Reporte Trimestral de monitoreo de calidad del aire en la ciudad de La Paz, B.C.S.

Abril- Junio 2021

Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental A.C.

Introducción **3**
1.2 Descripción de la zona de estudio (La Paz, Baja California Sur) 4
1.2.1 Ubicación zona geográfica 4
1.2.2 Demografía 4
1.2.3 Clima 4
2. Monitoreo de la calidad del aire **5**
2.1 Normatividad 5
Información de monitoreo **6**
3. Red de monitoreo CERCA **6**
3.1 Comparativa límites permisibles 7
3.2 Tendencias horarias 9
4. Red de monitoreo CFE **13**
4.1. Dióxido de Nitrógeno (NO2) 14
4.2 Ozono (O3) 15
4.3 Dióxido de Azufre (SO2) 17
4.4 Material Particulado (PM10) 18
5. Datos metereológicos **20**
5. Conclusión **21**
6. Bibliografía **22**

Introducción

La contaminación presenta uno de los principales problemas en la actualidad ya que afecta a todo el planeta de manera crítica. La contaminación atmosférica es producida por fuentes que pueden ser fijas, móviles o de área, estas emiten diferentes sustancias que pueden provocar daños sobre los seres humanos y los ecosistemas, a estos se les conoce como contaminantes atmosféricos, a su vez, estos contaminantes se clasifican por sus impactos en la salud humana como contaminantes criterio, dentro de los cuales se encuentran el dióxido de nitrógeno (NO2), dióxido de azufre (SO2), ozono (O3), partículas sólidas totales (PST), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb) (COFEPRIS, 2017).

Se le denomina calidad del aire a la concentración de los contaminantes que han sido emitidos, transportados y difundidos en la atmósfera y que llegan a un receptor, así mismo también se pueden definir índices de calidad del aire que hagan referencia a una determinada concentración de contaminantes y a su afectación a la salud (Organización Mundial de la Salud, 2016; SEMARNAT, 2013). La emisión y dispersión de contaminantes afecta la calidad del aire no solo a nivel local, sino también a nivel regional y global, ya que debido a que las variaciones del clima afectan al movimiento y dispersión de estos. La Organización Mundial de la Salud en 1999 definió la contaminación del aire como "sustancias depositadas por las actividades humanas con suficiente concentración como para causar influencias perjudiciales para la salud, la vegetación, el rendimiento de cultivos agrícolas, propiedades o interferir con el disfrute de las propiedades". Las sustancias naturales o artificiales que contaminan el medio ambiente se denominan contaminantes (Mukherjee 2002).

Debido a los efectos que la mala calidad del aire puede tener en la salud, se han creado sistemas de información que muestre el estado de la contaminación y así poder actuar de forma correctiva y/o preventiva (ProAire, 2018). En la Ciudad de La Paz, durante las últimas décadas se ha visto un rápido crecimiento poblacional y muy poca planeación urbana, de manera que se ha notado un incremento en emisiones dando resultado a la afectación de la calidad de aire, principalmente por la emisión de gases vehiculares, por la emisión de cenizas de las termoeléctricas locales (Central de Combustión Interna, y Central Termoeléctrica Punta Prieta), y por la resuspensión de partículas del suelo por tracción vehicular (CICIMAR, 2013). En el presente documento se muestra la información de calidad del aire recopilada en el segundo trimestre del año 2021, esto a través de casetas de monitoreo CFE y la red ciudadana de CERCA.

1.2 Descripción de la zona de estudio (La Paz, Baja California Sur)

1.2.1 Ubicación zona geográfica

La Paz, Baja California Sur, es la capital del estado y está ubicada al sur de la península de Baja California a 210 km al sur de Ciudad Constitución, municipio de Comondú y 202 km al norte de San Lucas, municipio de Los Cabos, en 24°09' latitud norte y 110°19'' longitud oeste.

1.2.2 Demografía

De acuerdo al último censo de INEGI, la población de la ciudad de La Paz al 15 de marzo de 2020 es de 292, 241 habitantes, de los cuales 145, 828 (49.9%) corresponde a la población femenina y 146, 413 (50.1%) a masculina (INEGI, 2020). Es el segundo municipio con mayor población del estado de Baja California Sur.

1.2.3 Clima

La ciudad de La Paz se caracteriza por ser una zona con muy poca precipitación, aproximadamente 216 mm al año, donde la temporada de lluvia se presenta durante julio, agosto y septiembre, también se presentan pequeñas lluvias durante los meses de diciembre y enero (Bermúdez, 2017).

El comportamiento del viento durante los meses de abril a octubre por las mañanas predomina la dirección sureste y por la tarde dirección suroeste, durante el resto del año las direcciones predominantes son con dirección noroeste y sur (Velasco García 2009). La temperatura media más alta en la bahía de La Paz fluctúa entre los 27 y 30°C, esto durante los meses de agosto y septiembre, la media más baja es de 17°C durante el mes de enero y febrero (SDEMARN 2016).

2. Monitoreo de la calidad del aire

2.1 Normatividad

Los límites utilizados para el análisis de los datos son los correspondientes a la normatividad mexicana vigente aplicable para los contaminantes monitoreados en la red de CERCA y las casetas de monitoreo de CFE, que corresponden a dióxido de azufre (SO2), material particulado (PM10 y PM2.5). En el caso del monitoreo de las casetas de CFE, al contar únicamente con los promedios diarios, solo es aplicable la NOM-022-SSA1-2019 y NOM-025-SSA1-2014, sin embargo, para el ozono y el dióxido de nitrógeno, que no especifican este promedio, se utilizan valores de referencia especificados por el consejo nacional de investigación estadounidense, niveles de orientación para emergencias públicas a corto plazo (SPEGL),para el NO2 y los niveles de guía de exposición de emergencia (EEGL), para el caso del O3.

Norma oficial mexicana	Especificaciones de las NOM	Recomendaciones OMS
Dióxido de azufre (SO2)		
NOM-022-SSA1-2019	• 0.075 ppm (196.5 µg/m³) promedio aritmético horario • 0.04 ppm (104.8 µg/m³) como promedio de 24 horas	• 20 µg/m3 media en 24h • 500 µg/m3 de media en 10 min
Material particulado (PM10)		
NOM-025-SSA1-2014	• 75 µg/m3 en promedio de 24h • 40 µg/m3, como promedio anual	• 20 µg/m3 de media anual • 50 µg/m3 de media en 24h
Material particulado (PM2.5)		
NOM-025-SSA1-2014	• 45 µg/m3 en promedio de 24h • 12 µg/m3, como promedio anual	• 10 µg/m3 de media anual • 25 µg/m3 de media en 24h

Niveles	Especificaciones de la CDC
Dióxido de nitrógeno (NO2)	
Niveles de orientación para emergencias públicas a corto plazo (SPEGL)	• SPEGL de 24 horas: 0.04 ppm
Ozono (O3)	
Niveles de guía de exposición de emergencia (EEGL)	• EEGL de 24 horas: 0.1 ppm

Información de monitoreo

3. Red de monitoreo CERCA

La red de monitoreo de CERCA consta de 8 ubicaciones dentro de la ciudad, dentro de estas se encuentran instalados 7 monitores y 2 estaciones meteorológicas. Los monitores son de la marca PurpleAir PA-II-SD y monitorean material particulado PM10 y PM2.5.

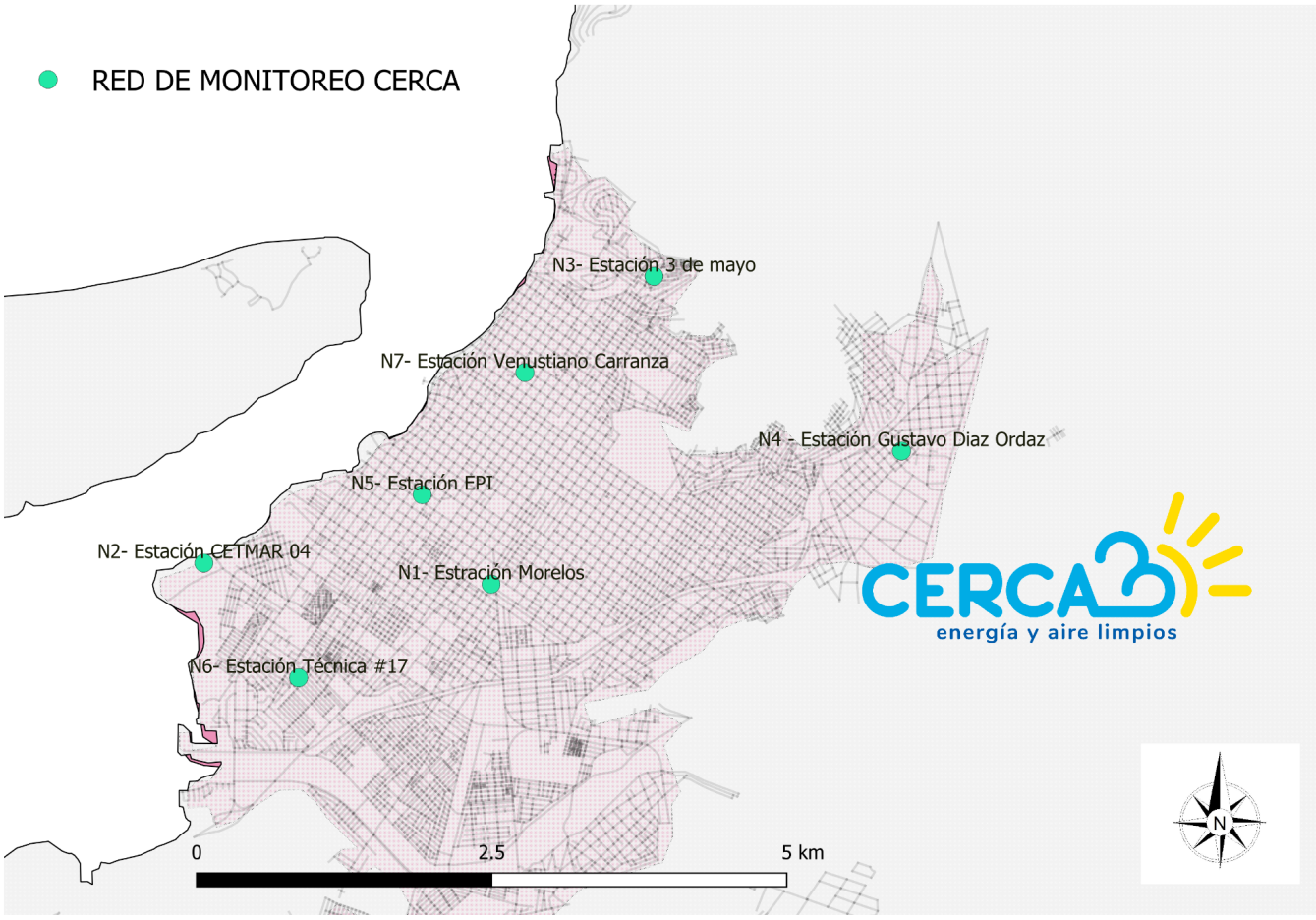


Figura 3.1. Red de monitoreo CERCA

3.1 Comparativa límites permisibles

Material Particulado 10

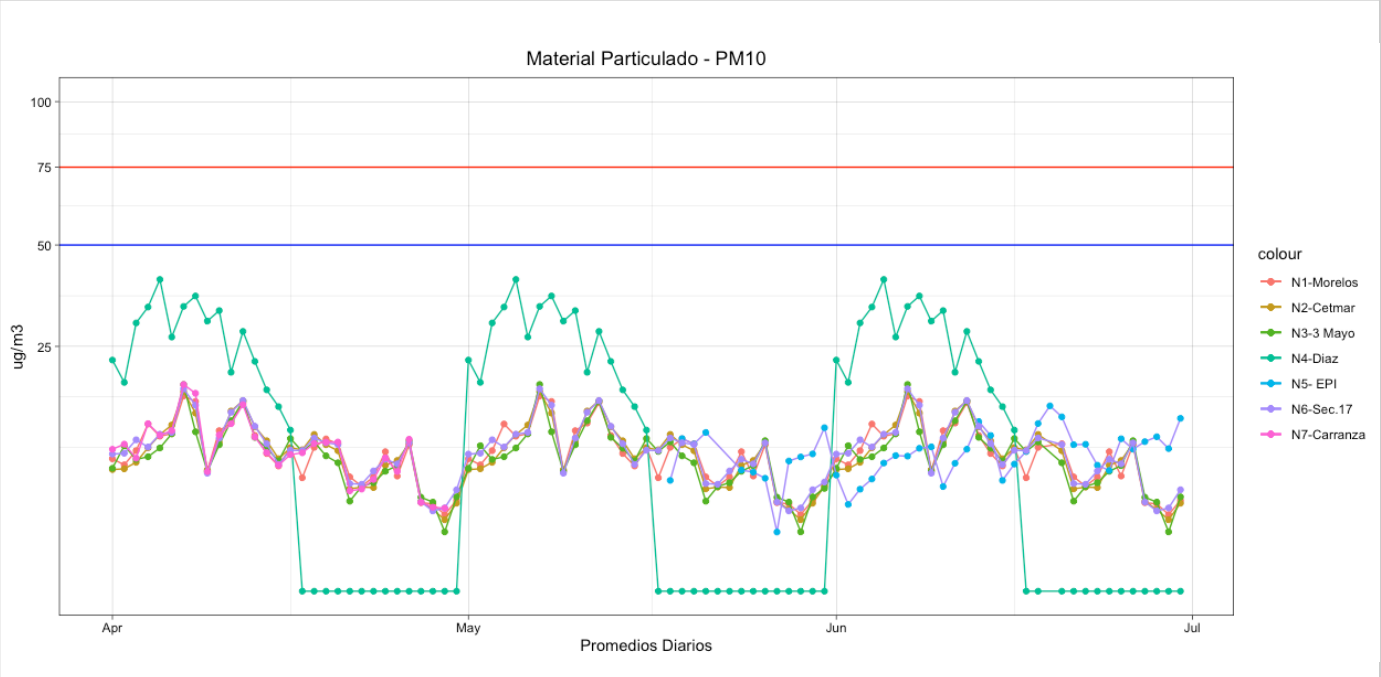


Figura 3.1.1.- Comportamiento de promedios diarios durante el trimestre, para PM10
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-025-SSA1-2014 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

Utilizando en las estaciones mostradas en figura 3.1.1 sistemas PurpleAir para la medición de PM10 y haciendo promedios diarios, se observaron oscilaciones similares en todas las estaciones, a excepción de estación Primaria Díaz Ordaz presentando valores por encima de las demás, así como valores registrados en *0*. En cuestión de límites, se registraron valores debajo de recomendaciones internacionales y normas nacionales

Material particulado 2.5

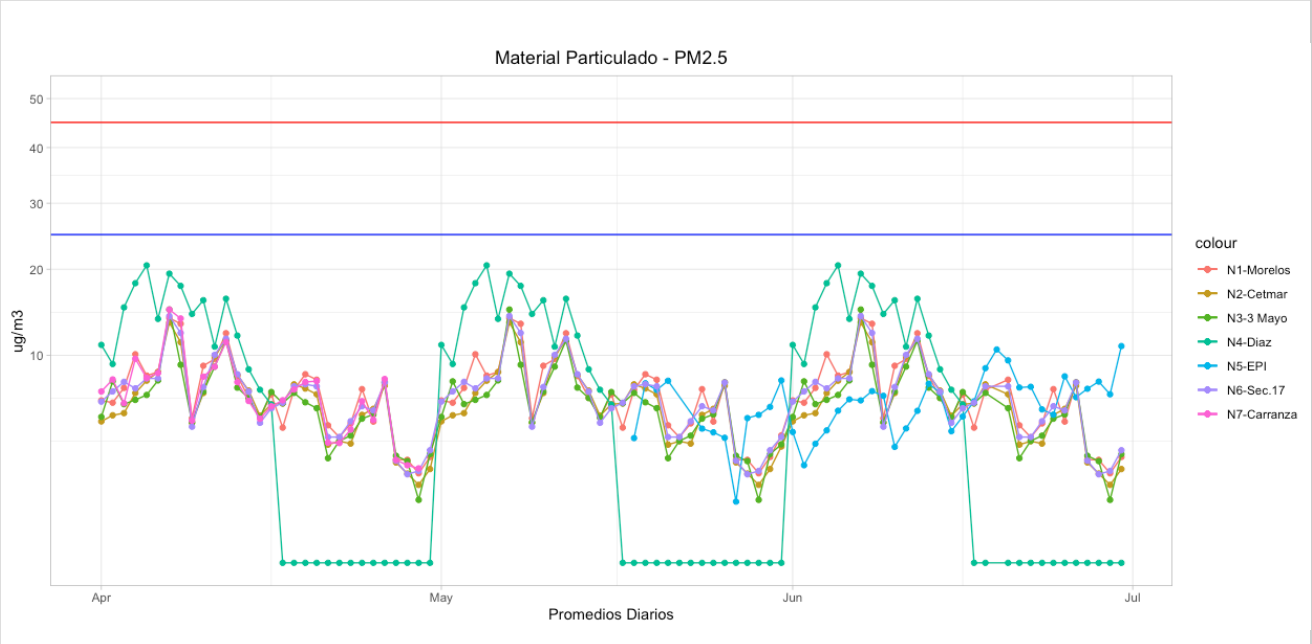
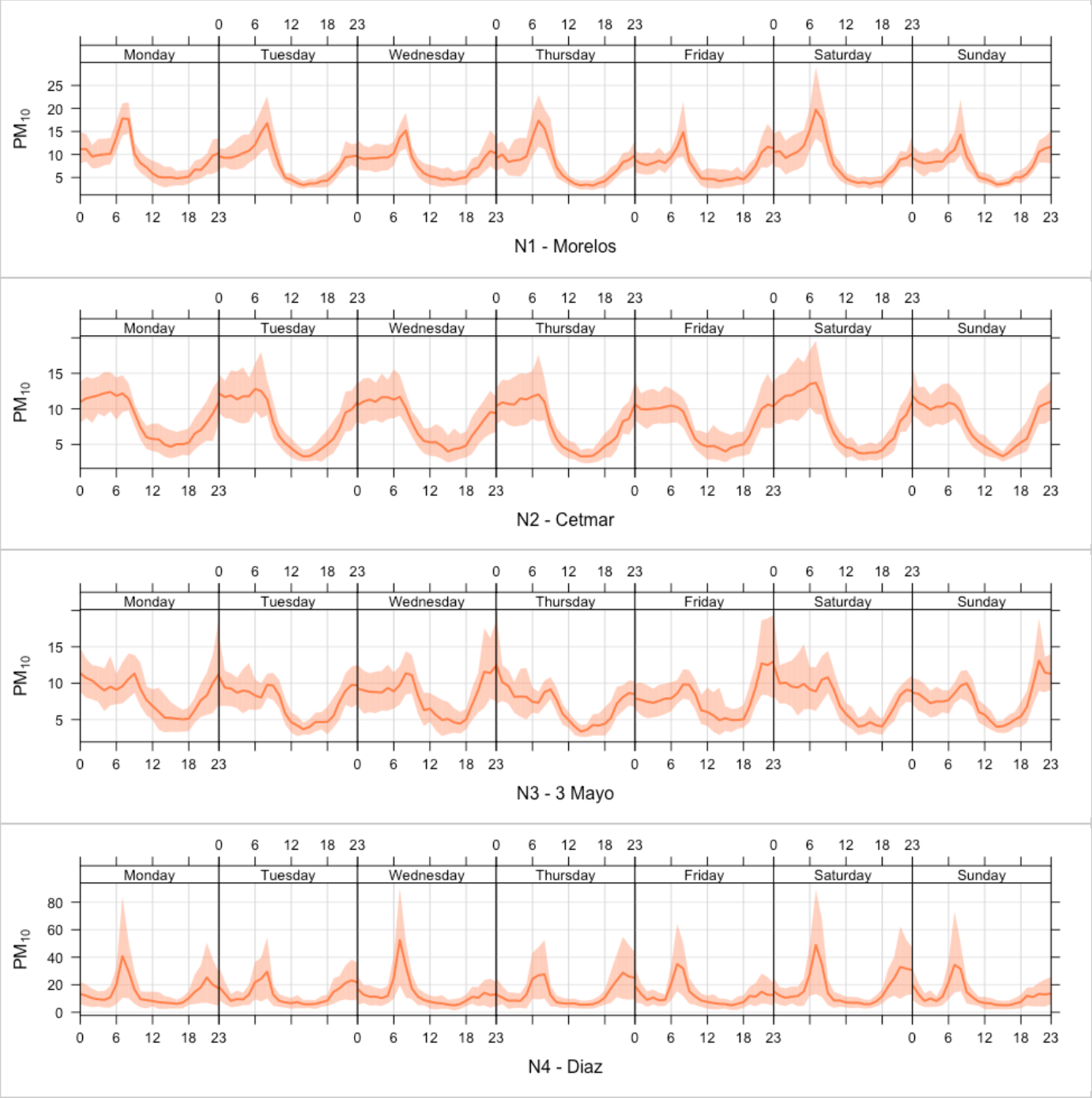


Figura 3.1.2.- Comportamiento de promedios diarios durante el trimestre, para PM2.5
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-025-SSA1-2014 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

Uno de los principales parámetros en la observación de mediciones de material particulado, es que deben existir la misma tendencia entre ambos tamaños (10 y 2.5 micras), debido a que su principal diferencia es el tamaño y no su comportamiento o fuentes de emisiones. Dicho este punto en las estaciones mostradas en figura 3.1.2 a través de sistemas Purple Air, haciendo promedios diarios de concentraciones PM25., al igual que la figura anterior se observaron oscilaciones similares en todas las estaciones, en este segundo trimestre sólo la estación "Díaz Ordaz" estuvo cerca de presentar promedios diarios arriba de la recomendación internacional. Sin embargo, para los límites nacionales no se presentaron incumplimientos, para realizar un correcto análisis se tendrá que recolectar información de un año calendario completo.

3.2 Tendencias horarias

Material particulado 10



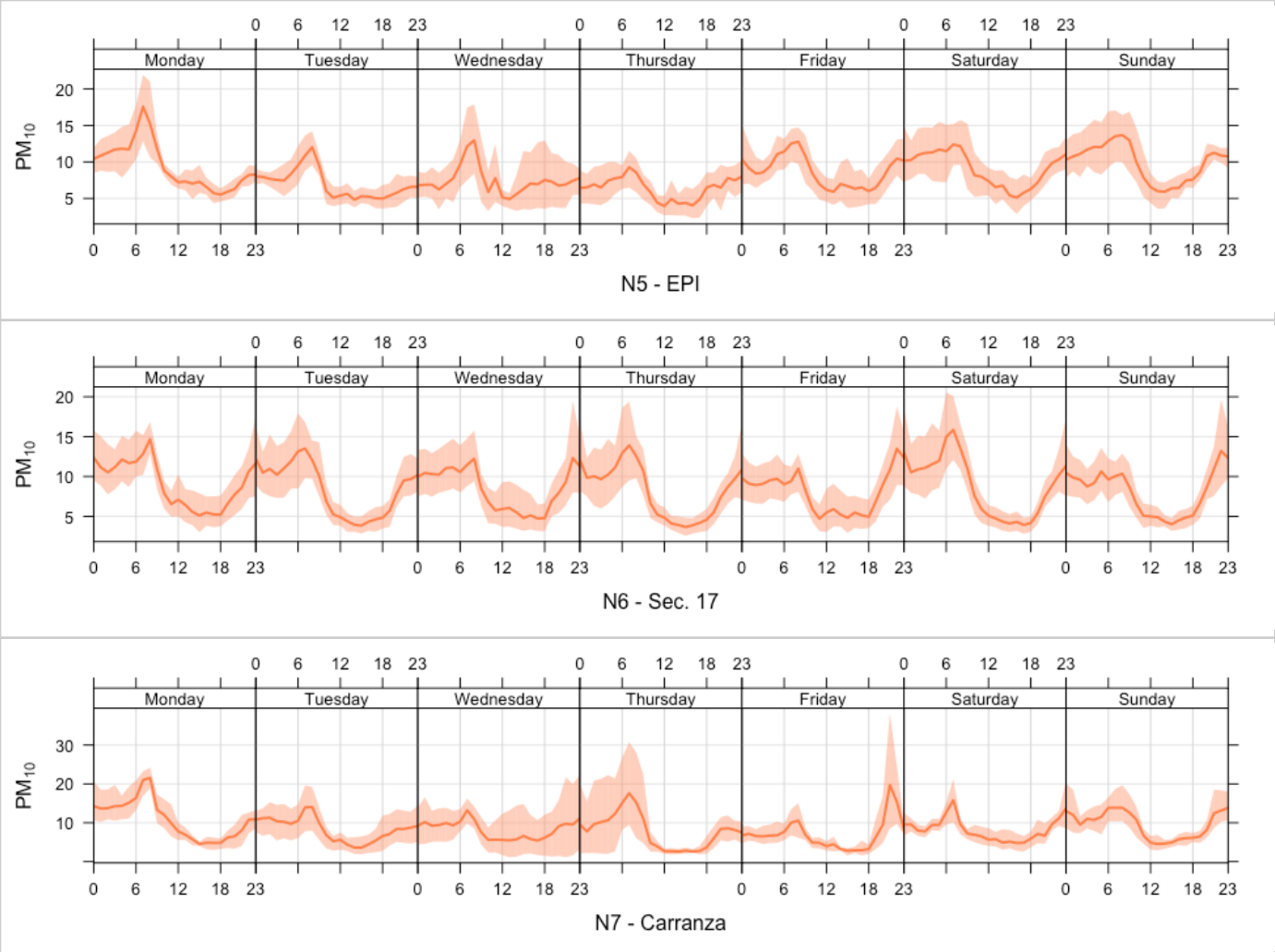
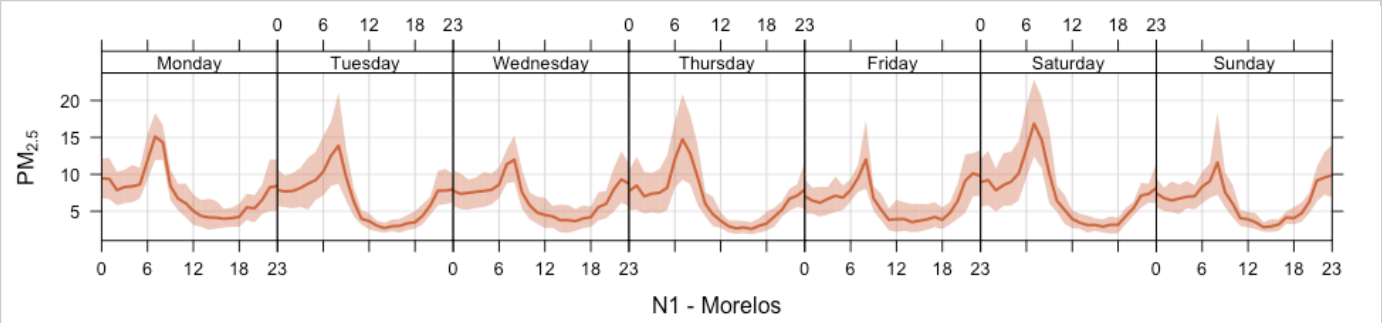
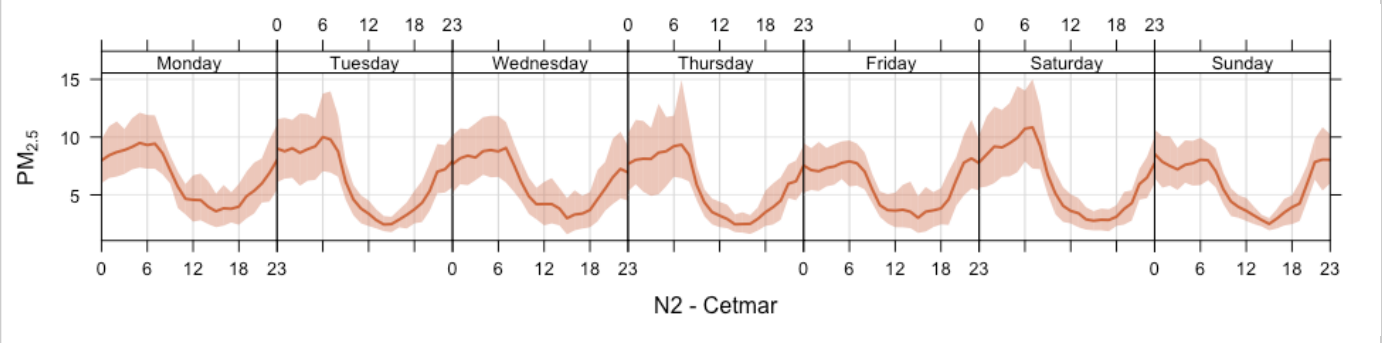


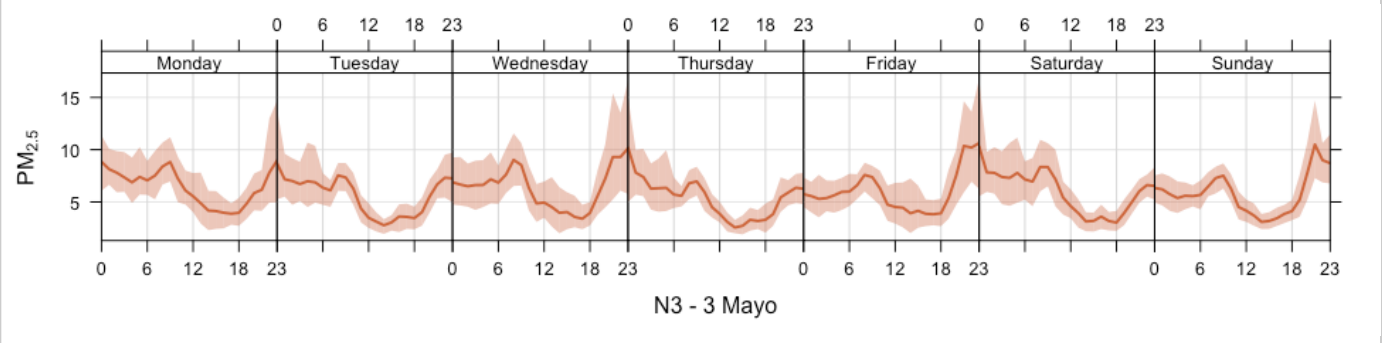
Figura 3.2.1.- Comportamiento de promedios horarios por durante el trimestre, para material particulado 10

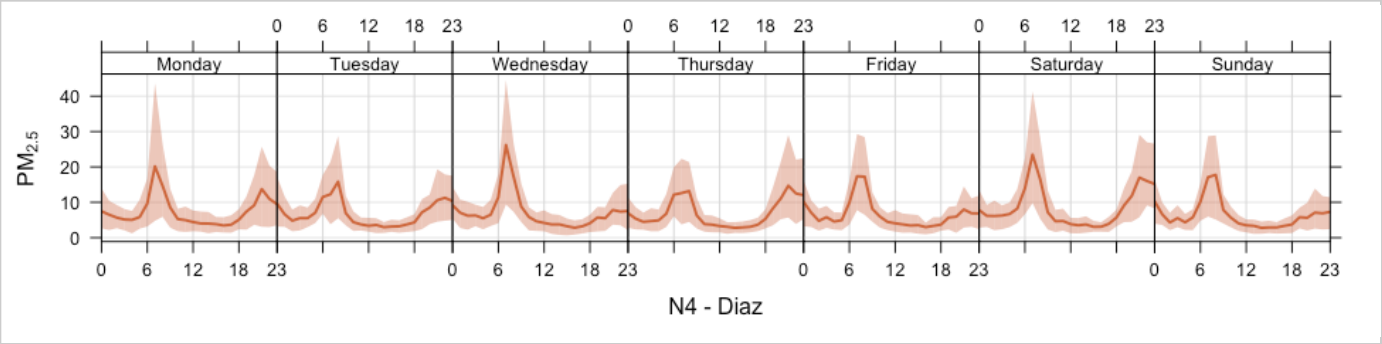
En la figura 3.2.1 se pueden observar oscilaciones durante el transcurso de la semana, los valores gráficos son promedios horarios realizados a todas las estaciones de monitoreo. El comportamiento más frecuente son valores bajos durante la tarde (12-18 hrs aproximadamente) mientras que por la noche y mañana los valores presentan tendencia positiva.

Material Particulado 2.5









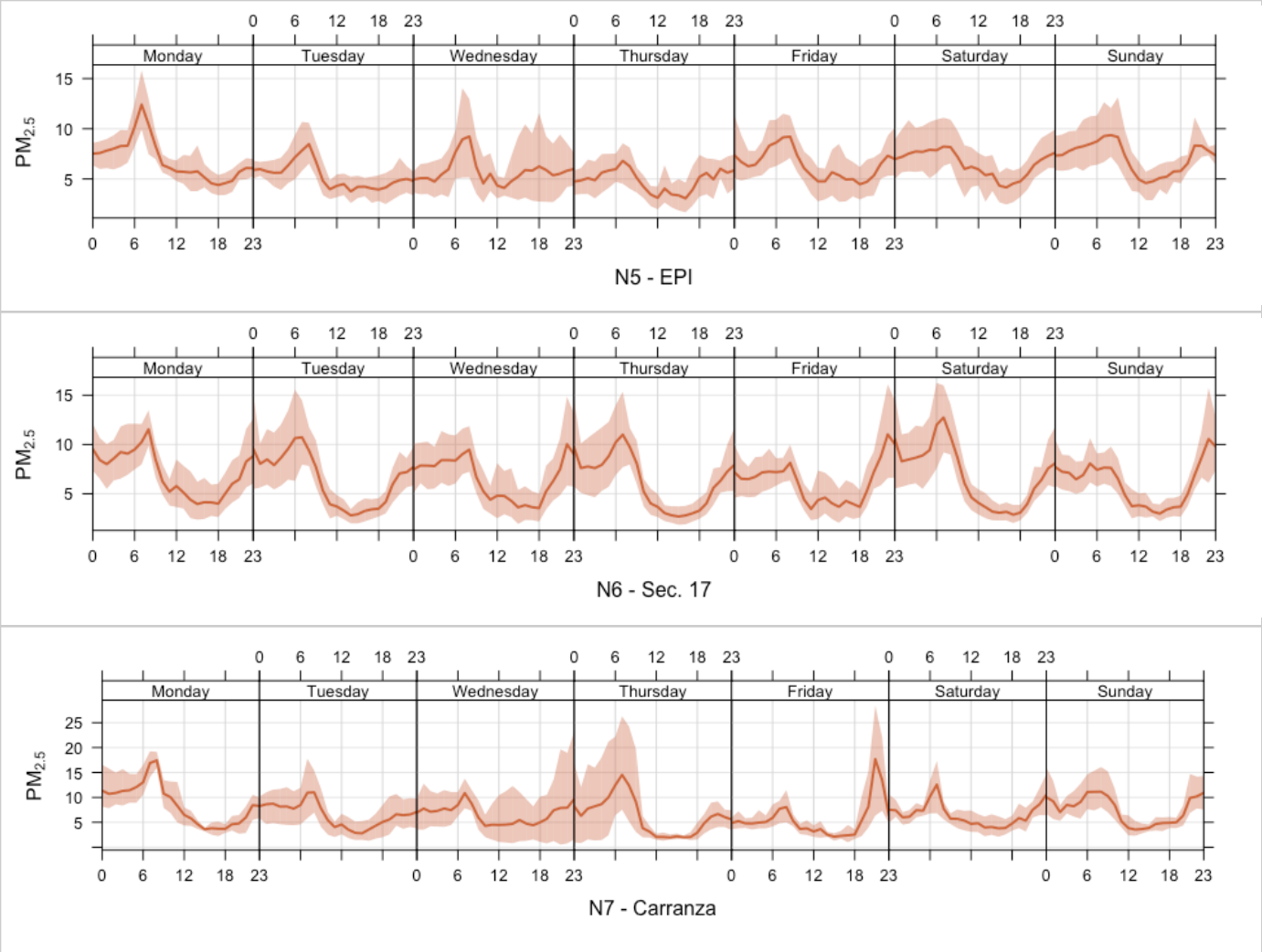


Figura 3.2.2.- Comportamiento de promedios diarios durante el trimestre, para material particulado 2.5

En la figura 3.2.2 se pueden observar oscilaciones de PM2.5 durante el transcurso de la semana parecidos a las de PM10 , los valores gráficos son promedios horarios realizados a todas las estaciones de monitoreo. Al igual que en PM10 se puede observar un aumento durante la noche-madrugada de todos los días y un declive a partir de las 10 hrs aproximadamente.

4. Red de monitoreo CFE

El presente apartado muestra un resumen estadístico con información de las casetas de monitoreo de CFE, recopilada a través de herramientas de transparencia. La información data de 1ero abril a 30 de junio del año en curso, el documento analizará la información en dos partes: primeramente comparar las concentraciones de contaminantes con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y sus lineamientos, como segunda etapa se analizará la tendencia en series de tiempo, con el fin de ver pendientes positivas o negativas.

Actualmente Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuenta con 3 estaciones de monitoreo es la ciudad de La Paz instaladas en 2005 y funcionando hasta la actualidad, estas estaciones miden constantemente SO2, NOx y O3, así mismo, se cuenta con un equipo manual se miden partículas de tamaño menor o igual a 10 micras (PM10), la estación 1 (E1) se encuentra al lado norte de la central termoeléctrica Punta Prieta, las estaciones 2 (E2) y 3 (E3), se encuentran dentro de la zona urbana de la ciudad de La Paz (Figura 4).

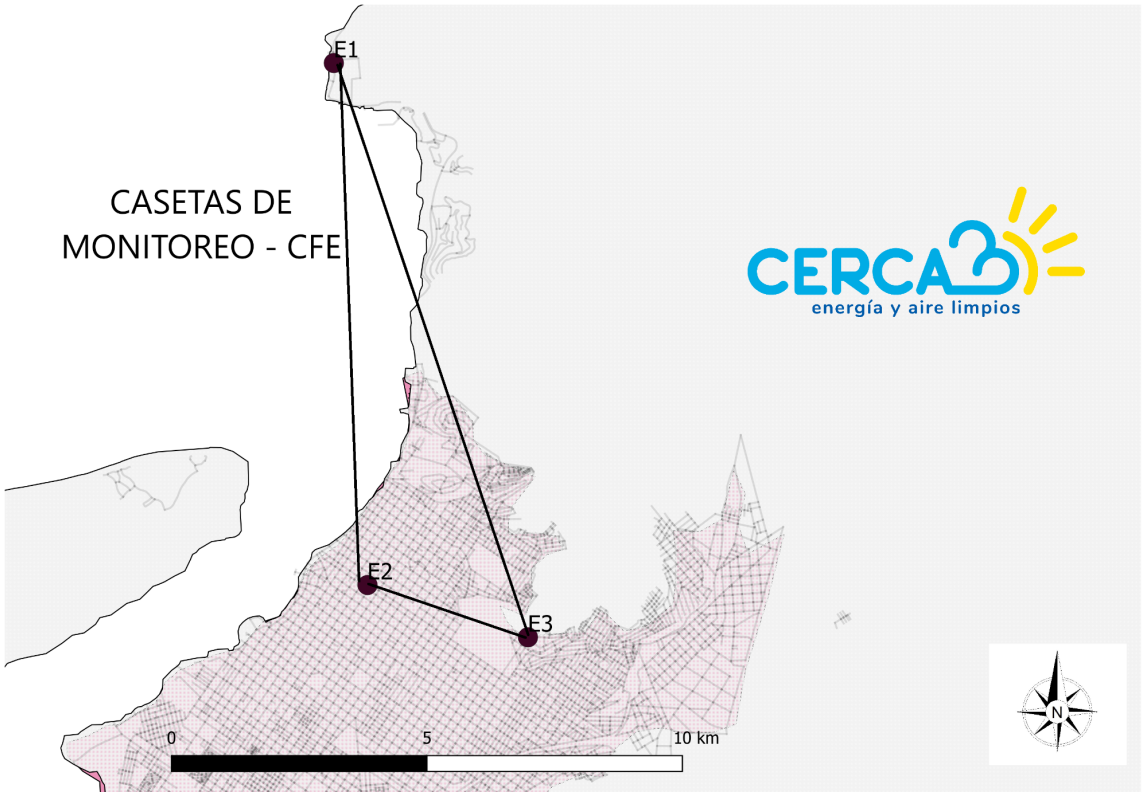


Figura 4.- Distribución estaciones de monitoreo CFE y distribución urbana (Lt Consulting, 2018)

4.1. Dióxido de Nitrógeno (NO2)

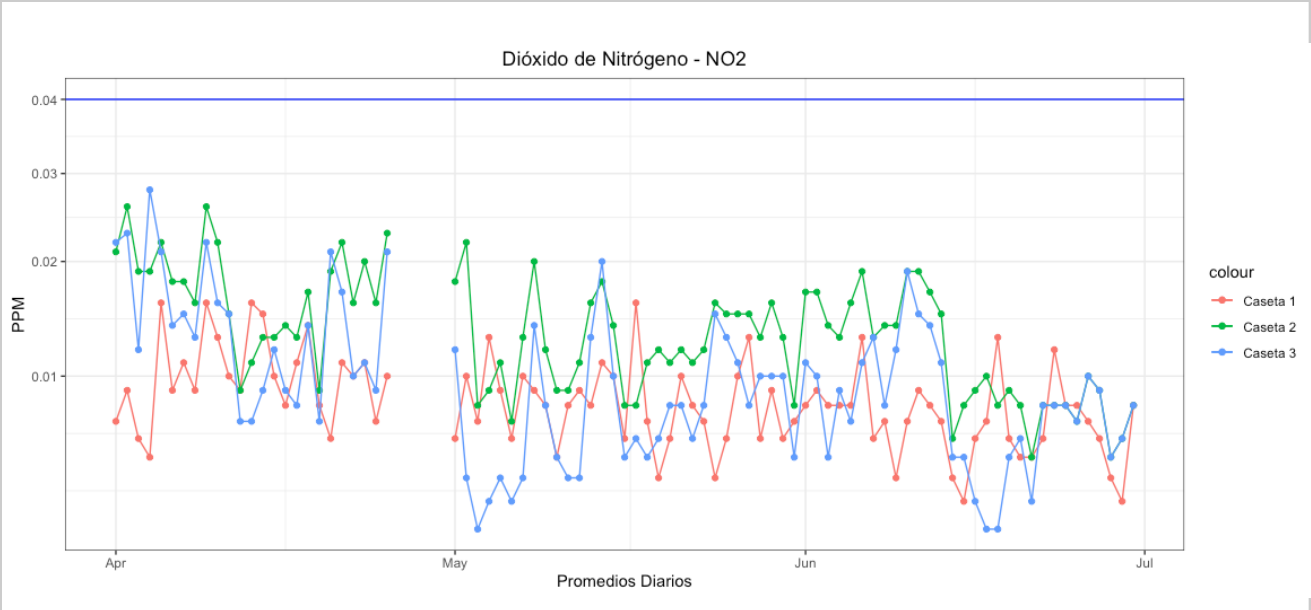


Figura 4.1.1.- Comportamiento de promedios diarios en el año en curso, para dióxido de nitrógeno
NOTA: La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (CDC, 1994)

El caso de dióxido de nitrógeno no se utilizaron niveles establecidos por las NOM's u OMS para poder evaluar su incumplimiento, esto debido a que la normatividad indica su metodología en promedios horarios, sin embargo, en figura 4.1.1 se observa el comportamiento de las mediciones teniendo como límite la recomendación de CDC. Con esto vemos picos de estación 2 más cercanos a la recomendación que los demás, aunque todos muestran mismas tendencias y valores similares. A finales de abril se muestra ausencia de información, el cual se reporta debido a un mantenimiento programado en las 3 estaciones durante los mismo días.

Tendencia histórica

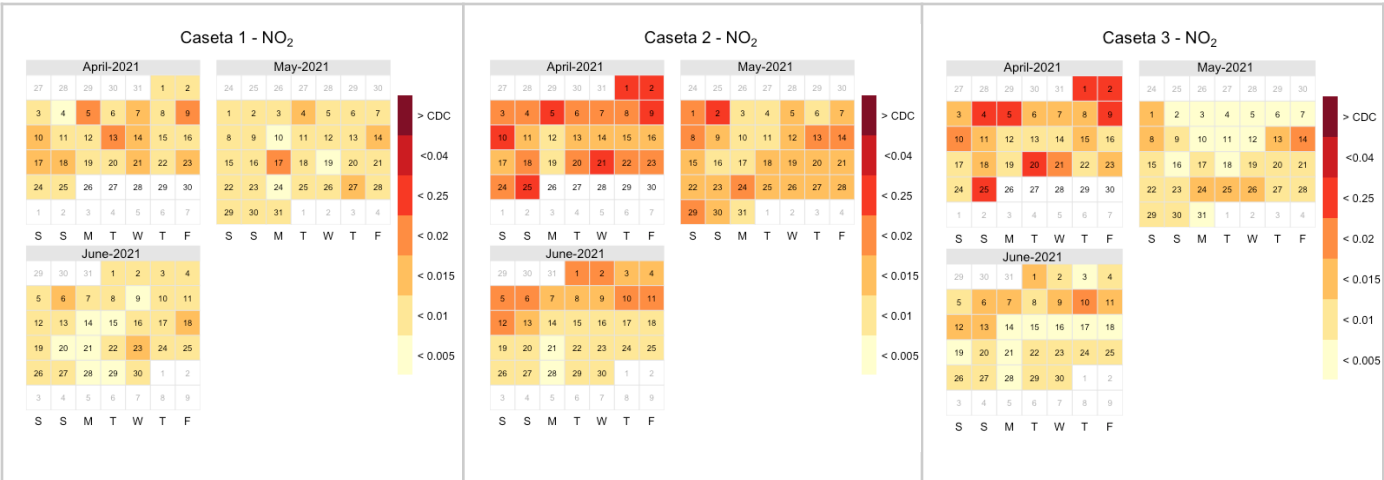


Figura 4.1.2.- Comportamiento de promedios diarios en el año en curso, para dióxido de nitrógeno
NOTA: El límite marcado como “>CDC” marca la recomendación internacional (CDC, 1994)

Al igual que en el gráfico anterior los valores de NOM y OMS no se utilizan para evaluar los de niveles de contaminación, los promedios diarios de CFE no pueden ser comparados directamente. Como se muestra en la figura. 4.1.2 en relación a recomendaciones establecidas por la CDC, no hubo valores en ningún promedio diario que sobrepasaron la recomendación internacional, sólo se observa como caseta 2 y llega a tener valores más altos durante abril.

4.2 Ozono (O3)

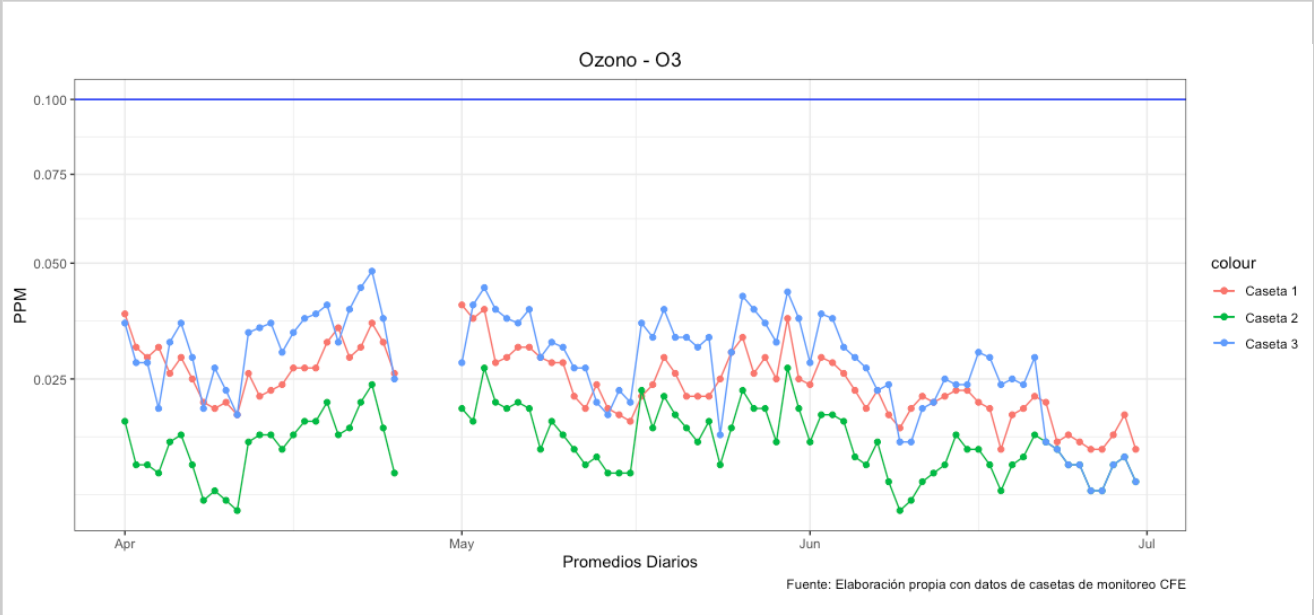


Figura 4.2.1- Comportamiento de promedios diarios en el año en curso, para Ozono (O3) en las 3 estaciones CFE. NOTA: La línea continua “-----” marca la recomendación internacional (CDC, 1994)

El contaminante Ozono no puede ser cuantificado en sus valores que sobrepasaron los límites nacionales, debido a que la normatividad indica necesario contar con promedios móviles de 8 horas, sin embargo, la figura 4.2.1 sirve para observar el comportamiento del contaminante en relación a la recomendación establecida por CDC, las líneas de tendencia se obtuvieron a partir de promedios diarios. Se puede observar una caseta 2 con niveles más bajos que las demás, por otra parte la caseta 1 y 3 constantemente tuvieron valores superiores pero bajos en relación a las recomendaciones internacionales.

Tendencia histórica

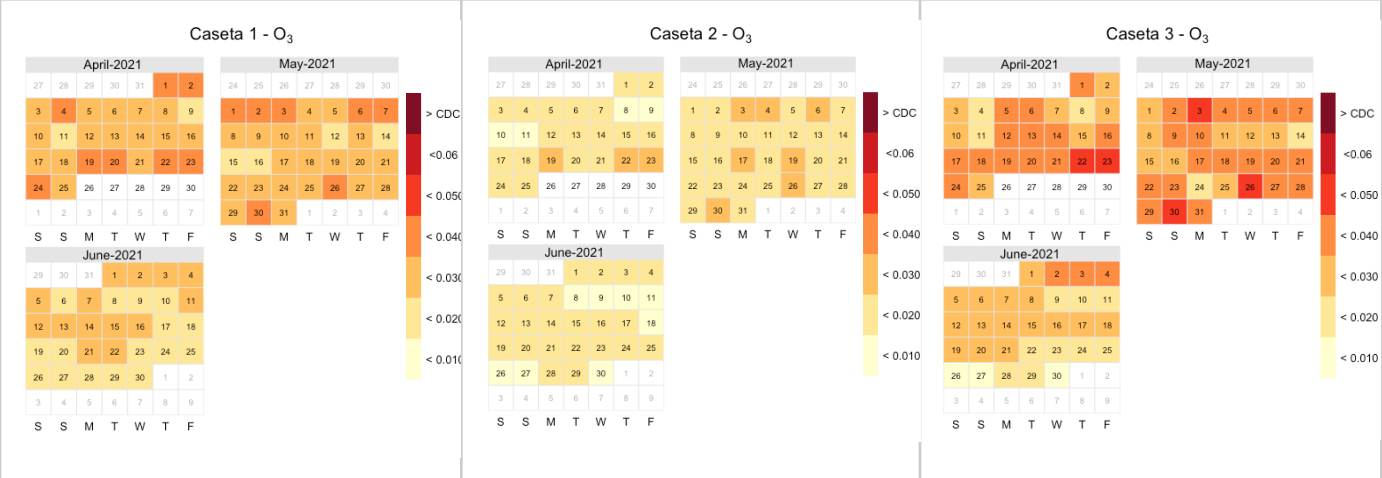


Figura 4.2.2.- Comportamiento de promedios diarios por el año en curso, para Ozono (O3) en las 3 estaciones CFE. NOTA: El límite marcado como ">CDC" marca la recomendación internacional (CDC, 1994)

Al igual que en el gráfico anterior los valores de NOM y OMS sólo se utilizan para tener contexto de niveles de contaminación, los promedios diarios de CFE no pueden ser comparados directamente con los móviles 8 horas requeridos. Como se muestra en la figura. 4.2.2 no hubo valores en ningún promedio diario que sobrepasaron la recomendación internacional, sólo se observa como caseta 2 llega a tener los valores más bajos, y en el mes de mayo hay una tendencia positiva, también en caseta 3 se presentaron los valores más altos.

4.3 Dióxido de Azufre (SO2)

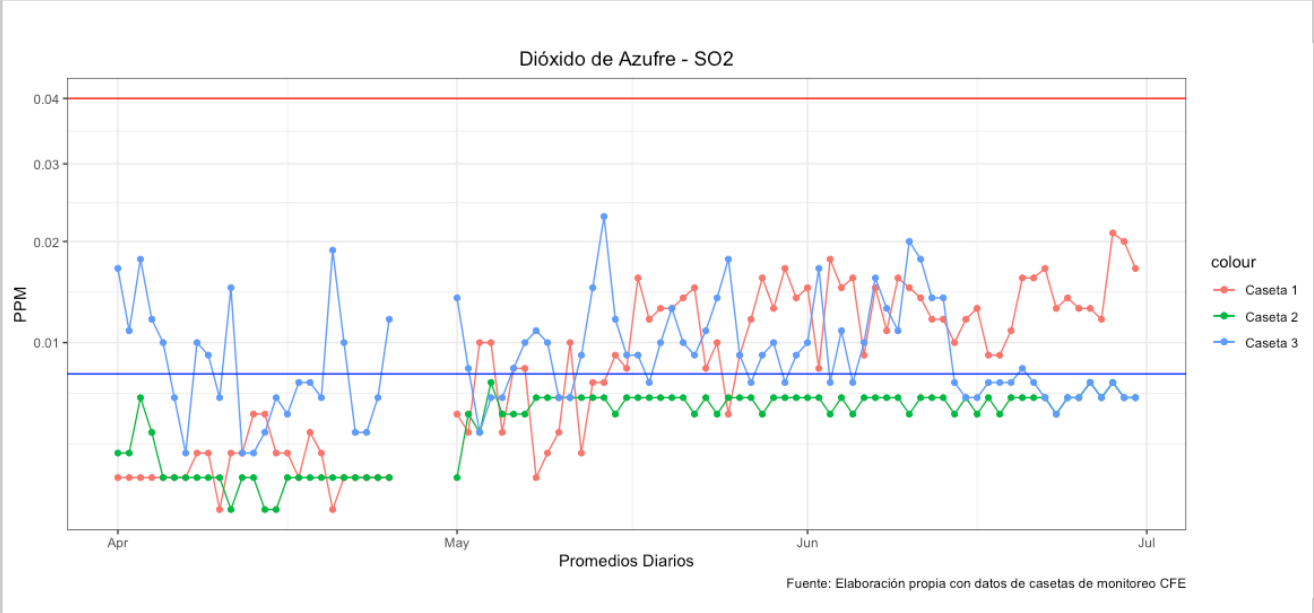


Figura 4.3.1.- Comportamiento de promedios diarios por año, para dióxido de azufre en las 3 estaciones CFE
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-022-SSA1-2019 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

En la figura 4.3.1 se puede observar la tendencia del dióxido de azufre en el transcurso de 3 meses, caseta 1 y 2 muestran valores parecidos, en dónde hay varios valores continuos registrados como "0.0". Por otro lado, caseta 1 y 3 se mantuvieron arriba de la recomendación internacional en casi la totalidad de sus datos, siendo la referencia internacional de 0.007 ppm.

Tendencia histórica

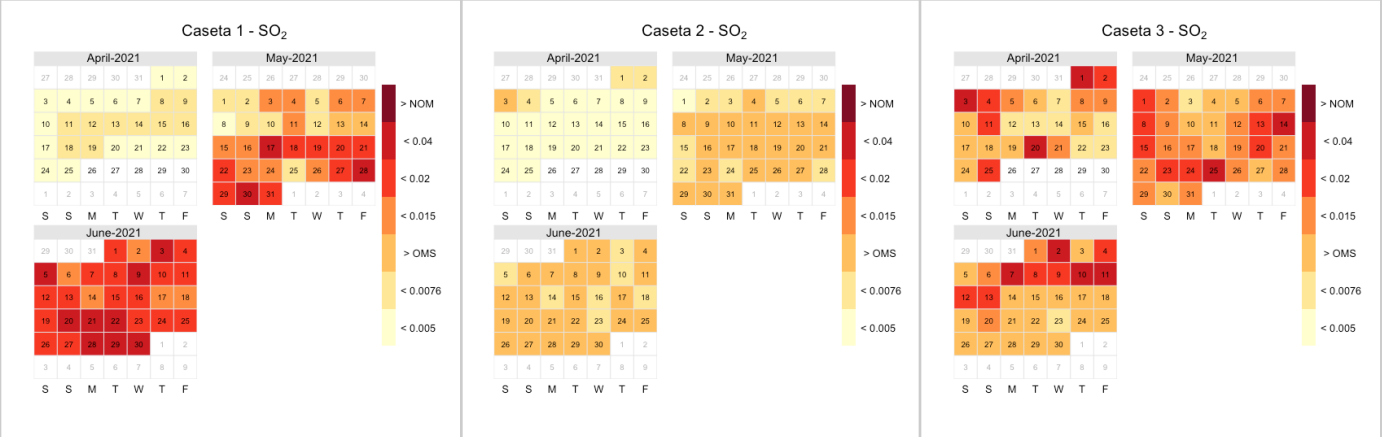


Figura 4.3.2.- Comportamiento de promedios diarios por año, para dióxido de azufre en las 3 estaciones CFE
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-022-SSA1-2019 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

Como se muestra en la figura. 4.3.2 en caseta 2 se muestran valores más bajos, los cuales no llegaron a sobrepasar los límites internacionales, por el contrario a caseta 1 que se muestra en niveles altos a excepción del mes de abril que por único mes no tuvo valores debajo de la recomendación internacional. Caseta 3 en los tres meses registró valores por encima de la recomendación, aunque en junio tiene una tendencia negativa en los últimos registros.

4.4 Material Particulado (PM10)

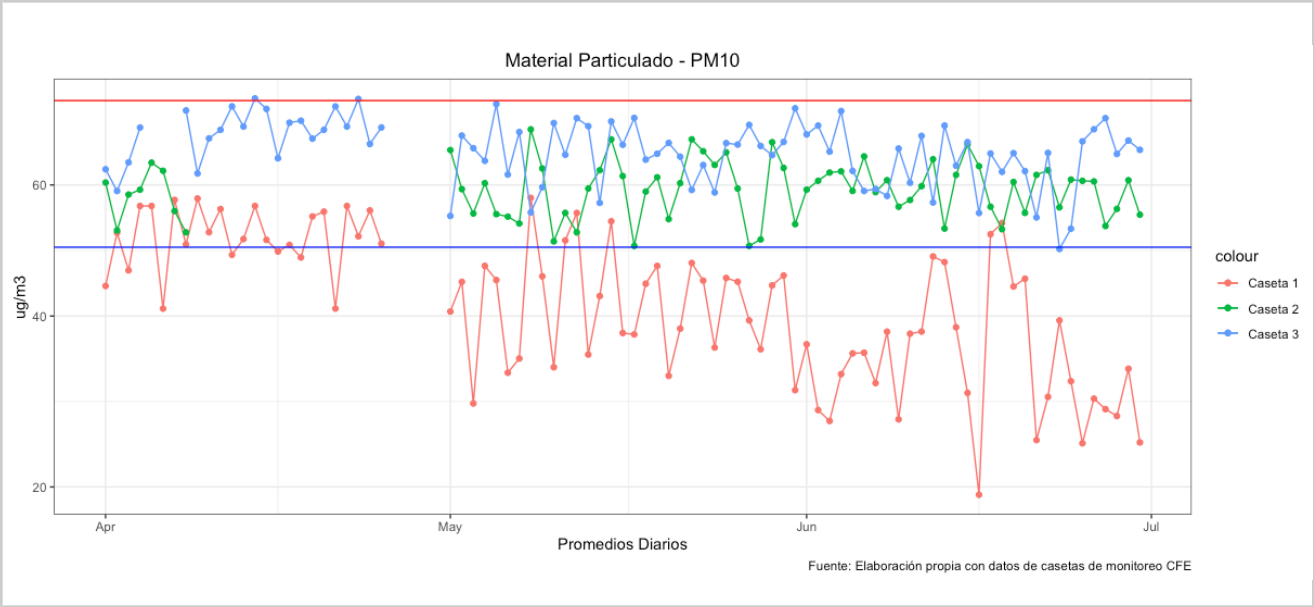


Figura 4.4.1- Comportamiento de promedios diarios por año, para Partículas PM10
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-025-SSA1-2014 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

En cada contaminante se presentan diferentes interpretaciones sobre casetas con mayor contaminación, para el caso de PM10 se observa en figura 4.4.1 qué caseta 1 registró valores más bajos a las demás casetas, así mismo junto con caseta 2 se mantuvieron debajo de los límites recomendados. Caseta 3 y caseta 2 presentaron valores constantemente arriba de la recomendación OMS, incluso la primera llegó a sobrepasar los máximos permitidos por la normatividad nacional, para evaluar su incumplimiento se necesitará recopilar la información del año calendario completo. Cabe mencionar que, caseta 2 tuvo fallas en el sensor de PM10, por lo cual se cuenta con más ausencia de información en el mes de abril.

Tendencia histórica

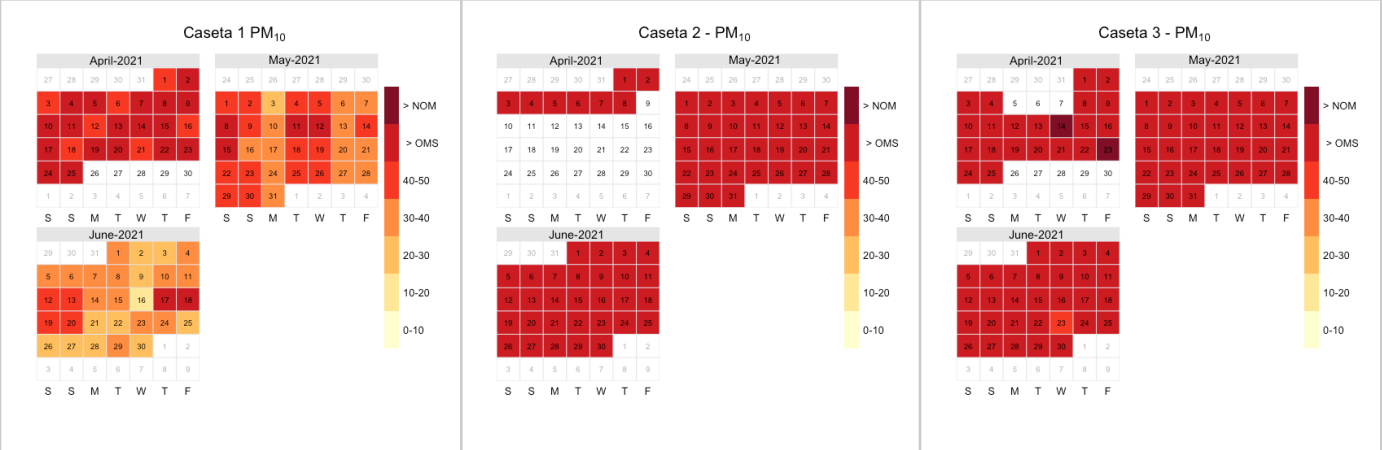


Figura 4.4.2.- Comportamiento de promedios diarios por año, para Partículas PM10
NOTA: Se utiliza una línea continua "-----" para el valor máximo recomendado por la NOM-025-SSA1-2014 dado en promedios diarios. La línea continua "-----" marca la recomendación internacional (WHO, 2005)

Al igual que lo comentado en el apartado anterior, en figura 4.4.2 se confirma como caseta 1 se mantiene en valores debajo de los recomendados, aunque se observa un incremento en el mes de abril. En cambio las casetas 2 y 3 presentan valores altos constantes en los 3 primeros meses del año, los días en que sobrepasó el límite nacional fueron 14 y 23 de abril en caseta 3, todos los demás días registrados en ambas casetas se encuentran por encima de las recomendaciones internacionales, a excepción de 24 de junio en C3.

5. Datos metereológicos

La contaminación atmosférica se ve afectada constantemente por las condiciones del clima y sus diferentes variables, sin embargo, el principal fenómeno meteorológico que afecta en la calidad del aire y que fue utilizado en el presente reporte técnico es el viento, debido a su afectación en la dispersión y trayectoria de los contaminantes. Por lo cual fue necesario el análisis de la velocidad (m/s) y dirección del viento mediante el servicio web "*Weather Underground*", la información histórica fue recolectada de la estación meteorológica denominada *IBAJACAL119*, ubicada en colonia centro de La Paz. En la figura 5.1 se presenta un gráfico rosa de los vientos, utilizado comúnmente para representar el comportamiento del viento tanto en su dirección como velocidad. Se puede visualizar una mayor tendencia de vientos predominantes del sur y velocidades parecidas en los tres meses, con máximos de 5 metros / segundo.

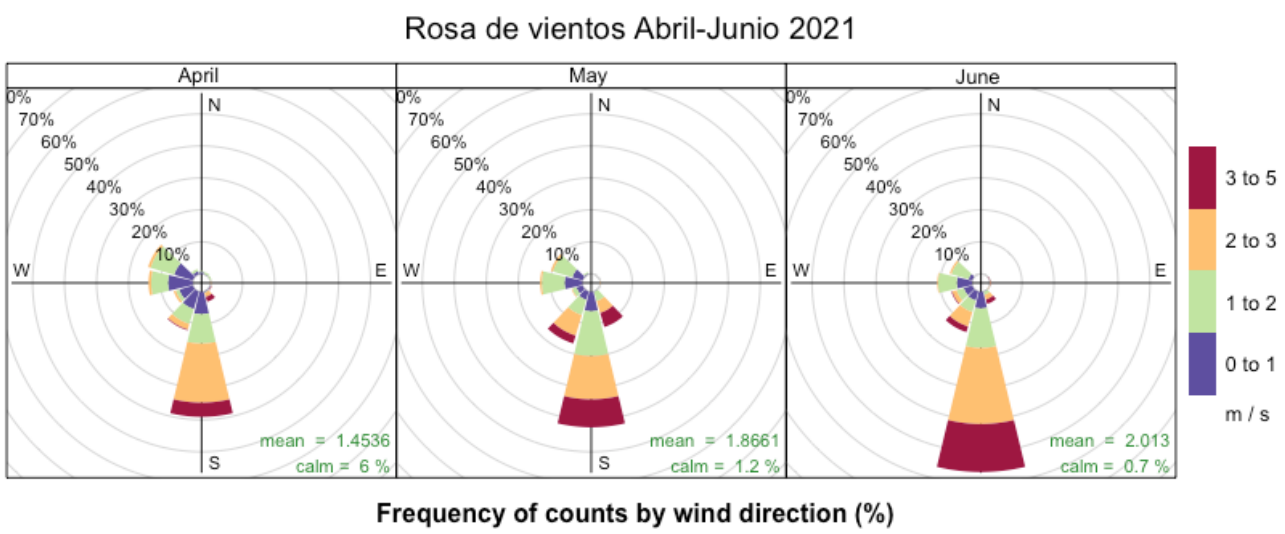


Figura 5.1- Rosa de los vientos para los meses abril, mayo, junio 2021

5. Discusión

Primeramente cabe resaltar que para realizar un correcto y más profundo análisis es necesario terminar el año calendario 2021, recopilando la información se podrán detectar incumplimientos con las Normas Oficiales Mexicanas sobre límites permisibles y sobre incumplimientos por ausencia de información en el caso de casetas CFE. Por parte del segundo trimestre en las estaciones de CERCA no se mostraron valores arriba de los límites máximos, sin embargo se notó una clara diferencia entre la estación Primaria Gustavo Díaz Ordaz con valores más altos que las demás ubicaciones. Por último, entre las oscilaciones del día tanto para PM2.5 y PM10 se mostraron niveles más bajos entre las 12 y 18 horas del día durante los 3 meses, variando diferente en cada día de la semana.

Por parte del monitoreo CFE, en la caseta 1 y 2 una ubicada dentro de la colonia centro de la ciudad, se detectan valores alarmantes en dióxido de azufre siendo un contaminante perjudicial para la salud humana, aunque no sobrepasaron la NOM, el sobrepasar la recomendación internacional implican posibles afectaciones en las personas. En el caso del material particulado PM10 los valores máximos se muestran en la caseta 2 y 3, incluso sobrepasando la NOM-025-SSA1-2014 los días 14 y 23 de abril en una de ellas. El factor del clima se considera en esta ocasión con poca incidencia en la contaminación al no tener vientos predominantes que pudieran direccionar nuestras principales fuentes fijas de contaminación a la zona urbana de La Paz, B.C.S. Por lo tanto, previo a esto deberá seguir contando con información en tiempo y forma durante el año en curso, así mismo mantener informada a la ciudadanía de dichas observaciones.

6. Bibliografía

Bermúdez- Contreras, A., Ivanova, A., & Martinez, J. TO. (2017). Polluting Emissions in the City of La Paz, Mexico: Emissions Inventory and Monitoring Data. Current Urban Studies, 5, 54-67.

CICIMAR-IPN, 2013. Reporte SIP20113161. Evaluación geoquímica del material eólico de la ciudad de La Paz, como posible fuente de aporte a la cuenca sedimentaria marina Alfonso, Bahía de la paz, BCS, México

COFEPRIS. (2017). Clasificación de los contaminantes del aire ambiente. Retrieved June 2, 2021, from https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/2-clasificacion-de-los-contaminantes-del-aire-ambiente

INEGI. (2020). Población. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#Tabulados

Mukherjee, A. (2002). Perspectives of the Silent Majority: Air Pollution, Livelihood and Food Security. Concept Publishing Company.

National Research Council. (n.d.). CDC - Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): Nitrogen dioxide - NIOSH Publications and Products. Retrieved June 21, 2021, from https://www.cdc.gov/niosh/idlh/10102440.html

Council, N. R. (n.d.). CDC - Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): Ozone - NIOSH Publications and Products. Retrieved June 21, 2021, from https://www.cdc.gov/niosh/idlh/10028156.html

Organización Mundial de la Salud. (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Retrieved October 17, 2019, from Nota descriptiva website: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

ProAire (2018) Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California Sur, México; Baja California Sur . Recuperado el 05 mayo de 2021 a partir de :https://setuesbcs.gob.mx/sustentabilidad/25_proaire_baja_california_sur.pdf

SDEMARN (2016). Datos básicos de Baja California Sur. Gobierno del Estado de Baja California Sur.

SEMARNAT. (2013). Calidad del aire: Una práctica de vida. In Cuadernos de divulgación ambiental (Vol. 39).

Velasco García, JA (2009). Ambientes geológicos costeros del litoral de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. CICIMAR - Instituto Politécnico Nacional.