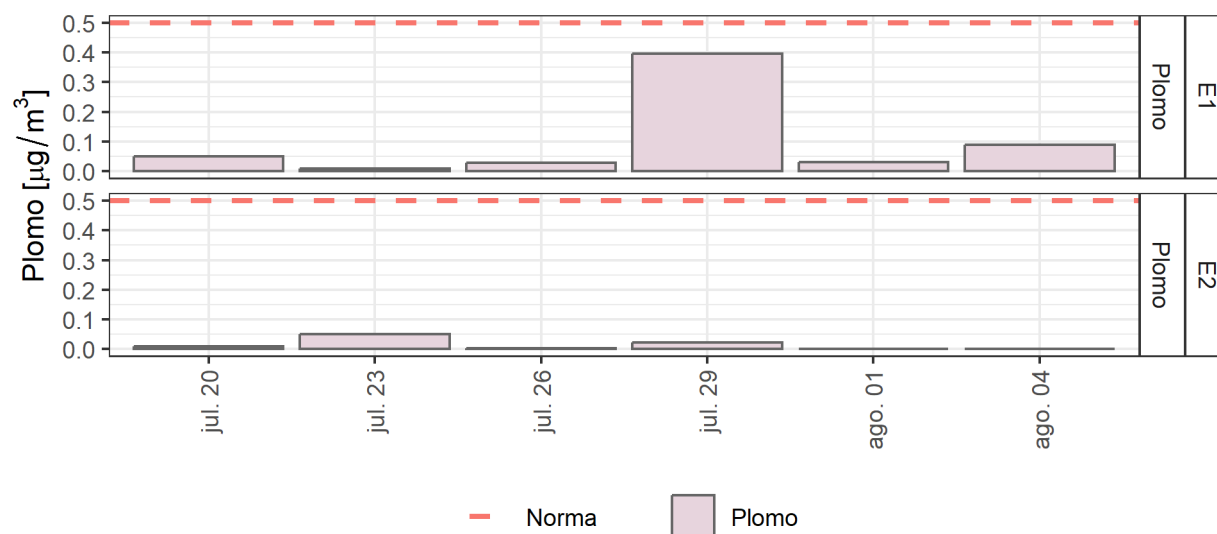


Figura 51: Concentraciones diarias de plomo

6.14. Cadmio

En la **Tabla 21** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del Cadmio durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 0,0043 µg/m³ y 0,00054 µg/m³, respectivamente.

Tabla 21: Consolidado de estadísticos para Cadmio

Est.	E1	E2
	Cadmio (D)	Cadmio (D)
Promedio	0,0018	0,0035
Des. est.	0,0017	0,00021
Mediana	0,00082	0,0035
Min.	0,00054	0,0032
Max.	0,0043	0,0038
Error Est.	0,00068	8,5e-05
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 52** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 0,0035 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 0,005 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

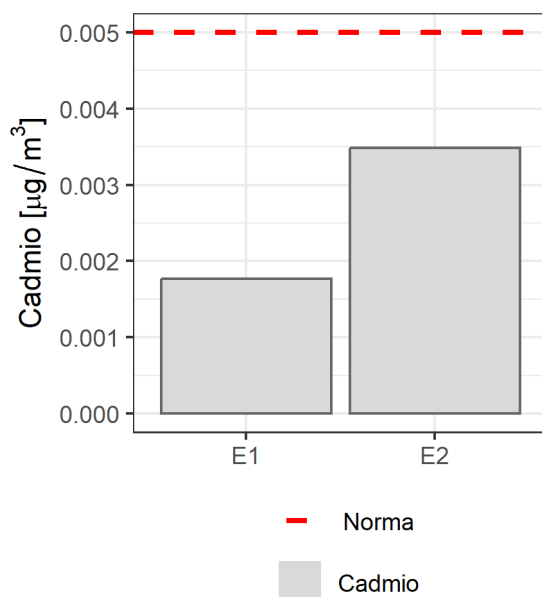


Figura 52: Concentraciones promedio de Cadmio para el periodo

En la **Figura 53** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

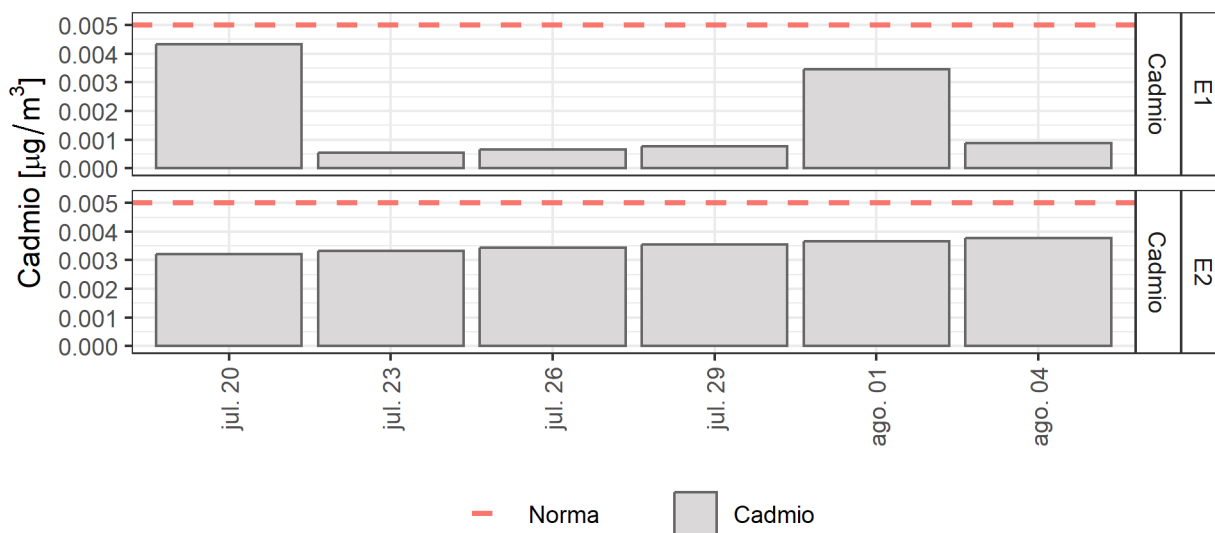


Figura 53: Concentraciones diarias de Cadmio

6.15. Níquel

En la **Tabla 22** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del Níquel durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 0,086 µg/m³ y 0,002 µg/m³, respectivamente.

Tabla 22: Consolidado de estadísticos para Níquel

Est.	E1	E2
	Níquel (D)	Níquel (D)
Promedio	0,031	0,05
Des. est.	0,029	0,028
Mediana	0,022	0,046
Min.	0,002	0,008
Max.	0,074	0,086
Error Est.	0,012	0,012
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 54** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es inferior a la norma de 0,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año). Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

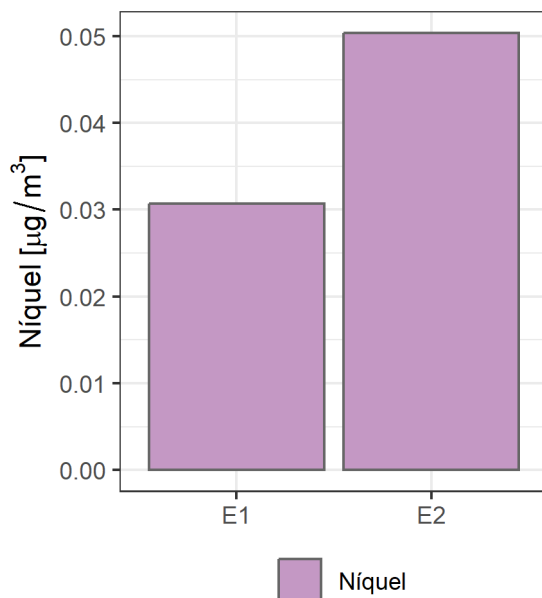


Figura 54: Concentraciones promedio de Níquel para el periodo

En la **Figura 55** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación. Todas las concentraciones son inferiores al límite normativo (no se presenta la línea correspondiente a la norma en el gráfico para facilitar la visualización de los datos).

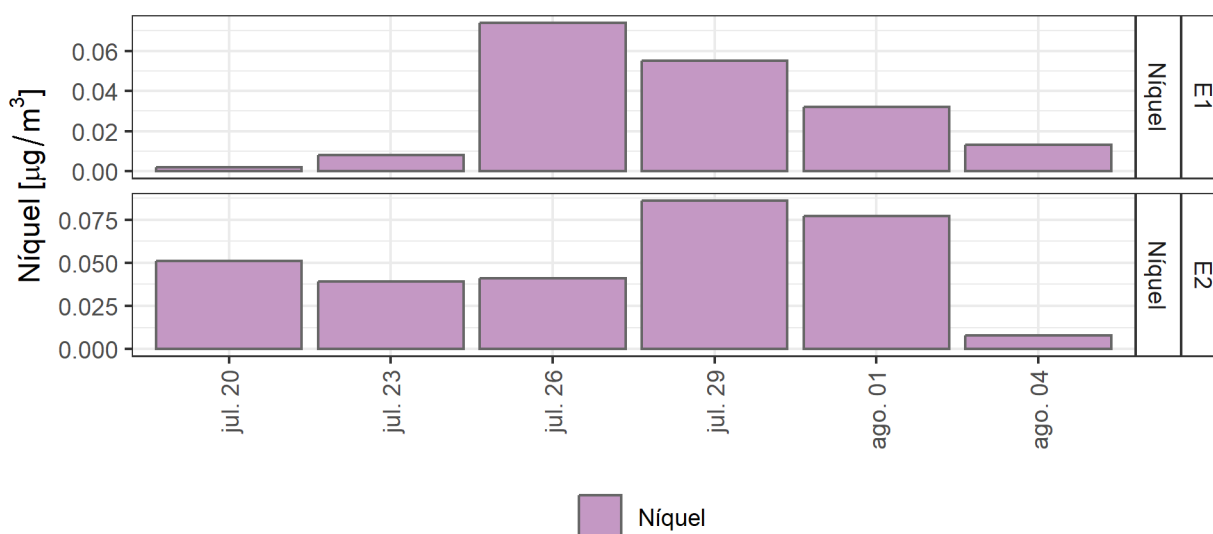


Figura 55: Concentraciones diarias de Níquel

6.16. Mercurio

En la **Tabla 23** se presentan algunos parámetros estadísticos del comportamiento del Mercurio durante el periodo. Las concentraciones máximas y mínimas registradas para este parámetro fueron 0,90 µg/m³ y 0,12 µg/m³, respectivamente.

Tabla 23: Consolidado de estadísticos para Mercurio

Est.	E1	E2
	Mercurio (D)	Mercurio (D)
Promedio	0,47	0,57
Des. est.	0,24	0,34
Mediana	0,46	0,62
Min.	0,12	0,12
Max.	0,79	0,90
Error Est.	0,096	0,14
No Dt. Válidos	6	6
Repres.	1	1

La **Figura 56** presenta las concentraciones promedio medidas durante todo el periodo en las diferentes estaciones. La estación que presentó la máxima concentración fue E2 - Nombre estación 2 con 0,57 µg/m³, valor que es inferior a la norma de 1 µg/m³ (comparación indicativa por corresponder a datos inferiores a un año).

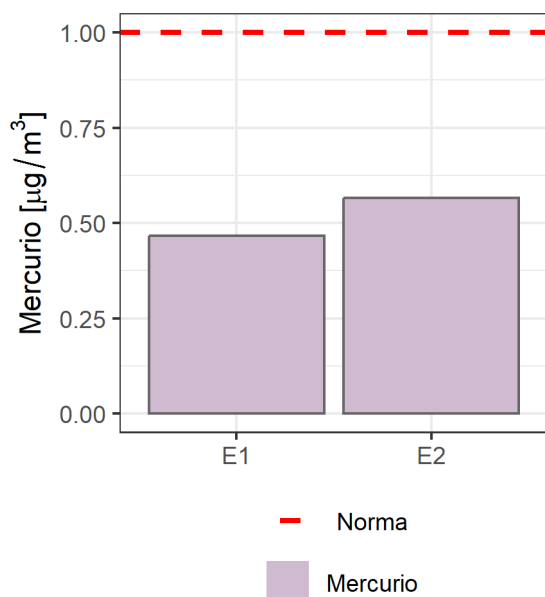


Figura 56: Concentraciones promedio de Mercurio para el periodo

En la **Figura 57** se presenta la distribución de las concentraciones para cada día y estación.

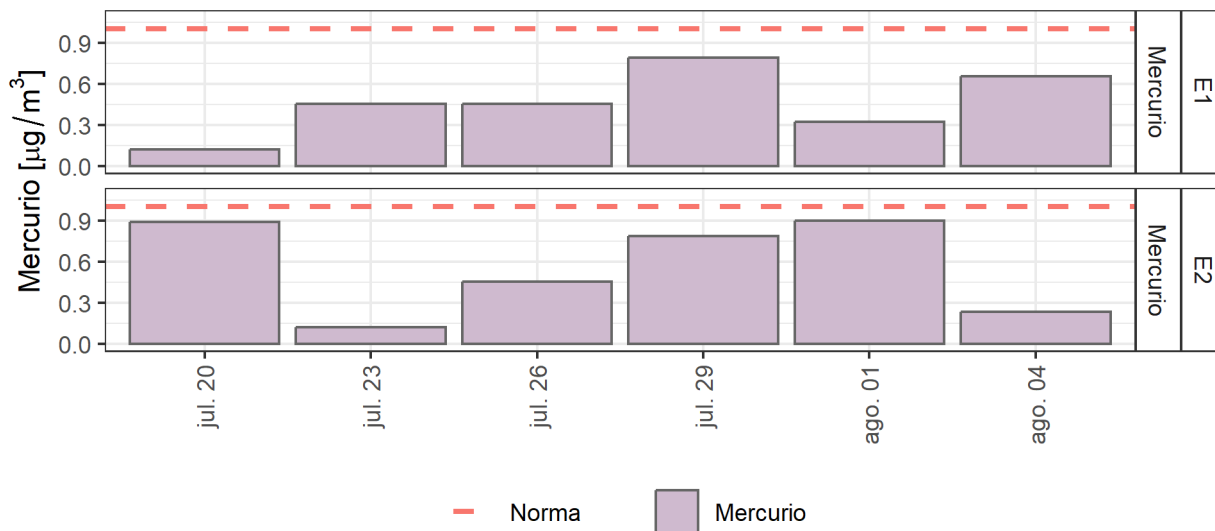


Figura 57: Concentraciones diarias de Mercurio

7. Índice de calidad del aire

El Índice de Calidad del Aire -ICA- (AQI – Air Quality Index) es un valor adimensional que oscila entre cero (0) y 500 al cual se le asigna un color. Es un indicador simple de la calidad del aire diaria que la comunica de forma efectiva. El comportamiento de un ICA se caracteriza por su relación directa con los niveles de concentración del contaminante y los efectos en la salud. Este indicador fue desarrollado por la Agencia

de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y en su última publicación de 2018 incluye seis contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), partículas menores de 10 micras (PM₁₀), partículas menores de 2,5 micras (PM_{2,5}) y Ozono (O₃). La **Tabla 24** presenta una descripción general de los efectos en salud por clasificación del ICA.

Tabla 24. Descripción general del ICA

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	EFECTOS
0 - 50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
51 - 100	Amarillo	Moderado	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud: <ol style="list-style-type: none"> Ozono troposférico: Las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire. Material particulado: Las personas con enfermedades cardiacas o pulmones, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo
151 - 200	Rojo	Dañina a la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201 - 300	Morado	Muy dañina a la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301 - 500	Marrón	Peligrosa	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

7.1. Puntos de corte del ICA¹

Teniendo en cuenta que el ICA tiene una correlación directa con los efectos en la salud, los puntos de corte del ICA son los límites correspondientes a efectos entre la salud y la calidad del aire. En este caso, se utilizan los puntos de corte establecidos por la Resolución 2254 del 2017 (**Tabla 25**).

Tabla 25: Puntos de corte del ICA.

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h µg/m ³	O ₃ 1h µg/m ^{3*}	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2,5} 24h µg/m ³	CO 8h µg/m ³	SO ₂ 1h µg/m ³	NO ₂ 1h µg/m ³
0 - 50	Verde	Buena	0 106	-	0 54	0,0 12	0,0 5094	0 93	0 100
51 - 100	Amarillo	Moderado	107 138	-	55 154	13 37	5095 10819	94 197	101 189
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para 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

¹Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá. Octubre de 2010

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h μg/m ³	O ₃ 1h μg/m ^{3*}	PM ₁₀ 24h μg/m ³	PM _{2.5} 24h μg/m ³	CO 8h μg/m ³	SO ₂ 1h μg/m ³	NO ₂ 1h μg/m ³
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

* En general, se requiere que en todas las zonas de monitoreo se reporte el ICA de Ozono de 8 horas. Sin embargo, hay un pequeño número de áreas donde el ICA basado en valores de ozono de 1 hora será más precautorio. En estos casos, además de calcular el valor del índice de ozono de 8 horas, se debe calcular el ICA de ozono de 1 hora y reportar el más alto de los dos.

** El ICA de ozono de 8 horas no será calculado para concentraciones superiores a 394 μg/m³. Para valores superiores se realiza únicamente el cálculo de ICA de ozono para 1 hora.

Fuente: Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017. MADS.

7.2. Cálculo del ICA

El ICA será calculado a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la metodología definida por la Resolución 2254 del 2017 para el cálculo del ICA. Según el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos.

$$ICA_p = \frac{I_{Alto} - I_{bajo}}{PC_{Alto} - PC_{bajo}} (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$$

Donde:

ICA_p = Índice de Calidad del Aire para el contaminante p

C_p = Concentración medida para el contaminante p

PC_{Alto} = Punto de corte mayor o igual a C_p

PC_{bajo} = Punto de corte menor o igual a C_p

I_{Alto} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al PC_{Alto}

I_{bajo} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al PC_{bajo}

7.3. Niveles del ICA

En la **Figura 58** se presentan las frecuencias con que se presentaron las diferentes categorías del índice de calidad del aire en cada una de las estaciones para los parámetros monitoreados. El máximo valor del índice de calidad del aire se registró en la estación Nombre estación 3 el 2021-08-05 para el parámetro PM_{2.5} lo que generó un índice Aceptable.



Figura 58: Distribución del índice de calidad del aire

En la **Figura 59** y **Figura 60** se presentan las series de tiempo de los índices de calidad del aire para las estaciones y variables monitoreadas.

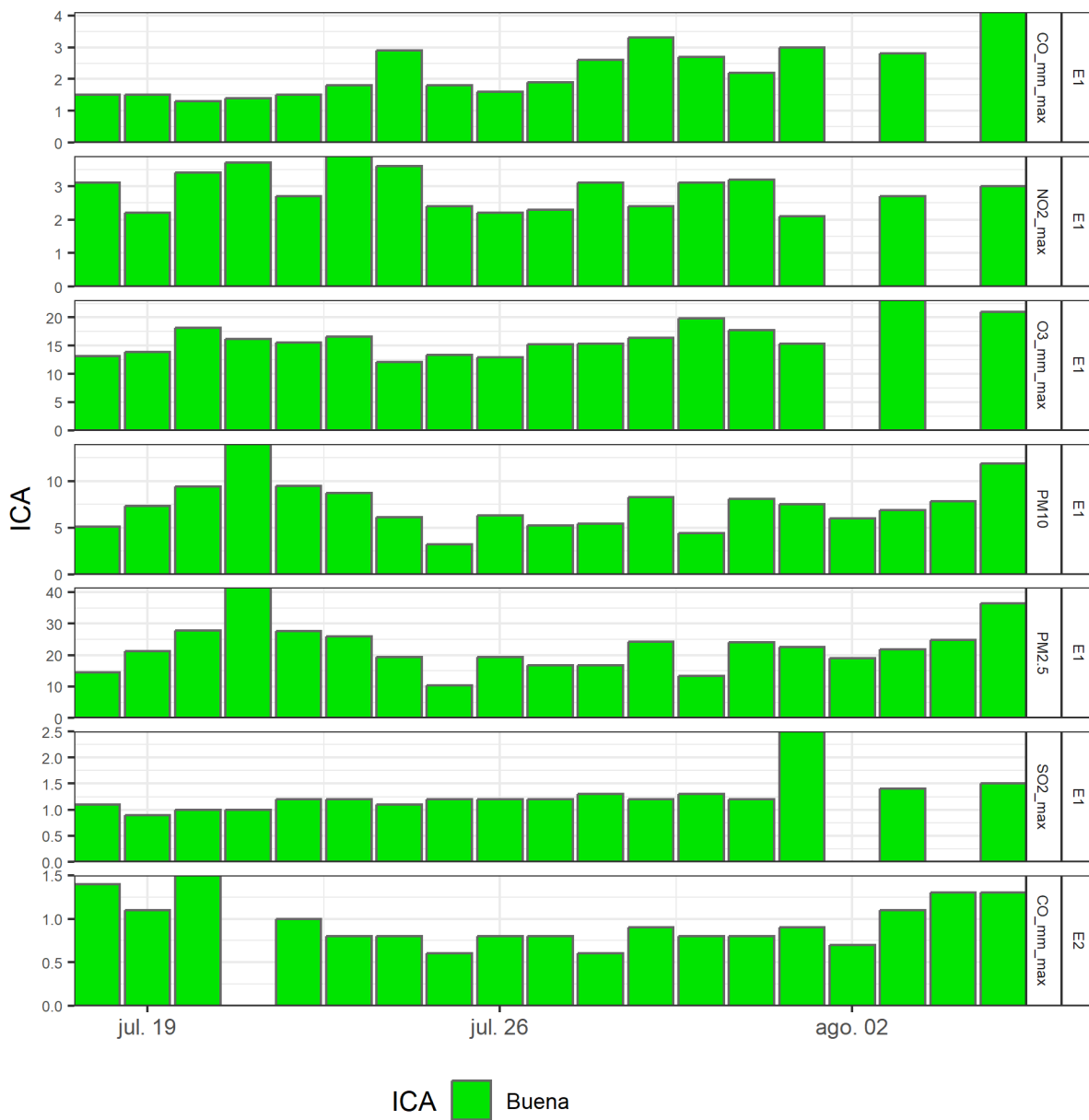


Figura 59: Series de tiempo del ICA por estación y parámetro

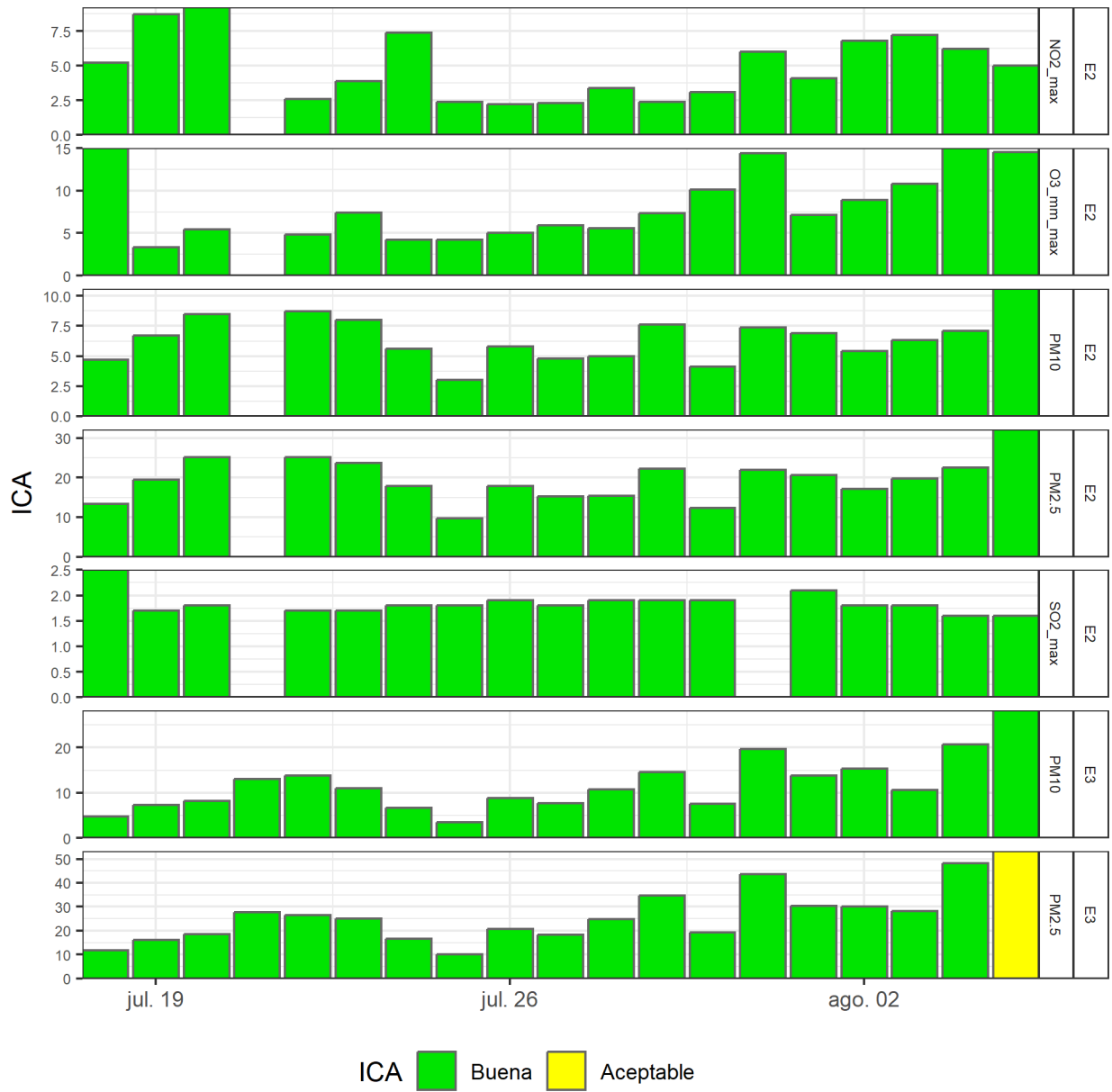


Figura 60: Series de tiempo del ICA por estación y parámetro

8. Referencias

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Resultado de concentraciones diarias de cada contaminante.

En la **Tabla 26** se presentan los datos de las concentraciones diarias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de los distintos contaminantes medidos durante el periodo.

Tabla 26: Resultado de concentraciones diarias para cada contaminante

Estación	Variable	Fecha	Concentración($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
E1	PM10	2021-07-18	5.47
E1	PM10	2021-07-19	7.87
E1	PM10	2021-07-20	10.17
E1	PM10	2021-07-21	15.08
E1	PM10	2021-07-22	10.29
E1	PM10	2021-07-23	9.39
E1	PM10	2021-07-24	6.54
E1	PM10	2021-07-25	3.51
E1	PM10	2021-07-26	6.81
E1	PM10	2021-07-27	5.63
E1	PM10	2021-07-28	5.88
E1	PM10	2021-07-29	9.01
E1	PM10	2021-07-30	4.71
E1	PM10	2021-07-31	8.72
E1	PM10	2021-08-01	8.14
E1	PM10	2021-08-02	6.45
E1	PM10	2021-08-03	7.41
E1	PM10	2021-08-04	8.44
E1	PM10	2021-08-05	12.88
E1	PM2.5	2021-07-18	3.46
E1	PM2.5	2021-07-19	5.11
E1	PM2.5	2021-07-20	6.68
E1	PM2.5	2021-07-21	9.94
E1	PM2.5	2021-07-22	6.63
E1	PM2.5	2021-07-23	6.23
E1	PM2.5	2021-07-24	4.65
E1	PM2.5	2021-07-25	2.47
E1	PM2.5	2021-07-26	4.66
E1	PM2.5	2021-07-27	4.01
E1	PM2.5	2021-07-28	4.03
E1	PM2.5	2021-07-29	5.82
E1	PM2.5	2021-07-30	3.18
E1	PM2.5	2021-07-31	5.79
E1	PM2.5	2021-08-01	5.41
E1	PM2.5	2021-08-02	4.56
E1	PM2.5	2021-08-03	5.20
E1	PM2.5	2021-08-04	5.95
E1	PM2.5	2021-08-05	8.75
E1	NO2_max	2021-07-18	6.14
E1	NO2_max	2021-07-19	4.46
E1	NO2_max	2021-07-20	6.87
E1	NO2_max	2021-07-21	7.31
E1	NO2_max	2021-07-22	5.42
E1	NO2_max	2021-07-23	7.75
E1	NO2_max	2021-07-24	7.17
E1	NO2_max	2021-07-25	4.71
E1	NO2_max	2021-07-26	4.40
E1	NO2_max	2021-07-27	4.68
E1	NO2_max	2021-07-28	6.16
E1	NO2_max	2021-07-29	4.75

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E1	NO2_max	2021-07-30	6.28
E1	NO2_max	2021-07-31	6.48
E1	NO2_max	2021-08-01	4.16
E1	NO2_max	2021-08-02	NA
E1	NO2_max	2021-08-03	5.32
E1	NO2_max	2021-08-04	NA
E1	NO2_max	2021-08-05	6.05
E1	O3_mm_max	2021-07-18	28.08
E1	O3_mm_max	2021-07-19	29.51
E1	O3_mm_max	2021-07-20	38.62
E1	O3_mm_max	2021-07-21	34.40
E1	O3_mm_max	2021-07-22	33.01
E1	O3_mm_max	2021-07-23	35.27
E1	O3_mm_max	2021-07-24	25.59
E1	O3_mm_max	2021-07-25	28.50
E1	O3_mm_max	2021-07-26	27.26
E1	O3_mm_max	2021-07-27	32.28
E1	O3_mm_max	2021-07-28	32.39
E1	O3_mm_max	2021-07-29	34.73
E1	O3_mm_max	2021-07-30	41.89
E1	O3_mm_max	2021-07-31	37.49
E1	O3_mm_max	2021-08-01	32.36
E1	O3_mm_max	2021-08-02	NA
E1	O3_mm_max	2021-08-03	49.07
E1	O3_mm_max	2021-08-04	NA
E1	O3_mm_max	2021-08-05	44.55
E1	CO_mm_max	2021-07-18	151.67
E1	CO_mm_max	2021-07-19	152.12
E1	CO_mm_max	2021-07-20	136.83
E1	CO_mm_max	2021-07-21	141.24
E1	CO_mm_max	2021-07-22	152.02
E1	CO_mm_max	2021-07-23	179.65
E1	CO_mm_max	2021-07-24	292.43
E1	CO_mm_max	2021-07-25	182.45
E1	CO_mm_max	2021-07-26	164.30
E1	CO_mm_max	2021-07-27	193.74
E1	CO_mm_max	2021-07-28	261.57
E1	CO_mm_max	2021-07-29	341.20
E1	CO_mm_max	2021-07-30	274.25
E1	CO_mm_max	2021-07-31	225.01
E1	CO_mm_max	2021-08-01	305.67
E1	CO_mm_max	2021-08-02	NA
E1	CO_mm_max	2021-08-03	281.97
E1	CO_mm_max	2021-08-04	NA
E1	CO_mm_max	2021-08-05	418.75
E1	SO2	2021-07-18	1.43
E1	SO2	2021-07-19	1.21
E1	SO2	2021-07-20	1.53
E1	SO2	2021-07-21	1.78
E1	SO2	2021-07-22	1.70
E1	SO2	2021-07-23	1.74
E1	SO2	2021-07-24	1.57
E1	SO2	2021-07-25	1.59
E1	SO2	2021-07-26	1.27
E1	SO2	2021-07-27	1.56
E1	SO2	2021-07-28	1.40
E1	SO2	2021-07-29	1.73
E1	SO2	2021-07-30	1.62
E1	SO2	2021-07-31	1.53
E1	SO2	2021-08-01	2.12

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E1	SO2	2021-08-02	NA
E1	SO2	2021-08-03	2.17
E1	SO2	2021-08-04	NA
E1	SO2	2021-08-05	2.35
E1	SO2_max	2021-07-18	2.00
E1	SO2_max	2021-07-19	1.66
E1	SO2_max	2021-07-20	1.92
E1	SO2_max	2021-07-21	1.92
E1	SO2_max	2021-07-22	2.23
E1	SO2_max	2021-07-23	2.26
E1	SO2_max	2021-07-24	2.10
E1	SO2_max	2021-07-25	2.31
E1	SO2_max	2021-07-26	2.14
E1	SO2_max	2021-07-27	2.29
E1	SO2_max	2021-07-28	2.34
E1	SO2_max	2021-07-29	2.26
E1	SO2_max	2021-07-30	2.39
E1	SO2_max	2021-07-31	2.25
E1	SO2_max	2021-08-01	4.69
E1	SO2_max	2021-08-02	NA
E1	SO2_max	2021-08-03	2.69
E1	SO2_max	2021-08-04	NA
E1	SO2_max	2021-08-05	2.76
E1	Benceno	2021-07-20	0.41
E1	Benceno	2021-07-23	0.41
E1	Benceno	2021-07-26	0.41
E1	Benceno	2021-07-29	0.41
E1	Benceno	2021-08-01	0.41
E1	Benceno	2021-08-04	0.41
E1	Tolueno	2021-07-20	1.18
E1	Tolueno	2021-07-23	4.97
E1	Tolueno	2021-07-26	0.91
E1	Tolueno	2021-07-29	0.27
E1	Tolueno	2021-08-01	0.99
E1	Tolueno	2021-08-04	0.27
E1	H2S	2021-07-18	4.18
E1	H2S	2021-07-19	4.29
E1	H2S	2021-07-20	3.68
E1	H2S	2021-07-21	3.74
E1	H2S	2021-07-22	4.25
E1	H2S	2021-07-23	2.69
E1	H2S	2021-07-24	3.78
E1	H2S	2021-07-25	2.77
E1	H2S	2021-07-26	4.52
E1	H2S	2021-07-27	3.14
E1	H2S	2021-07-28	4.09
E1	H2S	2021-07-29	4.73
E1	H2S	2021-07-30	4.42
E1	H2S	2021-07-31	NA
E1	H2S	2021-08-01	4.76
E1	H2S	2021-08-02	4.19
E1	H2S	2021-08-03	2.80
E1	H2S	2021-08-04	3.49
E1	H2S	2021-08-05	2.68
E1	NH3	2021-07-18	2.55
E1	NH3	2021-07-19	2.59
E1	NH3	2021-07-20	2.48
E1	NH3	2021-07-21	2.26
E1	NH3	2021-07-22	1.76
E1	NH3	2021-07-23	2.19

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E1	NH3	2021-07-24	2.18
E1	NH3	2021-07-25	2.17
E1	NH3	2021-07-26	2.26
E1	NH3	2021-07-27	2.20
E1	NH3	2021-07-28	2.26
E1	NH3	2021-07-29	2.16
E1	NH3	2021-07-30	2.11
E1	NH3	2021-07-31	NA
E1	NH3	2021-08-01	1.95
E1	NH3	2021-08-02	1.94
E1	NH3	2021-08-03	1.65
E1	NH3	2021-08-04	1.52
E1	NH3	2021-08-05	1.50
E1	COV	2021-07-20	6.10
E1	COV	2021-07-23	11.80
E1	COV	2021-07-26	11.30
E1	COV	2021-07-29	NA
E1	COV	2021-08-01	4.20
E1	COV	2021-08-04	NA
E1	Benzo(a)pireno	2021-07-20	0.00
E1	Benzo(a)pireno	2021-07-23	0.00
E1	Benzo(a)pireno	2021-07-26	0.00
E1	Benzo(a)pireno	2021-07-29	0.00
E1	Benzo(a)pireno	2021-08-01	0.00
E1	Benzo(a)pireno	2021-08-04	0.00
E1	HC	2021-07-20	17.60
E1	HC	2021-07-23	5.00
E1	HC	2021-07-26	6.80
E1	HC	2021-07-29	8.40
E1	HC	2021-08-01	4.30
E1	HC	2021-08-04	2.00
E1	Plomo	2021-07-20	0.05
E1	Plomo	2021-07-23	0.01
E1	Plomo	2021-07-26	0.03
E1	Plomo	2021-07-29	0.40
E1	Plomo	2021-08-01	0.03
E1	Plomo	2021-08-04	0.09
E1	Cadmio	2021-07-20	0.00
E1	Cadmio	2021-07-23	0.00
E1	Cadmio	2021-07-26	0.00
E1	Cadmio	2021-07-29	0.00
E1	Cadmio	2021-08-01	0.00
E1	Cadmio	2021-08-04	0.00
E1	Mercurio	2021-07-20	0.12
E1	Mercurio	2021-07-23	0.46
E1	Mercurio	2021-07-26	0.46
E1	Mercurio	2021-07-29	0.79
E1	Mercurio	2021-08-01	0.32
E1	Mercurio	2021-08-04	0.65
E1	Níquel	2021-07-20	0.00
E1	Níquel	2021-07-23	0.01
E1	Níquel	2021-07-26	0.07
E1	Níquel	2021-07-29	0.06
E1	Níquel	2021-08-01	0.03
E1	Níquel	2021-08-04	0.01
E2	PM10	2021-07-18	5.09
E2	PM10	2021-07-19	7.18
E2	PM10	2021-07-20	9.21
E2	PM10	2021-07-21	NA
E2	PM10	2021-07-22	9.41

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	PM10	2021-07-23	8.60
E2	PM10	2021-07-24	6.05
E2	PM10	2021-07-25	3.28
E2	PM10	2021-07-26	6.28
E2	PM10	2021-07-27	5.20
E2	PM10	2021-07-28	5.39
E2	PM10	2021-07-29	8.25
E2	PM10	2021-07-30	4.38
E2	PM10	2021-07-31	7.94
E2	PM10	2021-08-01	7.45
E2	PM10	2021-08-02	5.81
E2	PM10	2021-08-03	6.83
E2	PM10	2021-08-04	7.69
E2	PM10	2021-08-05	11.46
E2	PM2.5	2021-07-18	3.23
E2	PM2.5	2021-07-19	4.66
E2	PM2.5	2021-07-20	6.02
E2	PM2.5	2021-07-21	NA
E2	PM2.5	2021-07-22	6.05
E2	PM2.5	2021-07-23	5.69
E2	PM2.5	2021-07-24	4.27
E2	PM2.5	2021-07-25	2.33
E2	PM2.5	2021-07-26	4.29
E2	PM2.5	2021-07-27	3.67
E2	PM2.5	2021-07-28	3.70
E2	PM2.5	2021-07-29	5.32
E2	PM2.5	2021-07-30	2.96
E2	PM2.5	2021-07-31	5.27
E2	PM2.5	2021-08-01	4.95
E2	PM2.5	2021-08-02	4.10
E2	PM2.5	2021-08-03	4.75
E2	PM2.5	2021-08-04	5.39
E2	PM2.5	2021-08-05	7.73
E2	NO2_max	2021-07-18	10.42
E2	NO2_max	2021-07-19	17.49
E2	NO2_max	2021-07-20	18.35
E2	NO2_max	2021-07-21	NA
E2	NO2_max	2021-07-22	5.15
E2	NO2_max	2021-07-23	7.75
E2	NO2_max	2021-07-24	14.79
E2	NO2_max	2021-07-25	4.71
E2	NO2_max	2021-07-26	4.40
E2	NO2_max	2021-07-27	4.68
E2	NO2_max	2021-07-28	6.86
E2	NO2_max	2021-07-29	4.75
E2	NO2_max	2021-07-30	6.28
E2	NO2_max	2021-07-31	11.98
E2	NO2_max	2021-08-01	8.24
E2	NO2_max	2021-08-02	13.56
E2	NO2_max	2021-08-03	14.45
E2	NO2_max	2021-08-04	12.32
E2	NO2_max	2021-08-05	10.09
E2	O3_mm_max	2021-07-18	31.80
E2	O3_mm_max	2021-07-19	7.07
E2	O3_mm_max	2021-07-20	11.36
E2	O3_mm_max	2021-07-21	NA
E2	O3_mm_max	2021-07-22	10.15
E2	O3_mm_max	2021-07-23	15.59
E2	O3_mm_max	2021-07-24	8.87
E2	O3_mm_max	2021-07-25	8.93

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	O3_mm_max	2021-07-26	10.62
E2	O3_mm_max	2021-07-27	12.41
E2	O3_mm_max	2021-07-28	11.94
E2	O3_mm_max	2021-07-29	15.41
E2	O3_mm_max	2021-07-30	21.42
E2	O3_mm_max	2021-07-31	30.46
E2	O3_mm_max	2021-08-01	15.03
E2	O3_mm_max	2021-08-02	18.79
E2	O3_mm_max	2021-08-03	22.83
E2	O3_mm_max	2021-08-04	31.77
E2	O3_mm_max	2021-08-05	30.83
E2	CO_mm_max	2021-07-18	138.58
E2	CO_mm_max	2021-07-19	115.58
E2	CO_mm_max	2021-07-20	153.22
E2	CO_mm_max	2021-07-21	NA
E2	CO_mm_max	2021-07-22	101.01
E2	CO_mm_max	2021-07-23	85.16
E2	CO_mm_max	2021-07-24	82.07
E2	CO_mm_max	2021-07-25	59.47
E2	CO_mm_max	2021-07-26	79.17
E2	CO_mm_max	2021-07-27	81.37
E2	CO_mm_max	2021-07-28	62.93
E2	CO_mm_max	2021-07-29	88.82
E2	CO_mm_max	2021-07-30	82.75
E2	CO_mm_max	2021-07-31	80.39
E2	CO_mm_max	2021-08-01	91.19
E2	CO_mm_max	2021-08-02	66.31
E2	CO_mm_max	2021-08-03	108.10
E2	CO_mm_max	2021-08-04	132.58
E2	CO_mm_max	2021-08-05	133.11
E2	SO2	2021-07-18	2.19
E2	SO2	2021-07-19	2.34
E2	SO2	2021-07-20	2.74
E2	SO2	2021-07-21	NA
E2	SO2	2021-07-22	2.63
E2	SO2	2021-07-23	2.45
E2	SO2	2021-07-24	2.85
E2	SO2	2021-07-25	2.67
E2	SO2	2021-07-26	3.14
E2	SO2	2021-07-27	2.44
E2	SO2	2021-07-28	3.23
E2	SO2	2021-07-29	2.62
E2	SO2	2021-07-30	2.78
E2	SO2	2021-07-31	NA
E2	SO2	2021-08-01	1.81
E2	SO2	2021-08-02	1.82
E2	SO2	2021-08-03	1.48
E2	SO2	2021-08-04	1.47
E2	SO2	2021-08-05	1.20
E2	SO2_max	2021-07-18	4.67
E2	SO2_max	2021-07-19	3.13
E2	SO2_max	2021-07-20	3.32
E2	SO2_max	2021-07-21	NA
E2	SO2_max	2021-07-22	3.14
E2	SO2_max	2021-07-23	3.07
E2	SO2_max	2021-07-24	3.44
E2	SO2_max	2021-07-25	3.33
E2	SO2_max	2021-07-26	3.56
E2	SO2_max	2021-07-27	3.27
E2	SO2_max	2021-07-28	3.58

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	SO2_max	2021-07-29	3.61
E2	SO2_max	2021-07-30	3.50
E2	SO2_max	2021-07-31	NA
E2	SO2_max	2021-08-01	3.89
E2	SO2_max	2021-08-02	3.26
E2	SO2_max	2021-08-03	3.26
E2	SO2_max	2021-08-04	3.03
E2	SO2_max	2021-08-05	2.99
E2	Benceno	2021-07-20	1.47
E2	Benceno	2021-07-23	1.02
E2	Benceno	2021-07-26	0.41
E2	Benceno	2021-07-29	0.41
E2	Benceno	2021-08-01	0.41
E2	Benceno	2021-08-04	0.41
E2	Tolueno	2021-07-20	7.47
E2	Tolueno	2021-07-23	1.96
E2	Tolueno	2021-07-26	1.16
E2	Tolueno	2021-07-29	1.20
E2	Tolueno	2021-08-01	0.76
E2	Tolueno	2021-08-04	0.27
E2	H2S	2021-07-18	4.10
E2	H2S	2021-07-19	4.29
E2	H2S	2021-07-20	3.68
E2	H2S	2021-07-21	NA
E2	H2S	2021-07-22	4.25
E2	H2S	2021-07-23	3.43
E2	H2S	2021-07-24	3.58
E2	H2S	2021-07-25	3.14
E2	H2S	2021-07-26	4.49
E2	H2S	2021-07-27	2.58
E2	H2S	2021-07-28	5.46
E2	H2S	2021-07-29	5.57
E2	H2S	2021-07-30	4.50
E2	H2S	2021-07-31	3.66
E2	H2S	2021-08-01	1.33
E2	H2S	2021-08-02	3.35
E2	H2S	2021-08-03	3.27
E2	H2S	2021-08-04	2.32
E2	H2S	2021-08-05	3.98
E2	NH3	2021-07-18	1.99
E2	NH3	2021-07-19	2.04
E2	NH3	2021-07-20	2.01
E2	NH3	2021-07-21	2.33
E2	NH3	2021-07-22	2.07
E2	NH3	2021-07-23	2.17
E2	NH3	2021-07-24	2.09
E2	NH3	2021-07-25	1.60
E2	NH3	2021-07-26	2.27
E2	NH3	2021-07-27	2.09
E2	NH3	2021-07-28	2.01
E2	NH3	2021-07-29	1.96
E2	NH3	2021-07-30	2.29
E2	NH3	2021-07-31	2.12
E2	NH3	2021-08-01	1.97
E2	NH3	2021-08-02	2.09
E2	NH3	2021-08-03	2.44
E2	NH3	2021-08-04	2.74
E2	NH3	2021-08-05	2.43
E2	COV	2021-07-20	4.20
E2	COV	2021-07-23	NA

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	COV	2021-07-26	17.10
E2	COV	2021-07-29	12.50
E2	COV	2021-08-01	NA
E2	COV	2021-08-04	8.60
E2	Benzo(a)pireno	2021-07-20	0.00
E2	Benzo(a)pireno	2021-07-23	0.00
E2	Benzo(a)pireno	2021-07-26	0.00
E2	Benzo(a)pireno	2021-07-29	0.00
E2	Benzo(a)pireno	2021-08-01	0.00
E2	Benzo(a)pireno	2021-08-04	0.00
E2	HC	2021-07-20	10.40
E2	HC	2021-07-23	11.40
E2	HC	2021-07-26	12.00
E2	HC	2021-07-29	11.80
E2	HC	2021-08-01	15.20
E2	HC	2021-08-04	10.00
E2	Plomo	2021-07-20	0.01
E2	Plomo	2021-07-23	0.05
E2	Plomo	2021-07-26	0.00
E2	Plomo	2021-07-29	0.02
E2	Plomo	2021-08-01	0.00
E2	Plomo	2021-08-04	0.00
E2	Cadmio	2021-07-20	0.00
E2	Cadmio	2021-07-23	0.00
E2	Cadmio	2021-07-26	0.00
E2	Cadmio	2021-07-29	0.00
E2	Cadmio	2021-08-01	0.00
E2	Cadmio	2021-08-04	0.00
E2	Mercurio	2021-07-20	0.89
E2	Mercurio	2021-07-23	0.12
E2	Mercurio	2021-07-26	0.46
E2	Mercurio	2021-07-29	0.79
E2	Mercurio	2021-08-01	0.90
E2	Mercurio	2021-08-04	0.23
E2	Níquel	2021-07-20	0.05
E2	Níquel	2021-07-23	0.04
E2	Níquel	2021-07-26	0.04
E2	Níquel	2021-07-29	0.09
E2	Níquel	2021-08-01	0.08
E2	Níquel	2021-08-04	0.01
E2	Vel. Viento	2021-07-18	0.37
E2	Vel. Viento	2021-07-19	0.15
E2	Vel. Viento	2021-07-20	0.46
E2	Vel. Viento	2021-07-21	0.70
E2	Vel. Viento	2021-07-22	0.26
E2	Vel. Viento	2021-07-23	0.39
E2	Vel. Viento	2021-07-24	0.39
E2	Vel. Viento	2021-07-25	0.41
E2	Vel. Viento	2021-07-26	0.29
E2	Vel. Viento	2021-07-27	0.04
E2	Vel. Viento	2021-07-28	0.25
E2	Vel. Viento	2021-07-29	0.44
E2	Vel. Viento	2021-07-30	0.64
E2	Vel. Viento	2021-07-31	0.30
E2	Vel. Viento	2021-08-01	0.32
E2	Vel. Viento	2021-08-02	0.43
E2	Vel. Viento	2021-08-03	0.31
E2	Vel. Viento	2021-08-04	0.31
E2	Vel. Viento	2021-08-05	0.05
E2	Dir. Viento	2021-07-18	173.28

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	Dir. Viento	2021-07-19	181.02
E2	Dir. Viento	2021-07-20	205.00
E2	Dir. Viento	2021-07-21	186.39
E2	Dir. Viento	2021-07-22	141.77
E2	Dir. Viento	2021-07-23	203.40
E2	Dir. Viento	2021-07-24	199.86
E2	Dir. Viento	2021-07-25	199.82
E2	Dir. Viento	2021-07-26	102.10
E2	Dir. Viento	2021-07-27	71.89
E2	Dir. Viento	2021-07-28	118.84
E2	Dir. Viento	2021-07-29	200.84
E2	Dir. Viento	2021-07-30	211.00
E2	Dir. Viento	2021-07-31	230.77
E2	Dir. Viento	2021-08-01	223.28
E2	Dir. Viento	2021-08-02	200.38
E2	Dir. Viento	2021-08-03	343.58
E2	Dir. Viento	2021-08-04	295.88
E2	Dir. Viento	2021-08-05	63.05
E2	Temp.	2021-07-18	27.57
E2	Temp.	2021-07-19	27.23
E2	Temp.	2021-07-20	28.53
E2	Temp.	2021-07-21	28.71
E2	Temp.	2021-07-22	27.35
E2	Temp.	2021-07-23	27.55
E2	Temp.	2021-07-24	26.59
E2	Temp.	2021-07-25	28.49
E2	Temp.	2021-07-26	27.37
E2	Temp.	2021-07-27	28.56
E2	Temp.	2021-07-28	28.10
E2	Temp.	2021-07-29	29.32
E2	Temp.	2021-07-30	29.10
E2	Temp.	2021-07-31	28.58
E2	Temp.	2021-08-01	27.24
E2	Temp.	2021-08-02	29.21
E2	Temp.	2021-08-03	26.04
E2	Temp.	2021-08-04	28.07
E2	Temp.	2021-08-05	28.33
E2	Prec.	2021-07-18	36.20
E2	Prec.	2021-07-19	0.00
E2	Prec.	2021-07-20	0.00
E2	Prec.	2021-07-21	0.00
E2	Prec.	2021-07-22	0.00
E2	Prec.	2021-07-23	15.60
E2	Prec.	2021-07-24	64.50
E2	Prec.	2021-07-25	0.00
E2	Prec.	2021-07-26	72.70
E2	Prec.	2021-07-27	20.90
E2	Prec.	2021-07-28	0.00
E2	Prec.	2021-07-29	0.00
E2	Prec.	2021-07-30	0.00
E2	Prec.	2021-07-31	0.40
E2	Prec.	2021-08-01	0.20
E2	Prec.	2021-08-02	1.70
E2	Prec.	2021-08-03	0.00
E2	Prec.	2021-08-04	0.00
E2	Prec.	2021-08-05	0.00
E2	H. Relativa	2021-07-18	78.33
E2	H. Relativa	2021-07-19	77.59
E2	H. Relativa	2021-07-20	75.93
E2	H. Relativa	2021-07-21	76.26

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E2	H. Relativa	2021-07-22	86.92
E2	H. Relativa	2021-07-23	87.62
E2	H. Relativa	2021-07-24	90.08
E2	H. Relativa	2021-07-25	82.25
E2	H. Relativa	2021-07-26	84.96
E2	H. Relativa	2021-07-27	81.33
E2	H. Relativa	2021-07-28	81.96
E2	H. Relativa	2021-07-29	77.58
E2	H. Relativa	2021-07-30	80.33
E2	H. Relativa	2021-07-31	83.42
E2	H. Relativa	2021-08-01	89.83
E2	H. Relativa	2021-08-02	81.21
E2	H. Relativa	2021-08-03	90.50
E2	H. Relativa	2021-08-04	83.83
E2	H. Relativa	2021-08-05	82.25
E2	Presión	2021-07-18	751.12
E2	Presión	2021-07-19	751.08
E2	Presión	2021-07-20	749.29
E2	Presión	2021-07-21	749.71
E2	Presión	2021-07-22	750.29
E2	Presión	2021-07-23	750.92
E2	Presión	2021-07-24	750.88
E2	Presión	2021-07-25	751.00
E2	Presión	2021-07-26	751.58
E2	Presión	2021-07-27	751.21
E2	Presión	2021-07-28	750.21
E2	Presión	2021-07-29	749.62
E2	Presión	2021-07-30	749.62
E2	Presión	2021-07-31	749.33
E2	Presión	2021-08-01	749.50
E2	Presión	2021-08-02	750.21
E2	Presión	2021-08-03	750.96
E2	Presión	2021-08-04	750.58
E2	Presión	2021-08-05	750.58
E3	PM10	2021-07-18	5.04
E3	PM10	2021-07-19	7.92
E3	PM10	2021-07-20	8.89
E3	PM10	2021-07-21	14.07
E3	PM10	2021-07-22	14.91
E3	PM10	2021-07-23	11.90
E3	PM10	2021-07-24	7.14
E3	PM10	2021-07-25	3.71
E3	PM10	2021-07-26	9.45
E3	PM10	2021-07-27	8.17
E3	PM10	2021-07-28	11.53
E3	PM10	2021-07-29	15.80
E3	PM10	2021-07-30	8.07
E3	PM10	2021-07-31	21.33
E3	PM10	2021-08-01	14.94
E3	PM10	2021-08-02	16.50
E3	PM10	2021-08-03	11.49
E3	PM10	2021-08-04	22.37
E3	PM10	2021-08-05	30.44
E3	PM2.5	2021-07-18	2.80
E3	PM2.5	2021-07-19	3.85
E3	PM2.5	2021-07-20	4.46
E3	PM2.5	2021-07-21	6.66
E3	PM2.5	2021-07-22	6.33
E3	PM2.5	2021-07-23	6.02
E3	PM2.5	2021-07-24	3.96

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
E3	PM2.5	2021-07-25	2.45
E3	PM2.5	2021-07-26	5.00
E3	PM2.5	2021-07-27	4.39
E3	PM2.5	2021-07-28	5.92
E3	PM2.5	2021-07-29	8.33
E3	PM2.5	2021-07-30	4.61
E3	PM2.5	2021-07-31	10.49
E3	PM2.5	2021-08-01	7.28
E3	PM2.5	2021-08-02	7.20
E3	PM2.5	2021-08-03	6.74
E3	PM2.5	2021-08-04	11.58
E3	PM2.5	2021-08-05	14.12
M2	Vel. Viento	2021-07-18	0.39
M2	Vel. Viento	2021-07-19	0.17
M2	Vel. Viento	2021-07-20	0.43
M2	Vel. Viento	2021-07-21	0.66
M2	Vel. Viento	2021-07-22	0.23
M2	Vel. Viento	2021-07-23	0.47
M2	Vel. Viento	2021-07-24	0.37
M2	Vel. Viento	2021-07-25	0.31
M2	Vel. Viento	2021-07-26	0.40
M2	Vel. Viento	2021-07-27	0.17
M2	Vel. Viento	2021-07-28	0.38
M2	Vel. Viento	2021-07-29	0.35
M2	Vel. Viento	2021-07-30	0.74
M2	Vel. Viento	2021-07-31	0.28
M2	Vel. Viento	2021-08-01	0.14
M2	Vel. Viento	2021-08-02	0.38
M2	Vel. Viento	2021-08-03	0.35
M2	Vel. Viento	2021-08-04	0.30
M2	Vel. Viento	2021-08-05	0.24
M2	Dir. Viento	2021-07-18	175.01
M2	Dir. Viento	2021-07-19	159.72
M2	Dir. Viento	2021-07-20	197.47
M2	Dir. Viento	2021-07-21	193.76
M2	Dir. Viento	2021-07-22	125.30
M2	Dir. Viento	2021-07-23	211.02
M2	Dir. Viento	2021-07-24	197.97
M2	Dir. Viento	2021-07-25	203.92
M2	Dir. Viento	2021-07-26	88.19
M2	Dir. Viento	2021-07-27	86.80
M2	Dir. Viento	2021-07-28	117.53
M2	Dir. Viento	2021-07-29	203.72
M2	Dir. Viento	2021-07-30	207.15
M2	Dir. Viento	2021-07-31	236.83
M2	Dir. Viento	2021-08-01	198.18
M2	Dir. Viento	2021-08-02	208.37
M2	Dir. Viento	2021-08-03	12.89
M2	Dir. Viento	2021-08-04	305.19
M2	Dir. Viento	2021-08-05	83.09
M2	Temp.	2021-07-18	27.36
M2	Temp.	2021-07-19	26.92
M2	Temp.	2021-07-20	28.29
M2	Temp.	2021-07-21	29.57
M2	Temp.	2021-07-22	27.37
M2	Temp.	2021-07-23	27.08
M2	Temp.	2021-07-24	25.45
M2	Temp.	2021-07-25	29.84
M2	Temp.	2021-07-26	26.50
M2	Temp.	2021-07-27	28.46

Estación	Variable	Fecha	Concentración(µg/m3)
M2	Temp.	2021-07-28	28.59
M2	Temp.	2021-07-29	29.24
M2	Temp.	2021-07-30	28.48
M2	Temp.	2021-07-31	27.98
M2	Temp.	2021-08-01	27.49
M2	Temp.	2021-08-02	29.79
M2	Temp.	2021-08-03	25.97
M2	Temp.	2021-08-04	26.80
M2	Temp.	2021-08-05	28.80
M2	Prec.	2021-07-18	37.73
M2	Prec.	2021-07-19	0.00
M2	Prec.	2021-07-20	0.00
M2	Prec.	2021-07-21	0.00
M2	Prec.	2021-07-22	0.00
M2	Prec.	2021-07-23	16.00
M2	Prec.	2021-07-24	61.41
M2	Prec.	2021-07-25	0.00
M2	Prec.	2021-07-26	75.15
M2	Prec.	2021-07-27	20.57
M2	Prec.	2021-07-28	0.00
M2	Prec.	2021-07-29	0.00
M2	Prec.	2021-07-30	0.00
M2	Prec.	2021-07-31	0.42
M2	Prec.	2021-08-01	0.20
M2	Prec.	2021-08-02	1.79
M2	Prec.	2021-08-03	0.00
M2	Prec.	2021-08-04	0.00
M2	Prec.	2021-08-05	0.00
M2	H. Relativa	2021-07-18	76.94
M2	H. Relativa	2021-07-19	75.96
M2	H. Relativa	2021-07-20	74.95
M2	H. Relativa	2021-07-21	76.94
M2	H. Relativa	2021-07-22	84.75
M2	H. Relativa	2021-07-23	83.69
M2	H. Relativa	2021-07-24	85.09
M2	H. Relativa	2021-07-25	83.06
M2	H. Relativa	2021-07-26	81.63
M2	H. Relativa	2021-07-27	78.28
M2	H. Relativa	2021-07-28	81.27
M2	H. Relativa	2021-07-29	76.25
M2	H. Relativa	2021-07-30	77.70
M2	H. Relativa	2021-07-31	80.44
M2	H. Relativa	2021-08-01	87.00
M2	H. Relativa	2021-08-02	80.89
M2	H. Relativa	2021-08-03	87.84
M2	H. Relativa	2021-08-04	78.80
M2	H. Relativa	2021-08-05	81.89
M2	Presión	2021-07-18	744.79
M2	Presión	2021-07-19	743.04
M2	Presión	2021-07-20	744.67
M2	Presión	2021-07-21	768.12
M2	Presión	2021-07-22	749.88
M2	Presión	2021-07-23	742.75
M2	Presión	2021-07-24	720.67
M2	Presión	2021-07-25	786.71
M2	Presión	2021-07-26	733.12
M2	Presión	2021-07-27	745.50
M2	Presión	2021-07-28	763.29
M2	Presión	2021-07-29	747.21
M2	Presión	2021-07-30	736.50

Estación	Variable	Fecha	Concentración($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
M2	Presión	2021-07-31	734.33
M2	Presión	2021-08-01	758.54
M2	Presión	2021-08-02	765.92
M2	Presión	2021-08-03	747.92
M2	Presión	2021-08-04	719.58
M2	Presión	2021-08-05	766.83

9.2. Anexo 2: Ficha técnica de las estaciones

9.3. Anexo 3: Soporte del registro de calibraciones.

9.4. Anexo 4: Bitácora de muestreos

9.5. Anexo 5: reportes de laboratorio.

9.6. Anexo 6: Memorias de cálculo de datos.

9.7. Anexo 7: Registros del plan de calidad.

9.8. Anexo 8: Cadena de custodia de los datos.

