



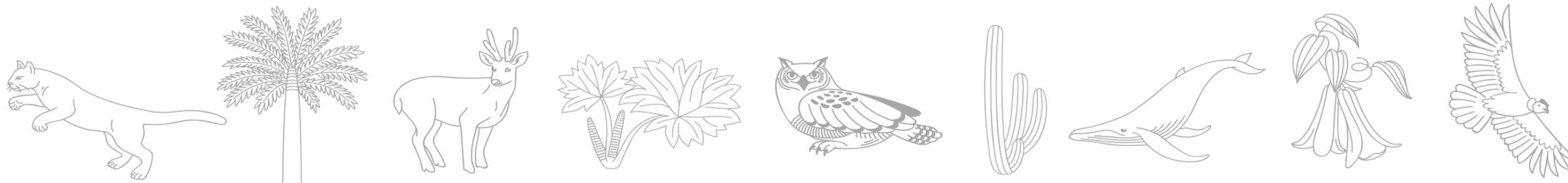
3º Reunión Comité Operativo

Norma de calidad primaria para Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Resolución Exenta N° 415, de fecha 19 de mayo de 2020, MMA
publicada en el Diario oficial el 5 de junio de 2020

División de Calidad del Aire

8 de julio de 2021



Objetivo y contenido de la reunión

- **Objetivo**

Presentar temas de agenda.

- **Contenido**

1. Métodos de monitoreo o seguimiento de la calidad del aire para COV y disponibilidad de estaciones a nivel país.
2. Distribución de los COV en el país, identificando el nivel actual, natural o antropogénico, existente en los respectivos medios.

Estudios en marcha

Antecedentes para la elaboración del Análisis General del Impacto Económico y Social (**AGIES**) para Norma Primaria de Compuestos Orgánicos Volátiles

Octubre 2020 - junio 2021



Contar con un **análisis técnico y económico** para la evaluación de la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), considerando información nacional e internacional para el establecimiento de costos, efectos en la salud y beneficios económicos asociados a reducciones de estos contaminantes.

- (1) Inventarios de emisiones y su proyección a 10 años.
- (2) Fuentes aportantes al inventario identificadas en una Base de Datos.
- (3) Aplicabilidad y costos de las tecnologías de abatimiento
- (4) Recopilación de metodologías internacionales de estimación en mortalidad, morbilidad.

Estudios en marcha

Antecedentes para crear una Norma primaria de calidad del aire de Compuestos orgánicos volátiles (COVs)

agosto 2020 - sept. 2021

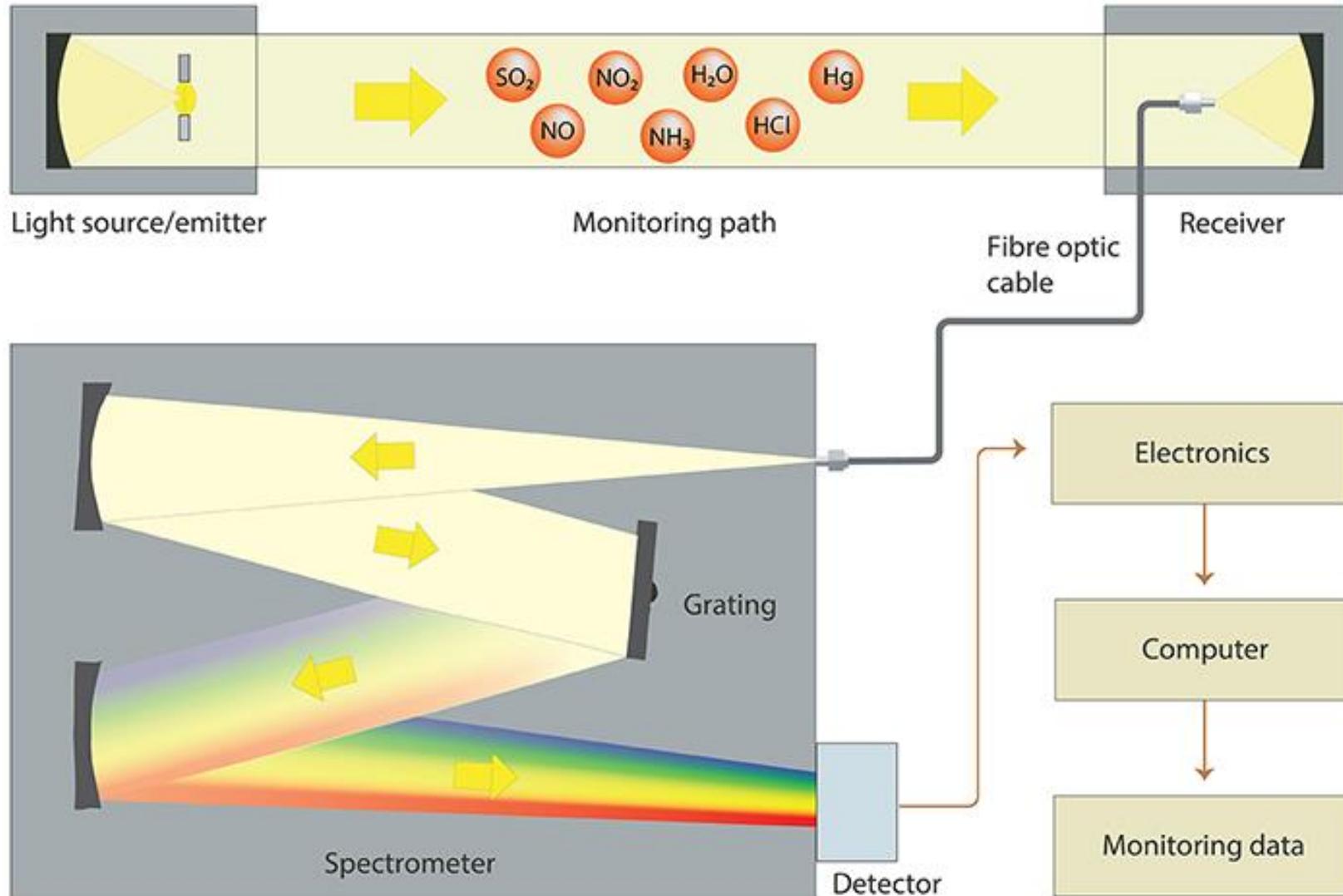


Generar y recopilar **antecedentes técnicos** que permitan elaborar una **norma primaria de calidad del aire** de uno o más compuestos orgánicos volátiles (COV's) que presenten impactos negativos en la salud.

- (1) Cuáles son los principales COVs y las zonas predominantes de contaminación.
- (2) Revisión de normas de organismos internacionales.
- (2) Propuesta de al menos tres escenarios normativos.
- (3) Planteamiento de la implementación y seguimiento de la norma.

Métodos de monitoreo o seguimiento de la calidad del aire para COV y disponibilidad de estaciones a nivel país

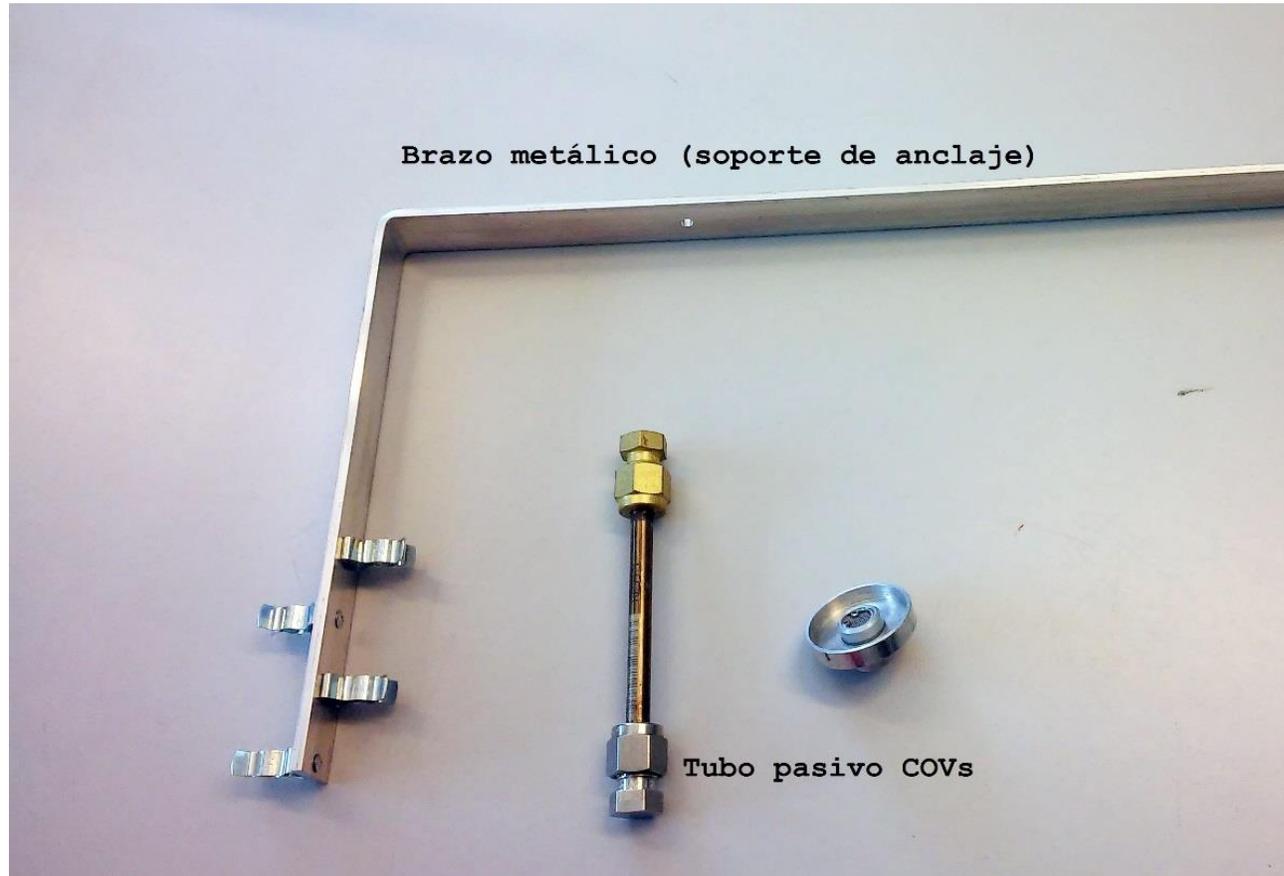
000843



Métodos de monitoreo o seguimiento de la calidad del aire para COV y disponibilidad de estaciones a nivel país

000843 vta

Tubos Pasivos o Tubo Absorbente

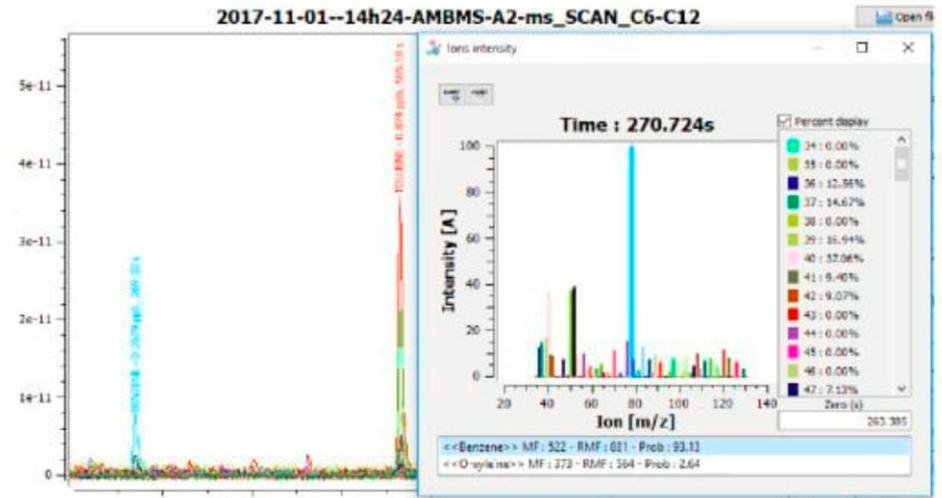


Métodos de monitoreo o seguimiento de la calidad del aire para COV y disponibilidad de estaciones a nivel país

000844

Monitor Automático
Cromatógrafo de gases

ONLINE ANALYSIS OF
VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS
BY autoGC-MS



OZONE PRECURSORS : VOCs FROM PAMS. TO14. TO15. OVOCs

Calidad del aire por COVs (Informe Final del estudio AGIES)

“**No existen en Chile monitoreos regulares** de calidad de aire por COVs, ni tampoco de Benceno que se realice regularmente. La única localidad con una serie de tiempo de varios años y cobertura anual de emisiones corresponde al monitoreo que realiza ENAP”.

“En el resto del país y para el mismo contaminante, ha habido **campañas por períodos de tiempo acotados** y en forma discontinua.”

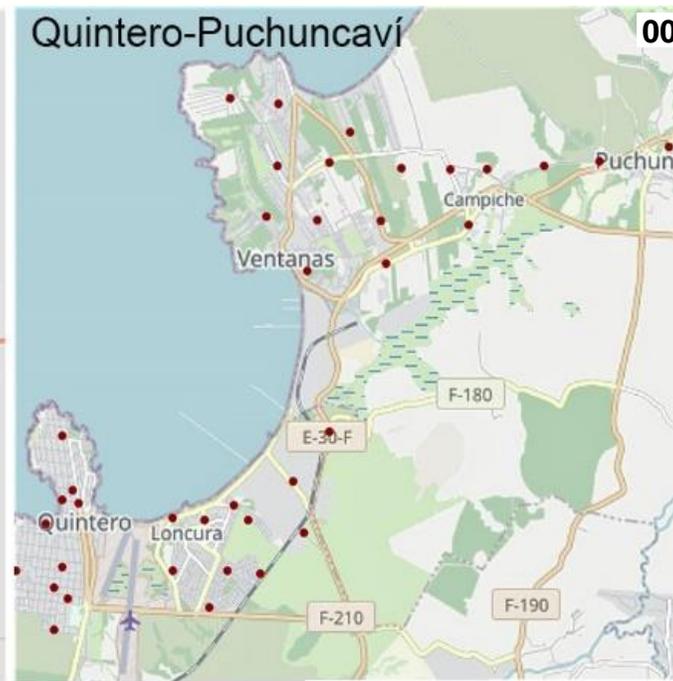
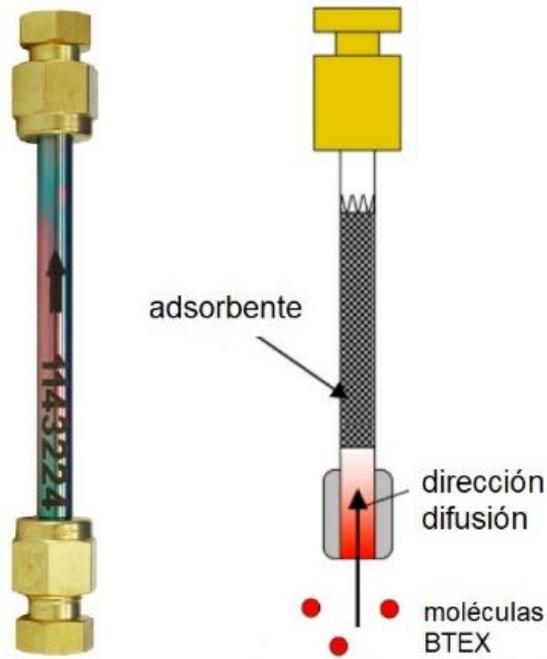
(tubos pasivos) y usualmente se refiere a datos de concentración de 1-2 semanas a 1 mes de exposición aproximadamente



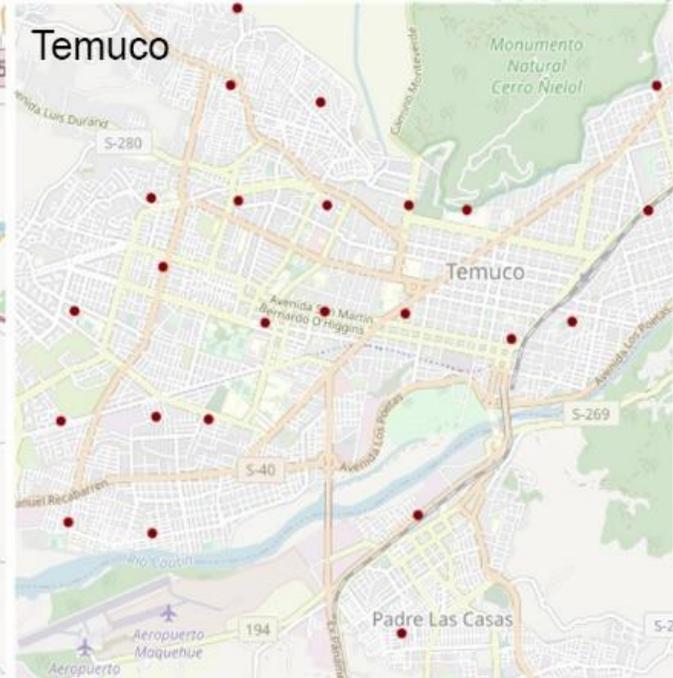
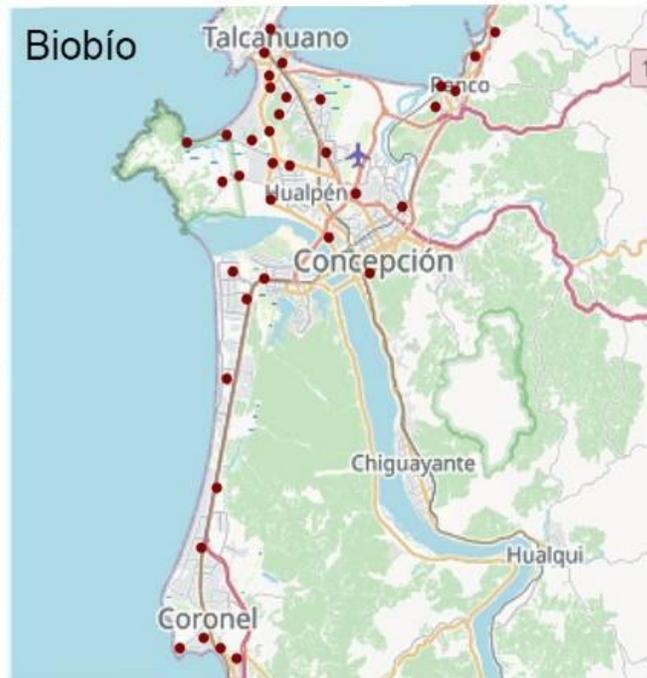
Campaña	Institución Responsable
Santiago Invierno 2009	Centro Mario Molina Chile
Santiago Primavera 2009	Centro Mario Molina Chile
Bío-Bío Invierno 2009	Centro Mario Molina Chile
Bío-Bío Verano 2009	Centro Mario Molina Chile
Santiago Invierno 2010	Centro Mario Molina Chile
Bío-Bío Otoño 2010	Centro Mario Molina Chile
Bío-Bío Invierno 2010	Centro Mario Molina Chile
MZC Primavera 2014	Centro Mario Molina Chile
Valparaíso Primavera 2016	Centro Mario Molina Chile
Antofagasta Verano 2020	MMA
Bío-Bío Verano 2020	MMA
Valparaíso Verano 2020	MMA
Temuco Verano 2020	MMA
Valparaíso Primavera 2020	MMA
Antofagasta Primavera 2020	MMA
Temuco Primavera 2020	MMA
Bío-Bío Primavera 2020	MMA
Valparaíso Invierno 2020	MMA
RM Primavera 2020	MMA
RM Invierno 2020	MMA
Año 2012 CENMA* (Concón, Quintero y Puchuncaví)	CENMA
Quintero-Puchuncaví 2018	NILU
ENAP Talcahuano**	ENAP

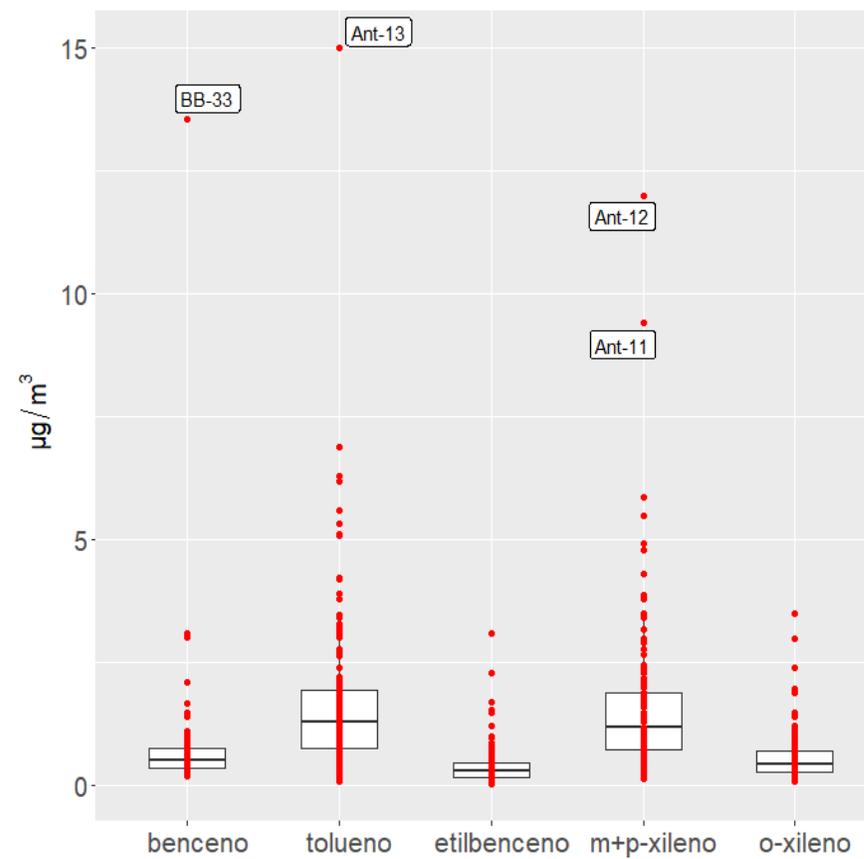
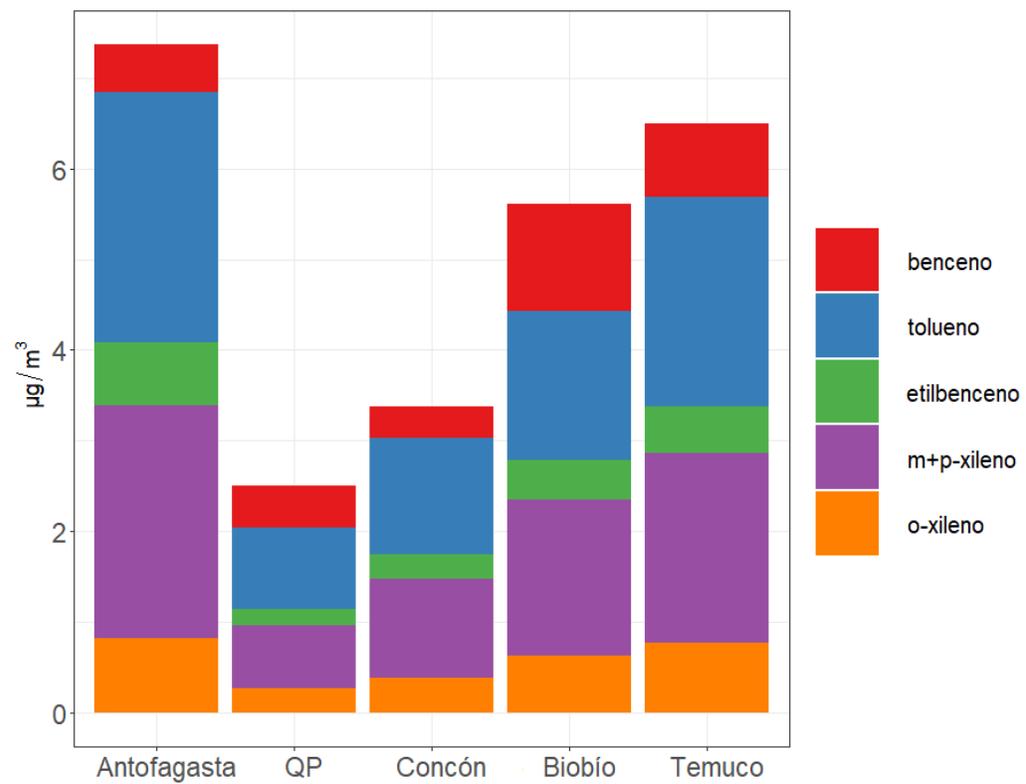
000845

Fuente: elaboración propia.



000845 vta





- Si bien, todos los BTEX tienen un impacto adverso en la salud de las personas, el **Benceno** ha recibido especial atención ya que está clasificado como un compuesto **cancerígeno** (Grupo I) para los humanos por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC). Afecta al sistema de producción de sangre (hematopoyético). Hay asociaciones entre exposición al benceno y algunos tipos de **leucemias**.
- **más eficiente enfocar las regulaciones de COVs** en aquellos compuestos que se encuentran en mayor concentración en la atmósfera, es decir los **BTEX**.
- Chile, existe **información histórica** que permite evaluar parcialmente los niveles de concentración que hay en algunas regiones, la que da una **visión preliminar** ante un eventual **escenario regulatorio**.



Siderúrgica Huachipato (CAP)



Petcoke

Coke de petróleo

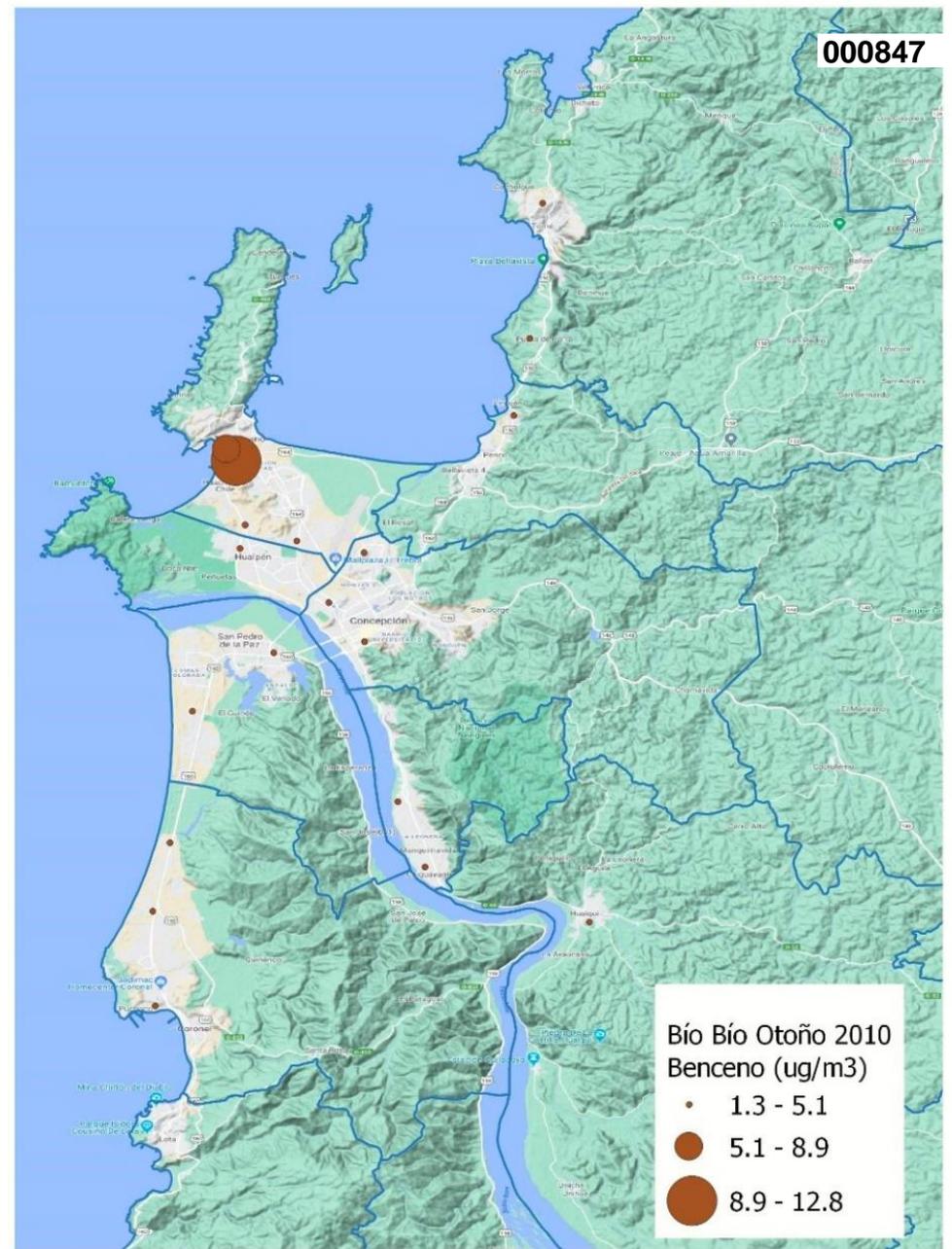


Figura 4: Concentración de Benceno para campañas realizadas en la Región del Bío-Bío durante el año 2010.

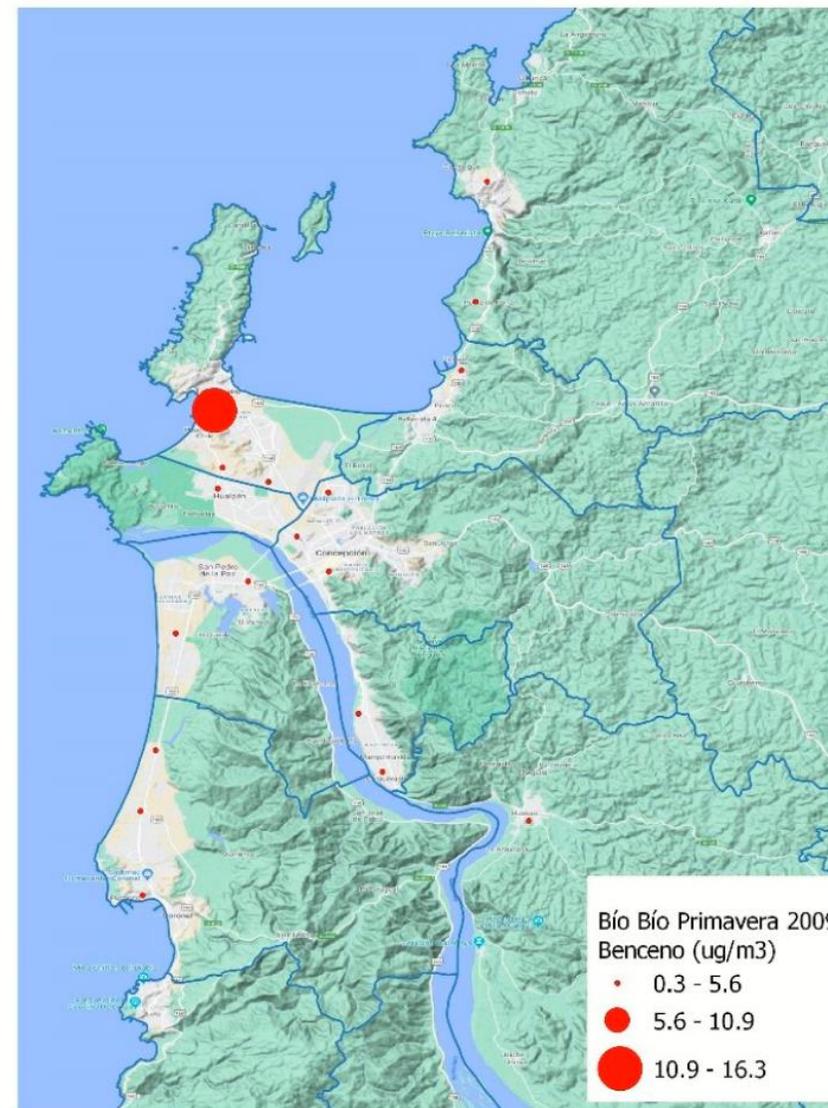


Figura 3: Concentración de Benceno para campañas realizadas en la Región del Bío-Bío durante el año 2009.

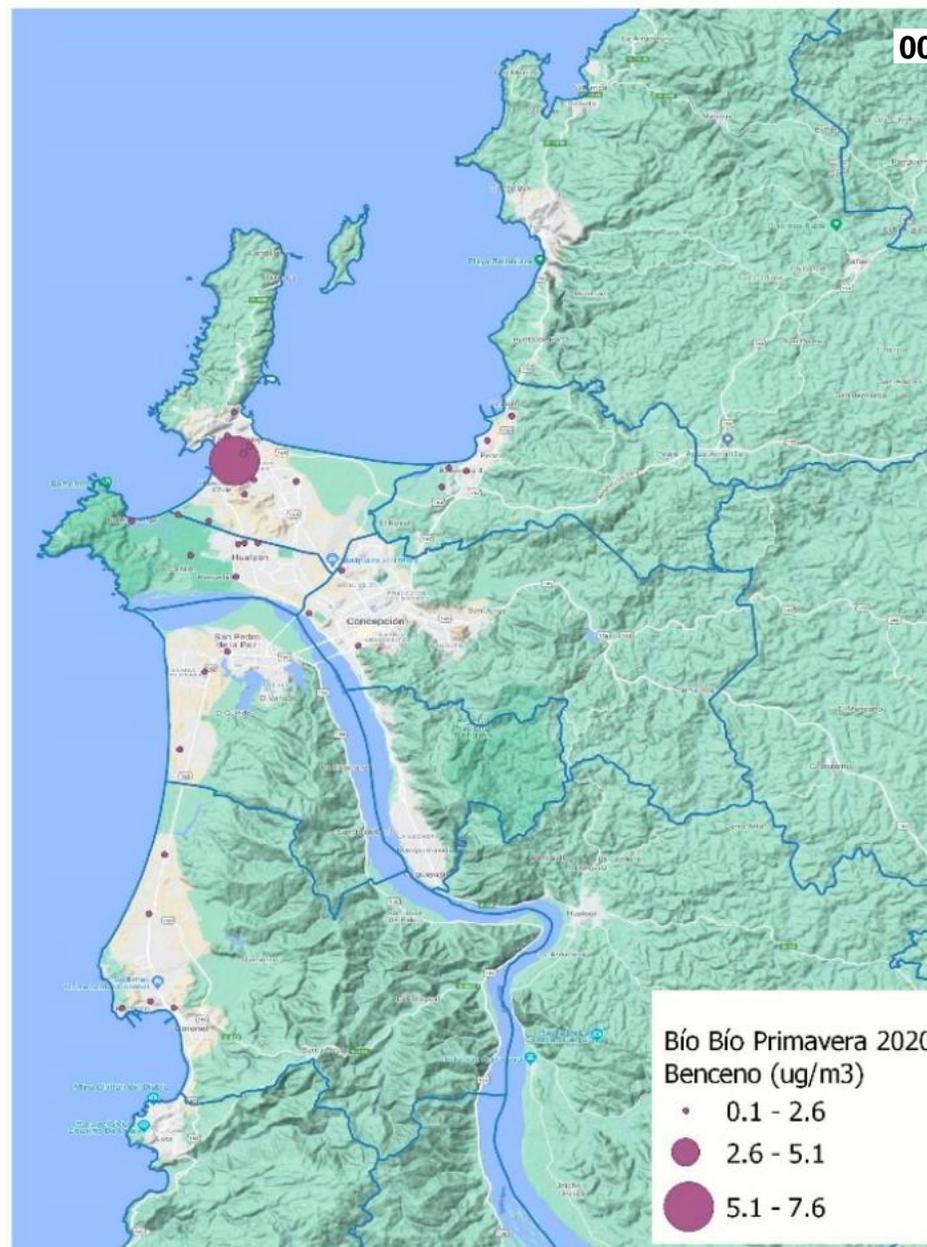
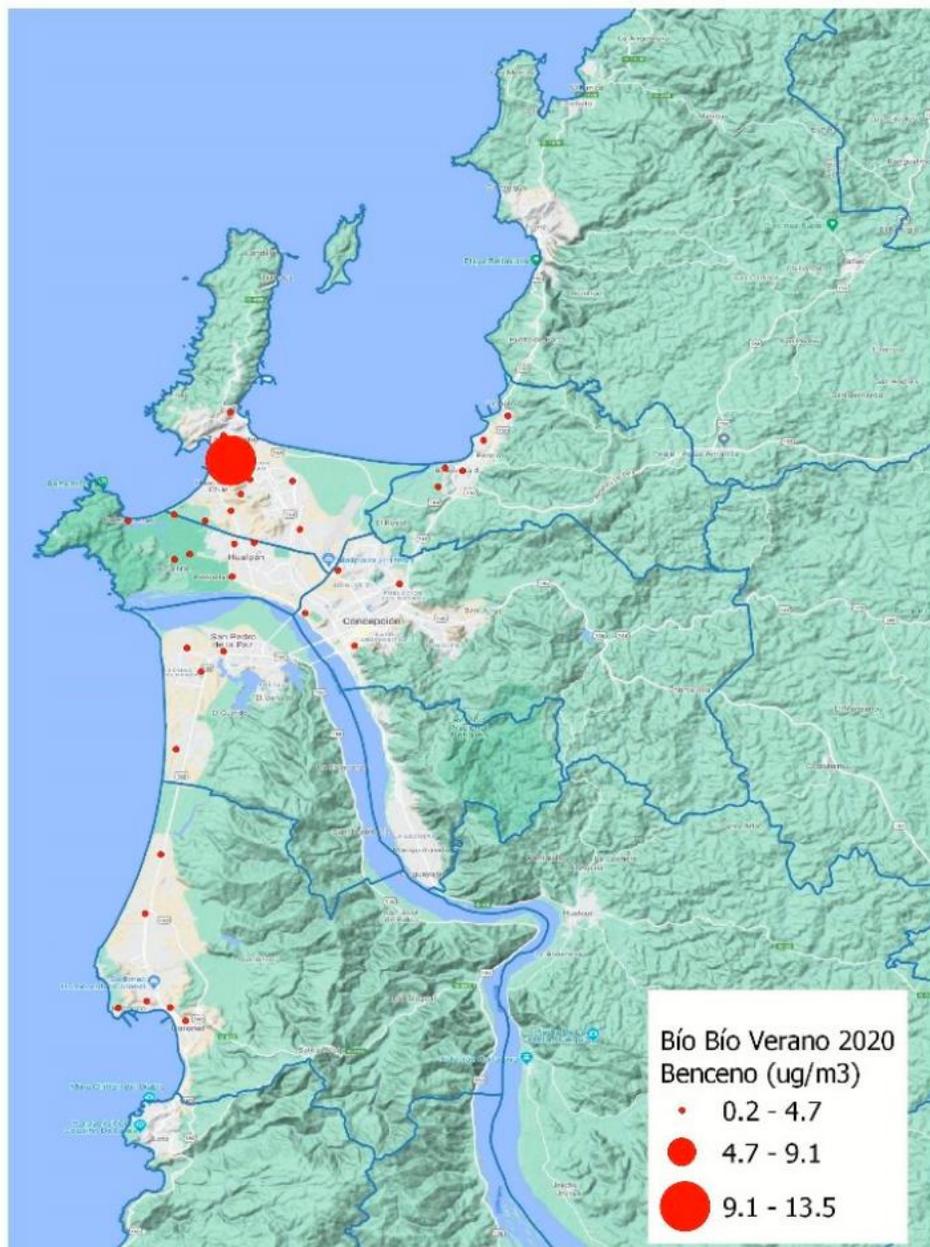
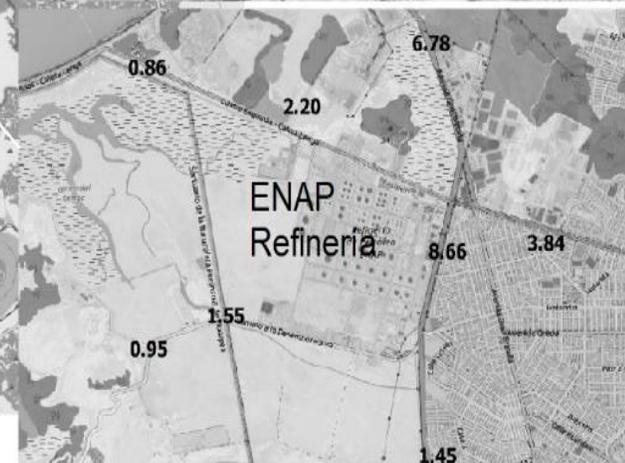
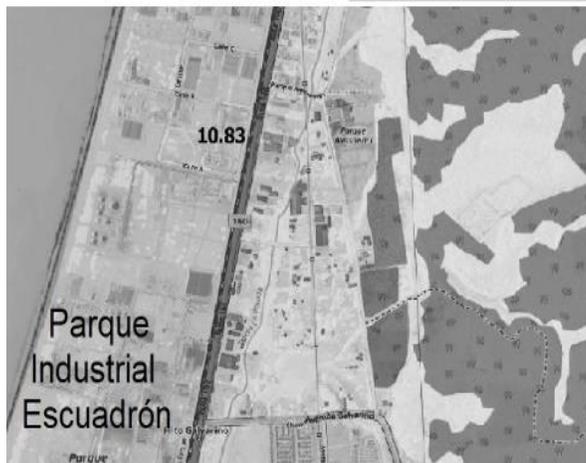
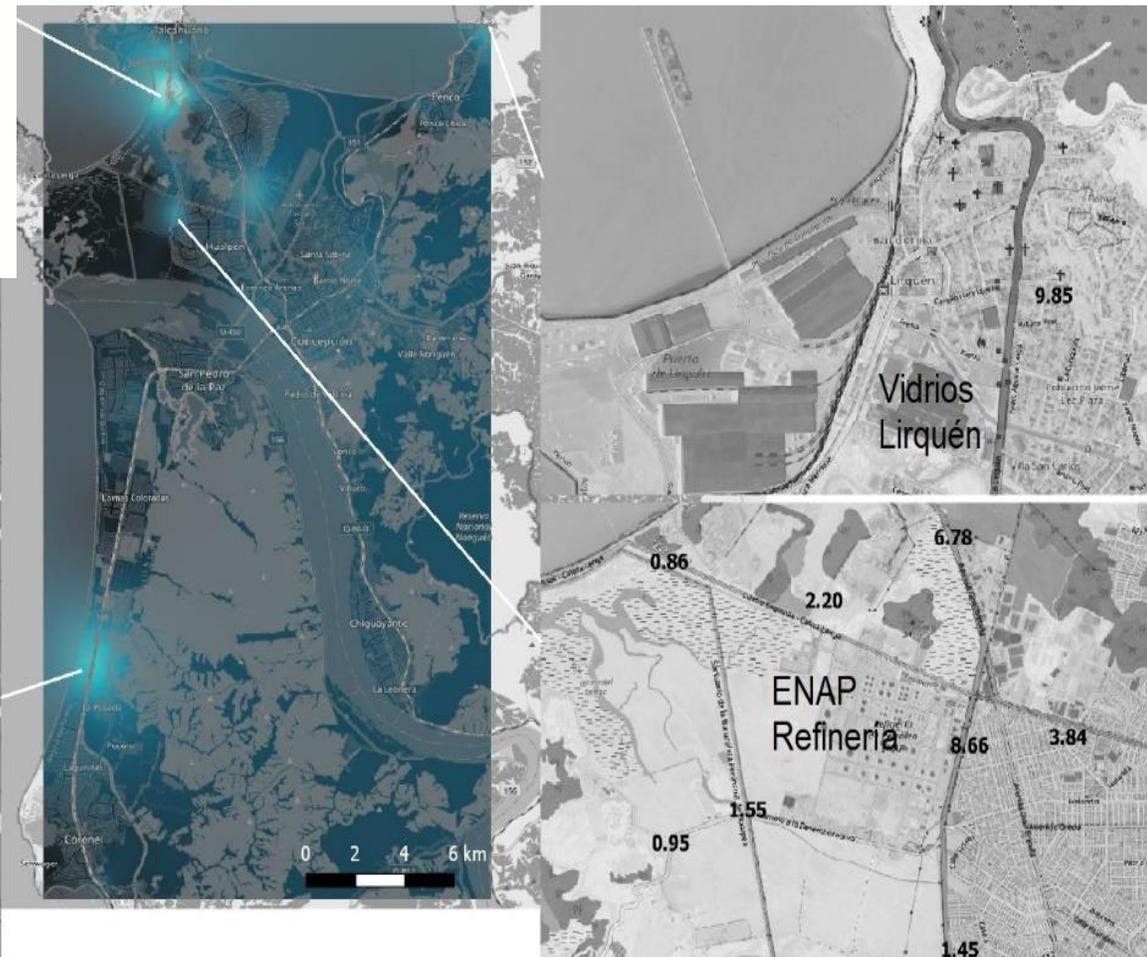
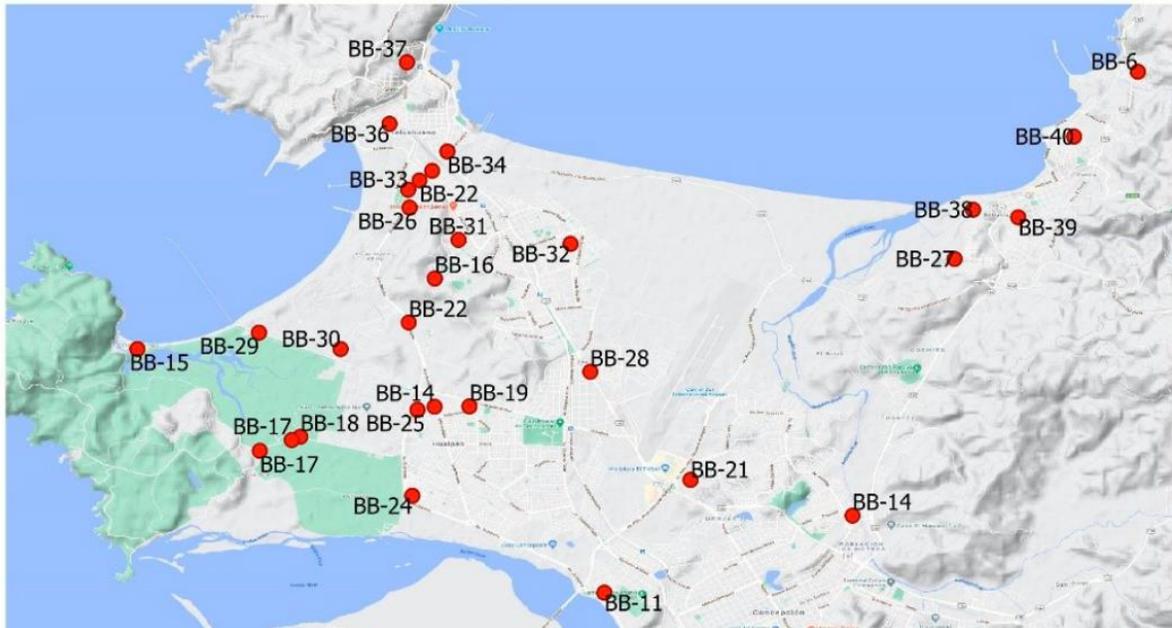


Figura 5: Concentración de Benceno para campañas realizadas en la Región del Bío-Bío durante el año 2020.



- Las campañas realizadas en la **RM** durante los años 2009 y 2020 (en invierno), también han mostrado concentraciones altas, **cercanas al valor de la normativa europea**. La distribución resulta ser más homogénea que en el caso de la región del Bío-Bío. El análisis de regresión lineal entre los diferentes puntos de monitoreo en la RM muestra un ajuste alto (**$R^2=0.88$** , Figura 8), lo que señala que prácticamente todos los puntos están respondiendo al (a los) **mismo(s) tipo(s) de fuente(s) emisor(as)**, preferentemente emisiones **vehiculares**.
- Actualmente, los puntos con mayor concentración corresponden a los ubicados en los sectores sur y poniente de la región.

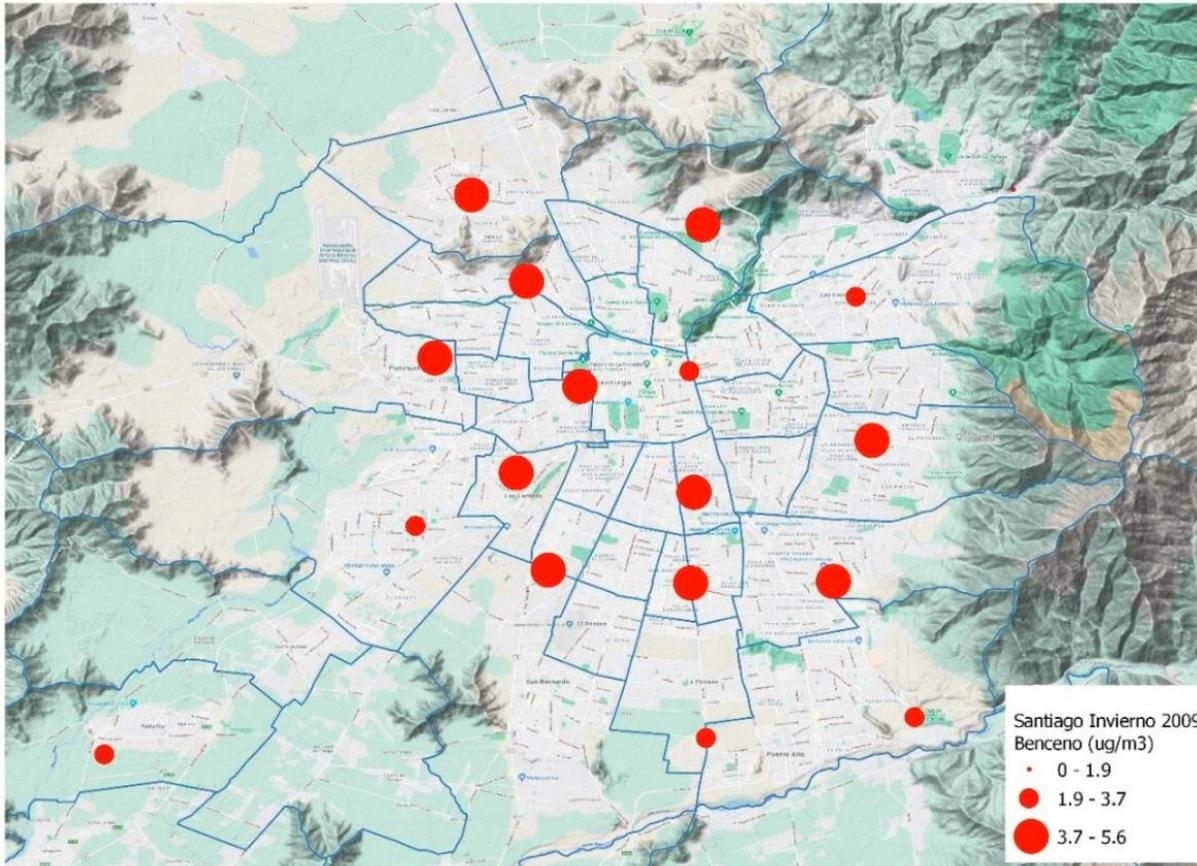


Figura 6: Concentración de Benceno para campañas realizadas en la RM durante el año 2009

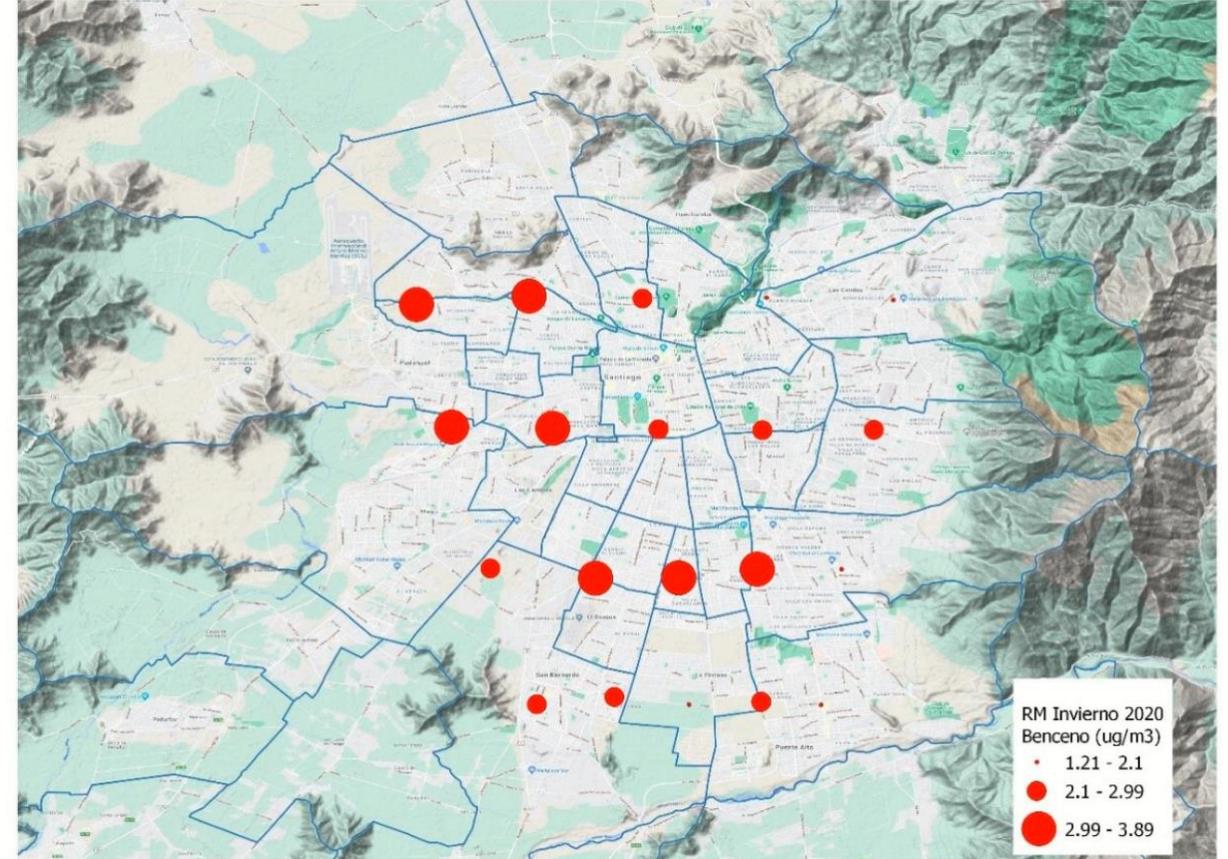


Figura 7: Concentración de Benceno para campañas realizadas en la RM durante el año 2020.

RM Invierno 2020

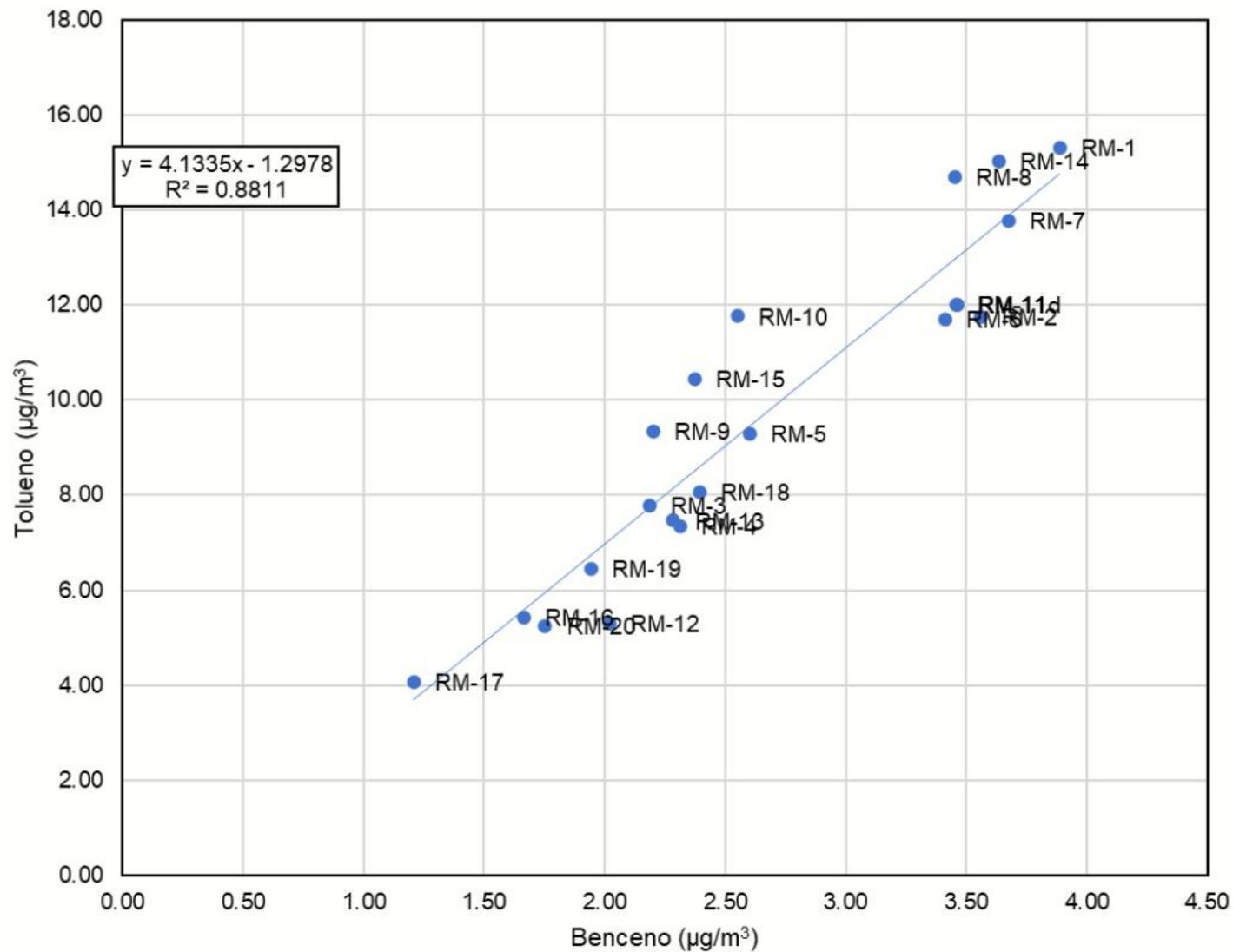


Figura 8: Correlación entre Tolueno y Benceno para campaña Invierno 2020 en la RM.

- La relación **Tolueno/Benceno** (T/B) ha sido utilizada frecuentemente ^{000850 vta} para diagnosticar el tipo de fuente responsable de la emisión (ZHANG ET AL. 2016)
- Una aproximación conservadora consiste en utilizar valores **T/B < 2** para demostrar predominio de **emisiones vehiculares**, mientras que relaciones más altas involucran una mezcla de diferentes emisiones (solapamiento entre emisiones vehiculares, de uso de solventes e industriales).
- La relación T/B tiende a presentar **valores mayores que 2 en prácticamente todas las campañas de monitoreo**. Los valores altos se dan particularmente en las campañas RM durante primavera. Los valores más bajos de la relación T/B en la Región del Bío-bío en invierno, Temuco y en la V Región, evidenciando un impacto diferente del tipo de fuente (probablemente debido a la influencia de la quema de leña).

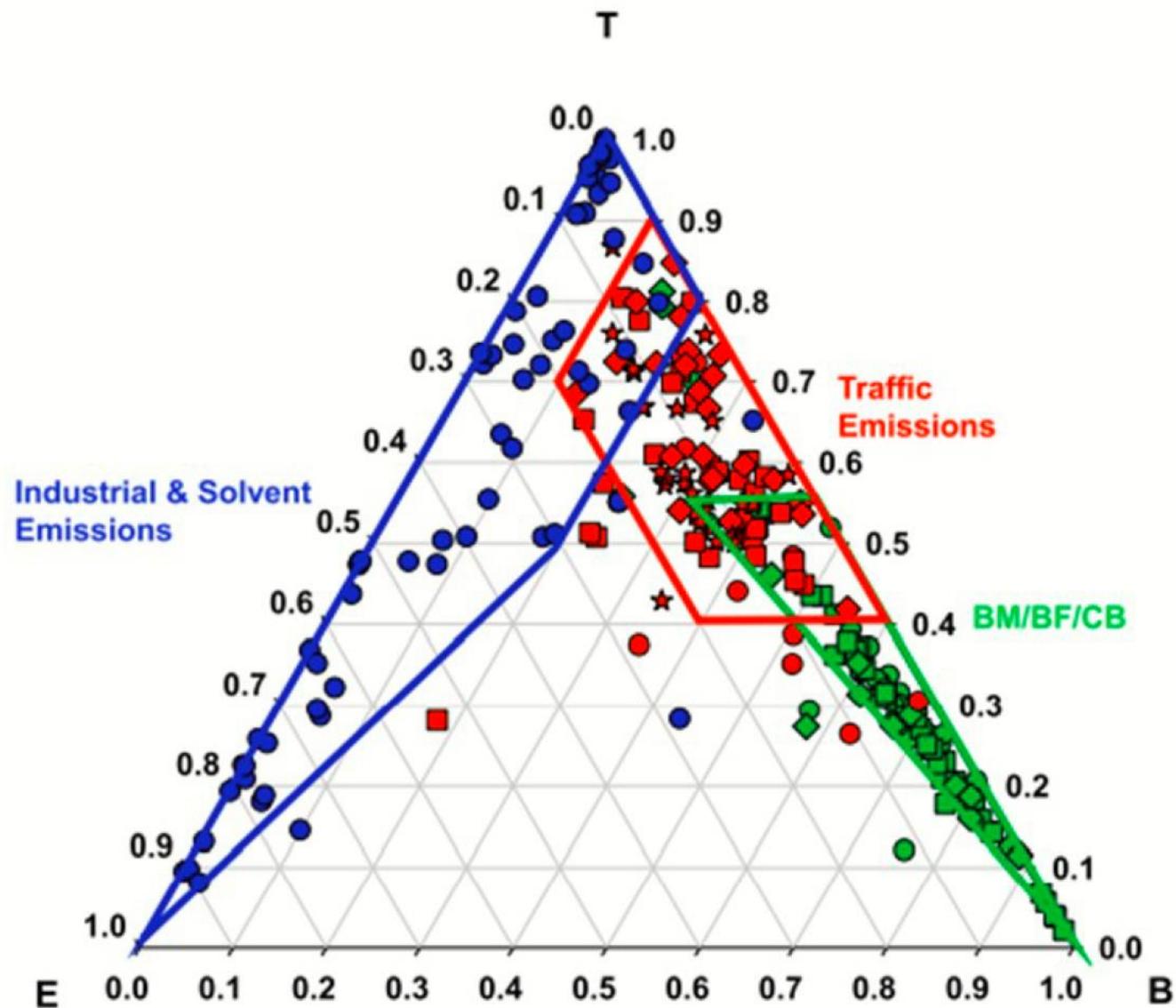


Figura 10: Proporción ilustrativa relativa de Benceno (B), Tolueno (T) y Etilbenceno (E) para diferentes tipos de fuentes emisoras. “BM/BF/CF” indica combustión de biomasa/biocombustible/carbón. Fuente: (Zhang et al., 2016)

- La región de **Antofagasta** tiende a presentar los puntos en la parte alta del triángulo, donde generalmente se mezclan **emisiones industriales** con emisiones de **tráfico vehicular**. No es posible identificar una diferencia clara entre las distintas campañas de monitoreo señaladas.

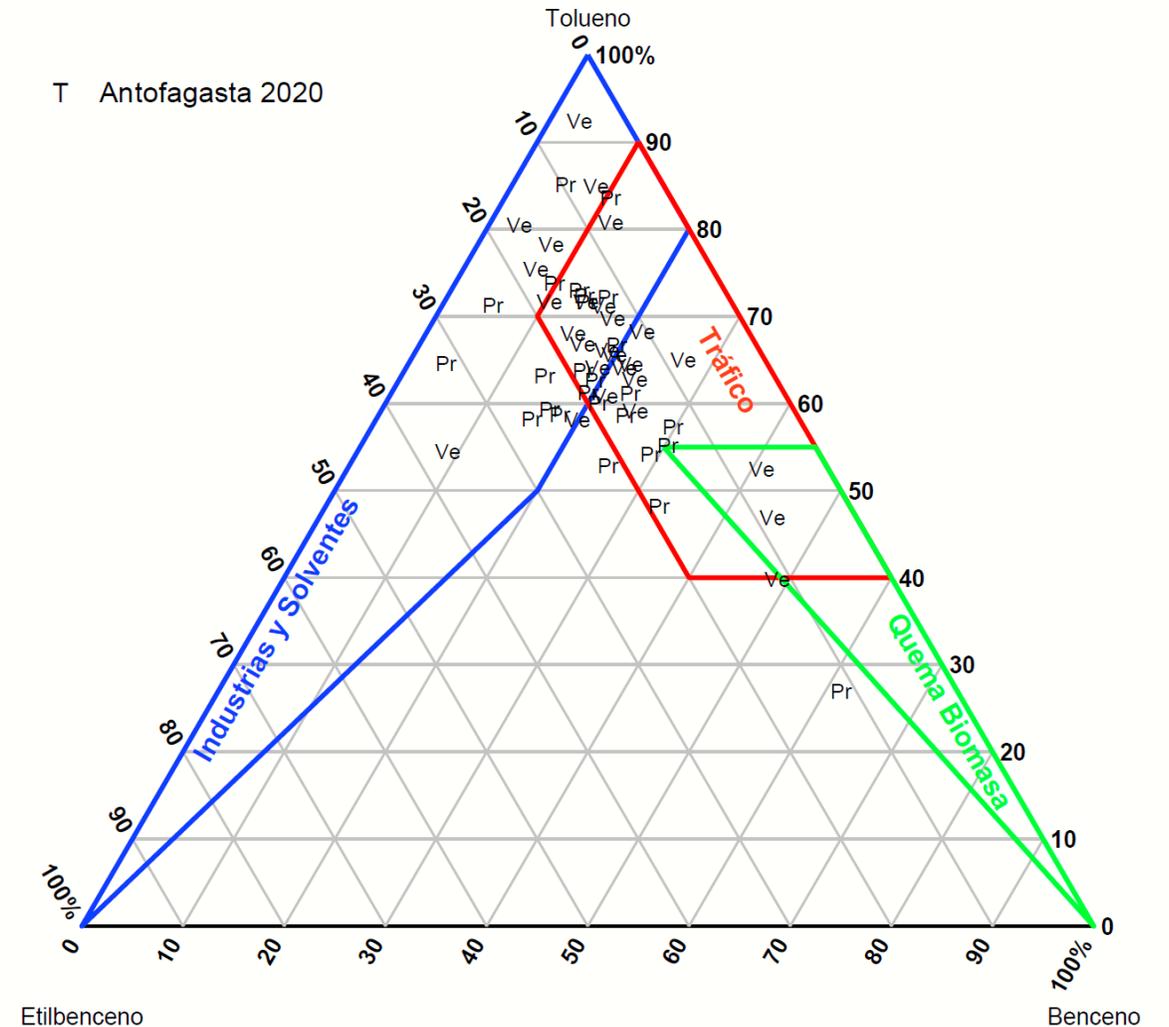


Figura 11: Gráficos ternarios B/T/E para región de Antofagasta. Ve: indica Campaña de Verano, Pr indica campaña Primavera.

- La Región del Bío-Bío muestra una distribución de puntos desplazada preferentemente hacia el eje de Tolueno, con una alta variabilidad, donde se mezclan preferentemente las emisiones de **quema de biomasa** con las emisiones de **tráfico vehicular**. Es posible identificar una concentración de puntos asociados a la campaña de Primavera 2009 en la parte alta del triángulo (similar al caso de Antofagasta) ilustrando un impacto de emisiones industriales.

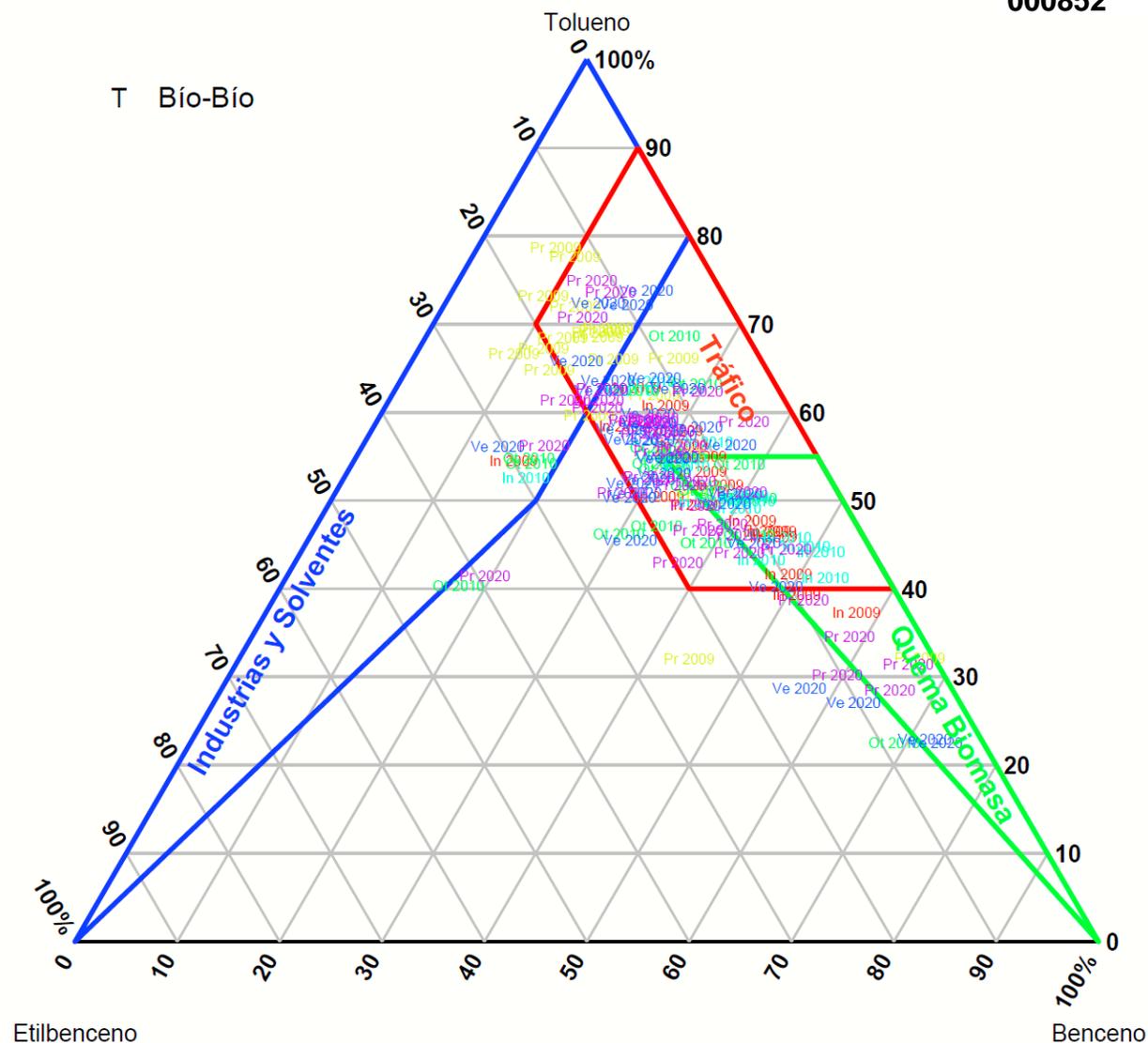


Figura 15: Gráficos ternarios B/T/E para la región del Bío-Bío

- En **Temuco**, se observa preferentemente una distribución de impactos de emisiones **vehiculares**. No es posible identificar emisiones de leña debido a que ninguna campaña fue realizada en época invernal, donde se consume leña mayoritariamente.

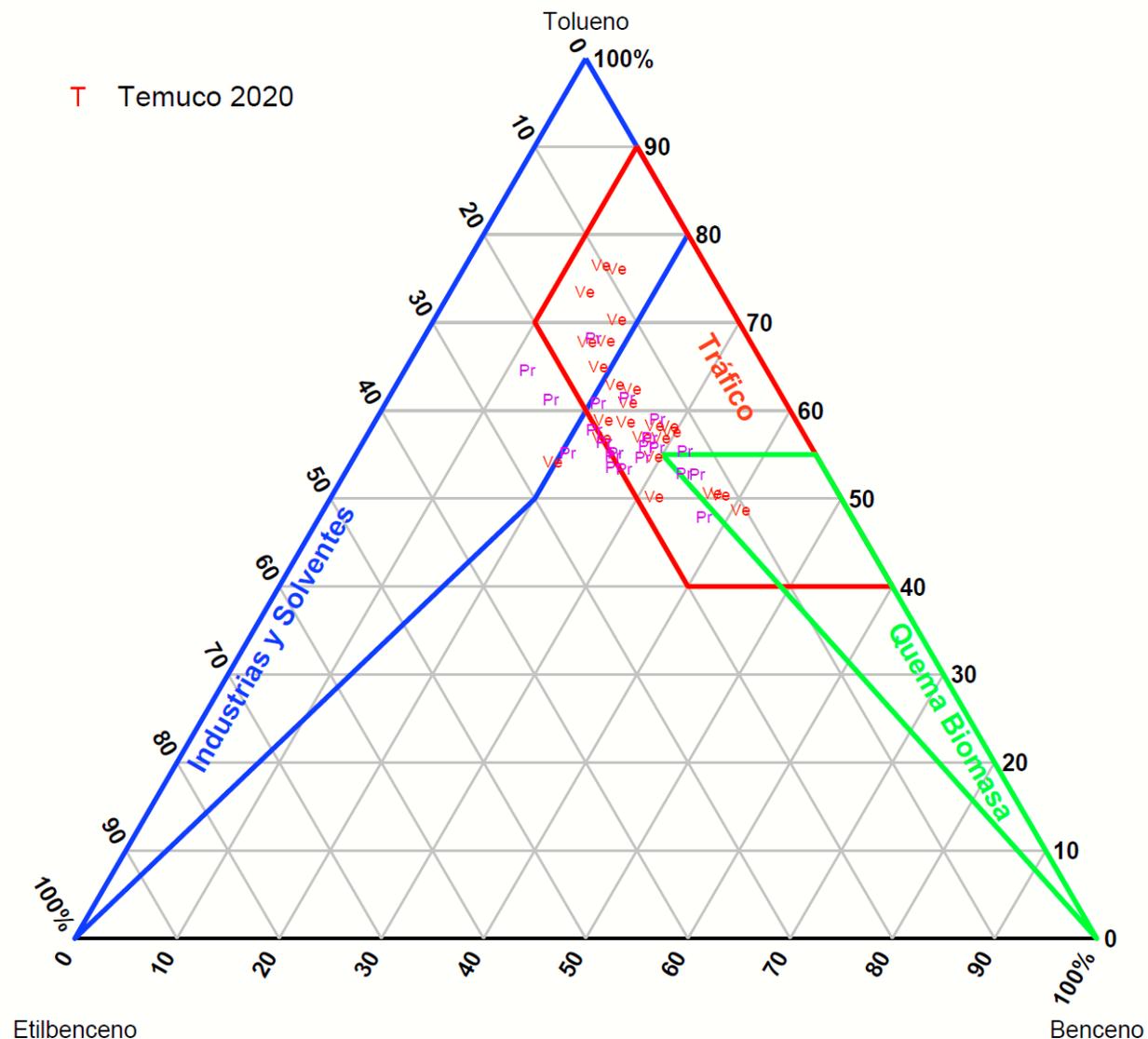


Figura 12: Gráficos ternarios B/T/E para Temuco campañas 2020. Ve: indica Campaña de Verano, Pr indica campaña Primavera.

- **Valparaíso** tiende a mostrar resultados más bien relacionados con emisiones **vehiculares** y de emisiones de **quema de leña**, similar al caso de Bío-Bío.

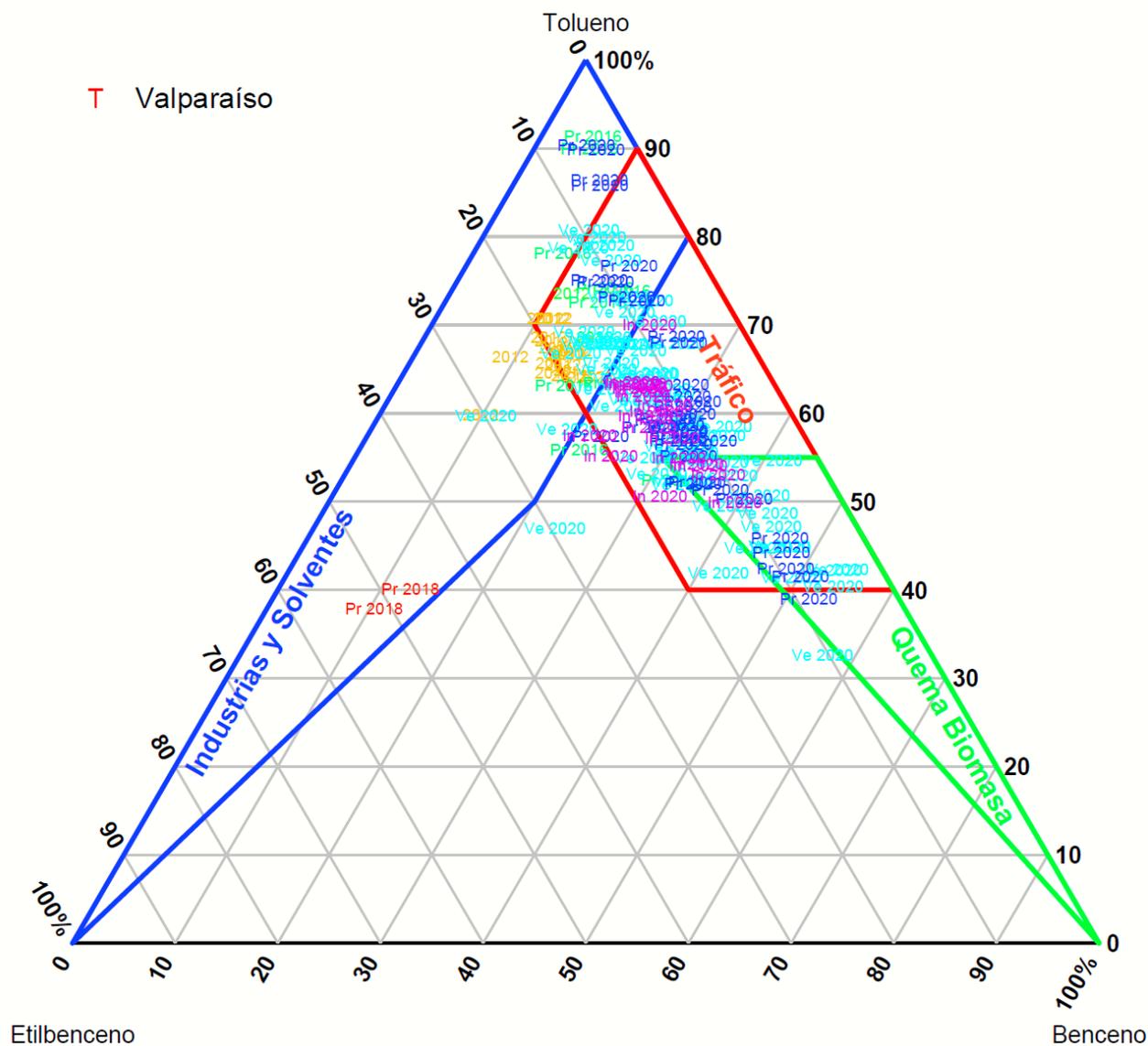


Figura 14: Gráficos ternarios B/T/E para V Región.

- Las campañas implementadas en la presentan una acumulación de puntos similar a las de Antofagasta, donde preferentemente se acoplan las **emisiones vehiculares** con las **emisiones industriales**

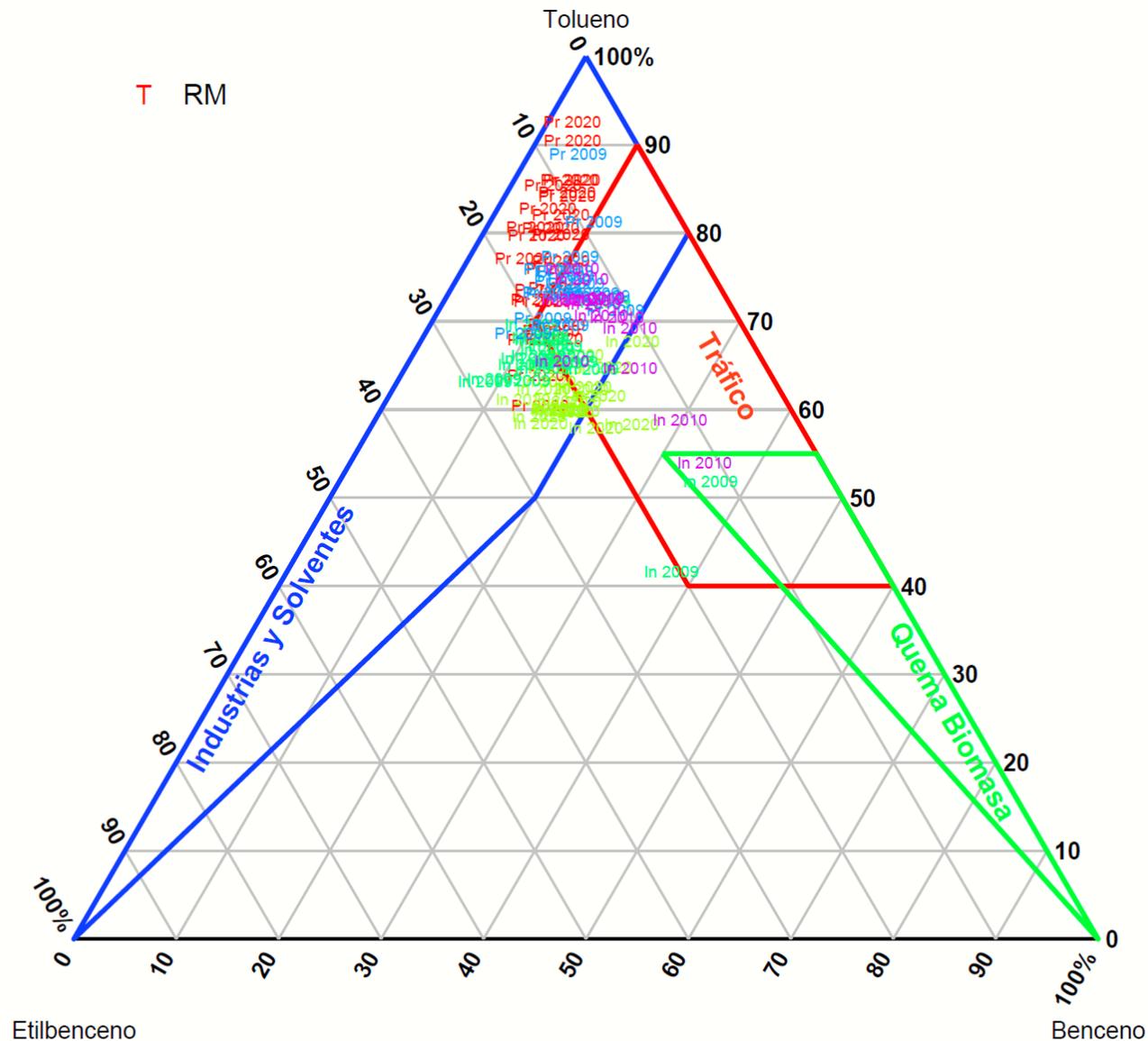
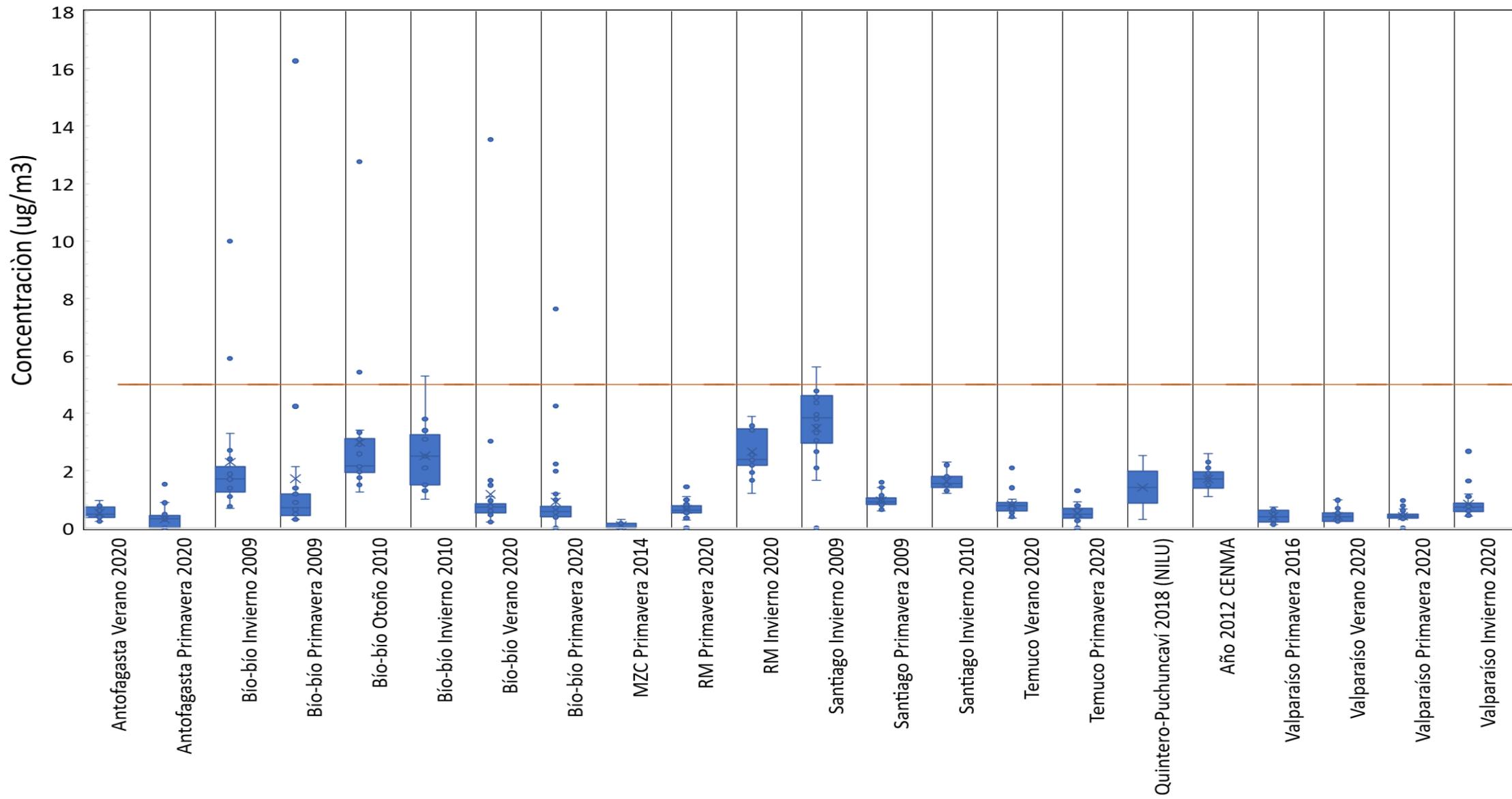


Figura 13: Gráficos ternarios B/T/E para la RM. Ve: indica Campaña de Verano, Pr indica campaña Primavera.

Benceno

000854



- ENAP entregó información correspondiente a monitoreo histórico realizado por la empresa en las comunas de Hualpén y Talcahuano, estando disponibles registros desde el año 1998 hasta la actualidad.
- En el año 1998 solamente se realizaba el monitoreo en un sitio (11^a Cía. Bomberos SV). A contar del año 1999, se contaba con información simultánea de 5 sitios de monitoreo, extendiéndose progresivamente, alcanzando **8 puntos de medición en 2020**. Actualmente la mayoría de los puntos se ubica hacia el **oriente de las instalaciones de ENAP** y en el norte, en el sector de San Vicente.



Figura 17: Ubicación de puntos de monitoreo de Benceno. Talcahuano/Hualpén. Red ENAP.

- La distribución espacial de concentración de Benceno al año 2000^{000855 vta} en todos los puntos tienden a ubicarse debajo de la norma anual de la UE (5 µg/m³), con excepción de algunos períodos en los sitios La Emergencia (R), La Emergencia (H) y Moravia/Sarajevo.
- El perfil anual presenta mayores niveles en los **meses de invierno**, especialmente en los puntos Terminal San Vicente (TMSV), Cabo Aroca, Entrada PPW, Gibraltar/Liverpool y Moravia/Sarajevo, lo que se encuentra relacionado tanto con condiciones de **capa de mezcla de menor altura** y a incremento de emisiones de **calefacción a leña**, ambos factores en época invernal.

2020

000856

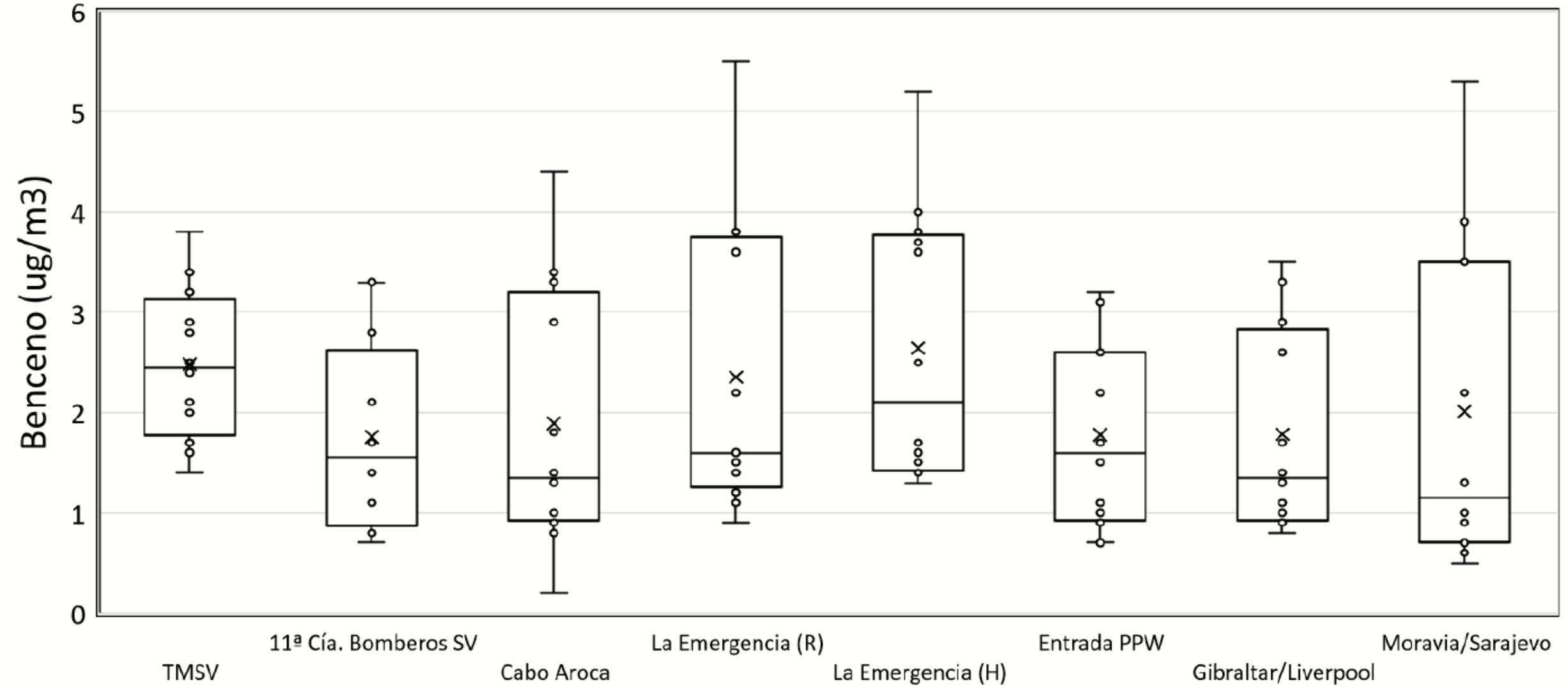


Figura 18: Distribución espacial-temporal de la concentración de Benceno.

Figura 18: Distribución espacial-temporal de la concentración de Benceno.

000856 vta

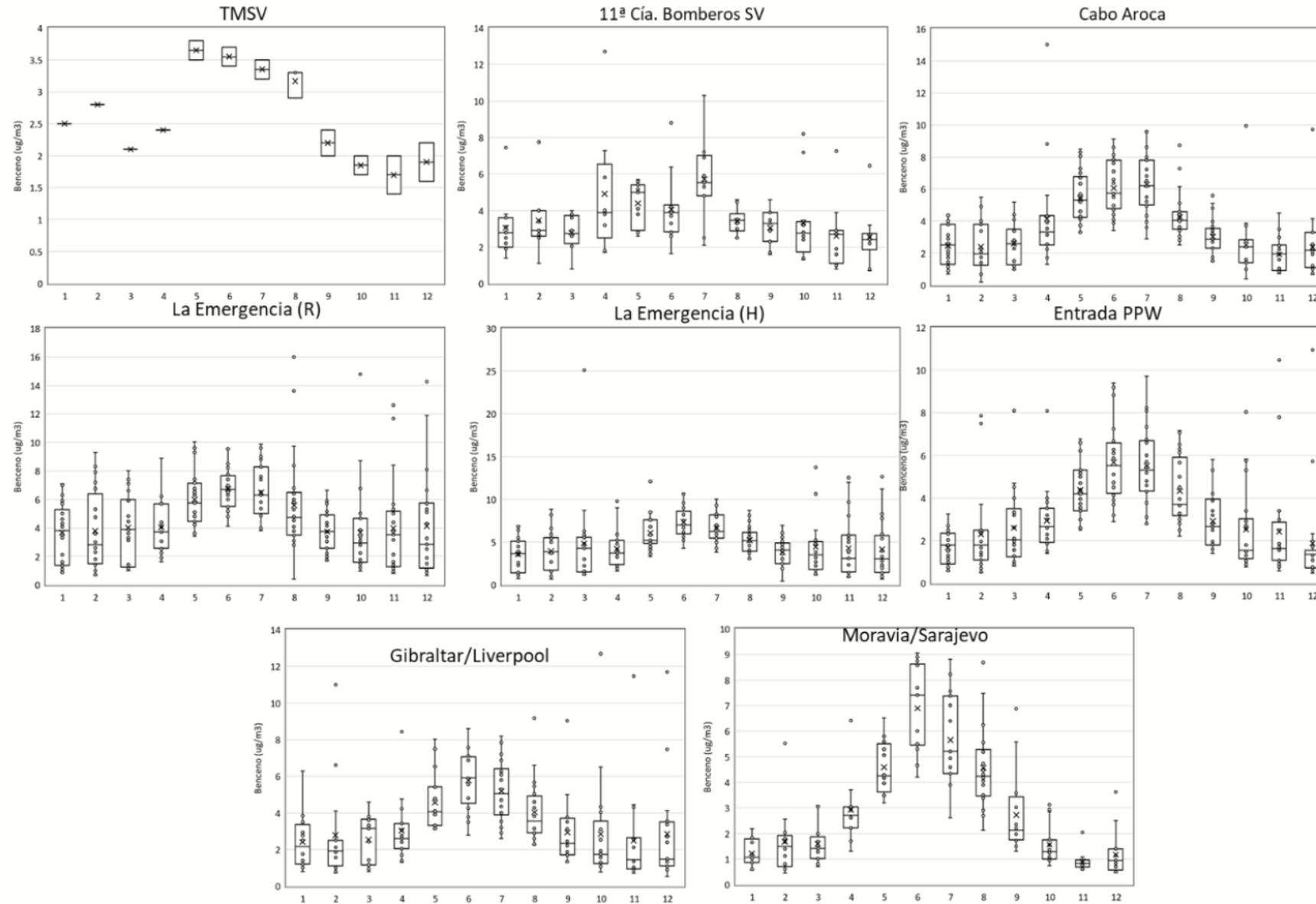


Figura 19: Perfil anual concentración de Benceno.

- No obstante

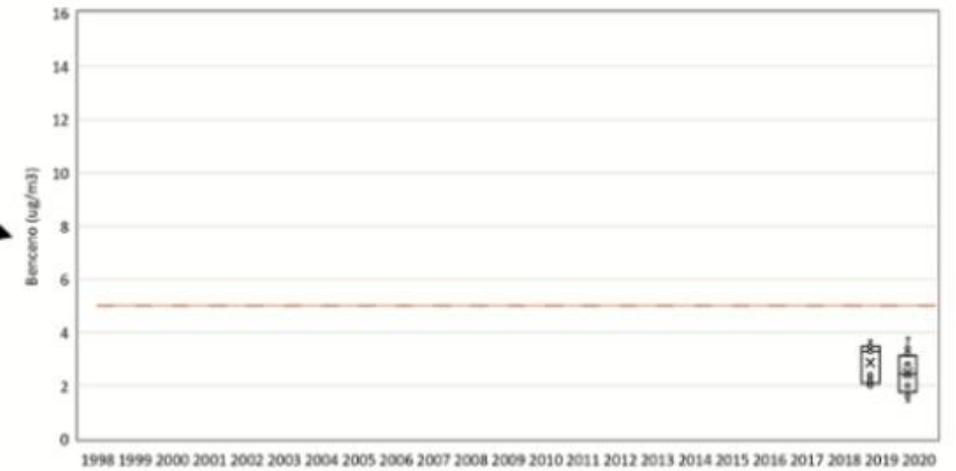
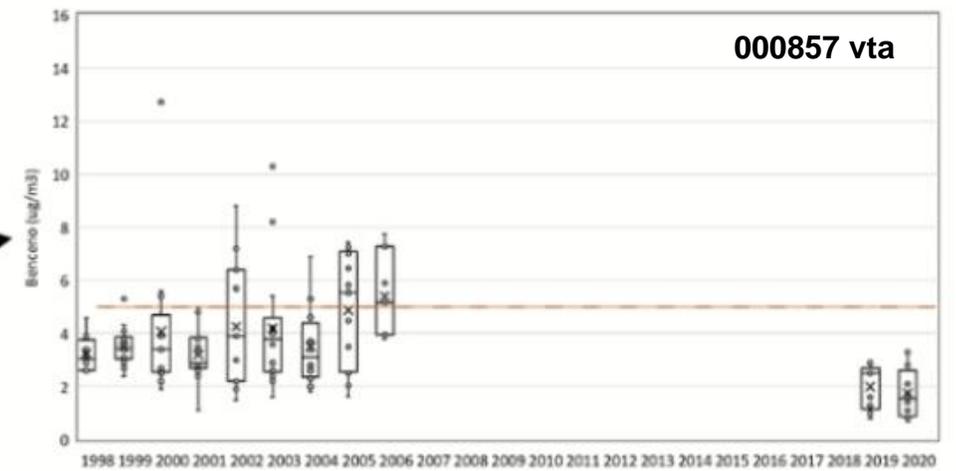


Figura 20: Datos de concentración de Benceno Red ENAP Talcahuano.

En los últimos 6 años los niveles presentan disminuciones importantes, bajo el estándar internacional.

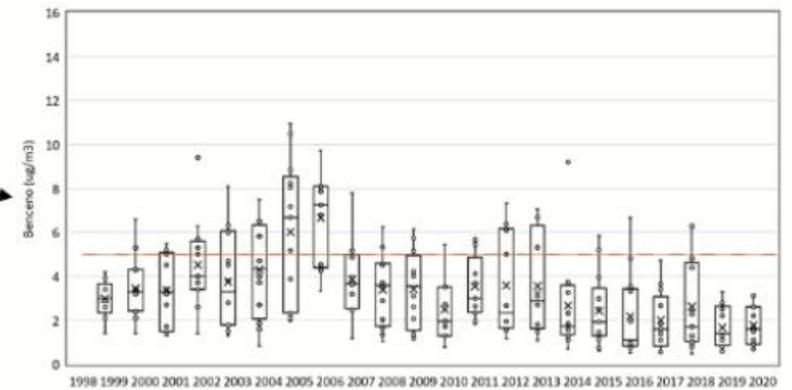
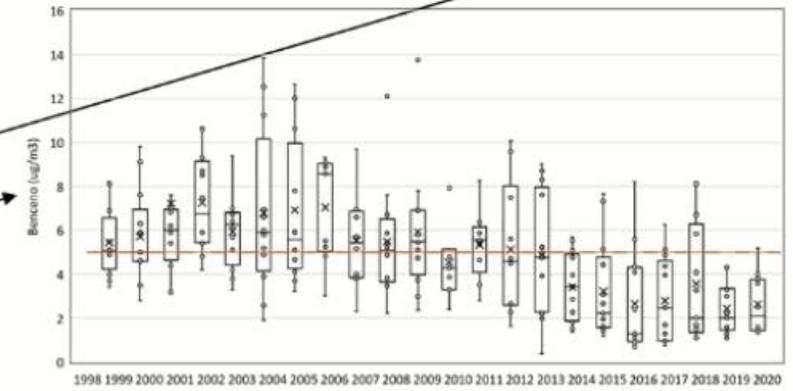
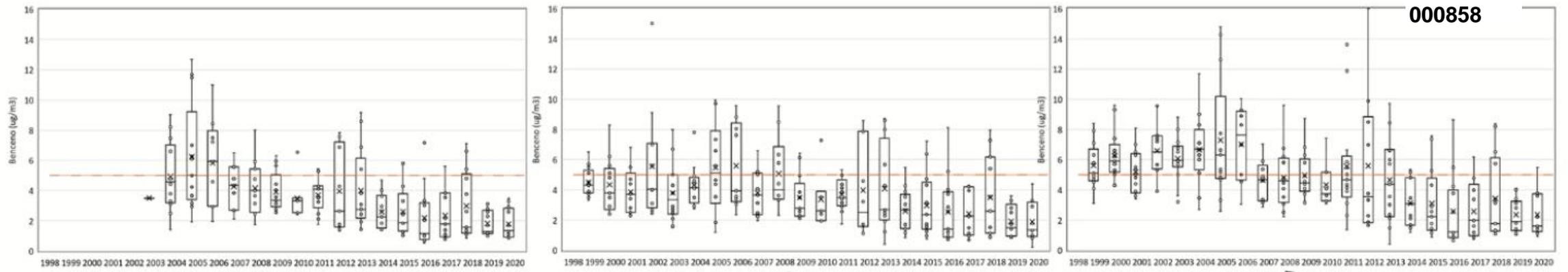


Figura 21: Datos de concentración de Benceno Red ENAP Talcahuano.

Tabla 30: Emisiones de benceno (toneladas por año) por categoría de vehículo y por región, 2018.

000858 vta

Región	Vehículos gasolina	V. Livianos Diésel	V. Pesados	Total
Arica-Parinacota	50,0	5,2	4,89	60,0
Tarapacá	46,4	4,4	6,18	57,0
Antofagasta	107,7	5,3	18,38	131,4
Atacama	62,6	4,2	10,07	76,8
Coquimbo	166,8	8,8	14,64	190,2
Valparaíso	401,7	18,6	20,09	440,3
Metropolitana	1.656,6	64,6	97,00	1.818,1
O'Higgins	174,7	9,3	12,65	196,6
Maule	218,7	13,0	21,62	253,3
Ñuble	80,9	4,8	9,83	95,5
Bío-Bío	264,8	12,2	30,36	307,4
Araucanía	155,7	9,4	19,93	185,1
Los Ríos	38,9	2,4	6,44	47,8
Los Lagos	161,6	11,1	21,67	194,4
Aysén	18,1	2,3	2,39	22,8
Magallanes	23,8	1,8	4,49	30,1
Total	3.629	177,4	300,6	4.106,9

Fuente: Elaboración propia a partir de SEC, 2018; Agencia SE, 2018; y EPA, 1998.

Tabla 43: Proyección del parque automotor al 2028.

000859

Año	Variación PIB	Vehículos Gasolina	Vehículos Diesel	Vehículos Eléctricos	Total de vehículos (sin V. a gas ni eléctricos)
2018	1,04	3.972.795	1.398.905	1.460	5.371.700
2019	1,011	4.126.525	1.460.444	2.862	5.586.969
2020	0,94	4.317.700	1.528.104	4.722	5.845.804
2021	1,045	4.511.997	1.596.869	7.792	6.108.865
2022	1,032	4.712.511	1.667.834	12.856	6.380.344
2023	1,029	4.918.839	1.740.857	21.213	6.659.696
2024	1,027	5.130.739	1.815.852	35.002	6.946.591
2025	1,025	5.347.936	1.892.721	57.753	7.240.658
2026	1,025	5.570.564	1.971.513	95.292	7.542.076
2027	1,025	5.798.757	2.052.274	157.232	7.851.030
2028	1,025	6.032.654	2.135.054	259.433	8.167.708

Fuente: elaboración propia a partir de INE, 2019; SEC, 2020; ANAC, 2019-2020; Banco Central, 2021; FMI, 2021; Agencia SE (EBP), 2018.

Tabla 29: Emisiones de COV (tonelada/año) por categoría de vehículo y por región, 2018.

Región	V. Gasolina	V. Liv. Diésel	V. Pesados	Total
Arica-Parinacota	652,5	83,6	310,2	1.046,2
Tarapacá	866,8	265,9	1.311,8	2.444,4
Antofagasta	1.498,6	450,5	5.805,1	7.754,3
Atacama	865,3	203,8	1.601,0	2.670,0
Coquimbo	1.956,5	215,6	1.301,2	3.473,3
Valparaíso	4.012,3	588,1	1.946,0	6.546,5
Metropolitana	17.978,1	1.203,9	4.730,5	23.912,5
O'Higgins	2.110,6	214,8	1.029,0	3.354,3
Maule	2.713,7	271,0	1.484,3	4.469,0
Ñuble ⁵⁹	995,7	110,5	744,5	1.850,7
Bío-Bío	3.256,8	234,8	1.954,9	5.446,5
Araucanía	2.015,4	129,3	1.000,9	3.145,6
Los Ríos	1.040,2	57,5	533,5	1.631,2
Los Lagos	2.107,6	223,4	1.665,4	3.996,3
Aysén	342,0	72,1	291,6	705,7
Magallanes	484,4	43,5	422,8	950,7
Total	42.896,5	4.368,3	26.132,5	73.397,4

Fuente: elaboración propia a partir de SEC, 2018; CNE, 2018; Agencia SE, 2018; EMEP/EEA, 2020; MTT, 2020; Tsai, Chang y Chiang,

Tabla 47: Emisiones de COV y Benceno de fuentes móviles proyectadas a 2028.

Categoría	Gasolina	Livianos diésel	Pesados
Emisión COV	66.079,26	4.681,86	39.484,61
Emisión Benceno	5.526,92	270,84	463,73

Fuente: elaboración propia a partir de INE, 2019; SEC, 2020, Banco Central, 2021, FMI, 2021 y EPA, 1998.

Tabla 4. Normas primarias de calidad del aire para BTEX.

	benceno (anual)	tolueno (24 h)	etilbenceno	xileno (24 h)
Ontario, Canadá ¹⁰	0.45	2000	-	730 (24 h)
Alberta Ambient Air Quality Objective	30 (1 h)			2300 (1 h)
Nueva Zelanda ¹¹	3.6	-	-	-
U.E.	5.0	-	-	-

	U.S EPA (RfC) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CalEPA- OEHHA (REL 8-h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Riesgo en Salud
benceno	30	3	Alteración en médula ósea (leucemia, anemia aplásica, etc.)
tolueno	5000	300	Sistema nervioso, respiratorio
etilbenceno	1000	2000	Efecto en hígado, riñones, sistema endocrino (desarrollo)
xileno	100	700	Sistema nervioso, respiratorio.

¹²**RfC**: “Reference Concentration”, término que señala “una estimación de una exposición por inhalación continua a la población humana (incluidos los subgrupos sensibles) que probablemente no tenga un riesgo apreciable de efectos nocivos durante toda la vida”.

¹³**REL**: “Reference Exposure Level”, nivel de concentración inferior o igual al cual no se puede anticipar un efecto adverso para la salud.

- Para efectos de la regulación de norma de Calidad de COVs, la tendencia^{000861 vta} internacional es **enfocar el monitoreo en aquellos contaminantes COV's que se encuentran en mayor cantidad en la atmósfera (BTEX)**, y establecer la norma de calidad solamente para el contaminante Benceno. Si bien existen otros contaminantes COV's que pueden ser regulados, al normar Benceno también se controlan las otras especies COV's volátiles, ya que presentan comportamiento de fuentes emisoras similares. Además, el **benceno es uno de los pocos contaminantes COV's que sí tiene evidencia científica** de efectos adversos en la salud. Los otros ETX se presume que tienen efectos adversos, pero no son tan claros como los que presenta el Benceno.
- Si bien, se logró recopilar información de calidad del aire desde 10 años atrás a nivel nacional, no existe información continua que permita establecer tendencias claras de contaminación, con excepción de la serie de datos de la comuna de Talcahuano. Los registros de otras regiones de Chile solo permiten identificar impactos predominantes de **fuentes emisoras para períodos cortos de monitoreo** (1 semana-1 mes), principalmente atribuidos a emisiones de **tráfico vehicular e industriales**. Su bajo nivel de completitud no permite estimar evaluación de niveles de concentración representativa de un año. ¡

- Los perfiles temporales muestran **concentraciones mayores en invierno** lo que es consistente con el perfil de emisiones, como se verá más adelante en el inventario. En algunos casos, estos **valores pueden situarse por sobre la referencia de la norma europea**. Suponiendo que la actividad industrial y el tráfico vehicular son relativamente constantes a lo largo del año, la explicación estaría en las mayores emisiones por quema de leña que se concentran en los meses invernales.

Próxima reunión

- 4° reunión C.O.:
Estudio AGIES

