


**Fase I: Resumen del Monitoreo de los Antecedentes del Aire para
Seattle Iron & Metals Corporation
(Corporación de Hierro y Metales de Seattle)**



Preparado para
Seattle Iron & Metals Corporation
601 South Myrtle Street
Seattle, Washington 98108

Preparado por

environmental research associates
25570 Rye Canyon Road, Unit J
Valencia, California 91355
Preparado con asesoría del Dr. Ranajit Sahu

Abril 2020

Como parte del Decreto de Consentimiento No. 12-01201RSM, T&B Systems condujo la Fase I del monitoreo de los “antecedentes” del aire ubicado contra viento de las instalaciones de Seattle Iron and Metals Corporation (SIM) en Seattle, Washington, desde el 8 de mayo de 2019 hasta el 29 de agosto de 2019. Este esfuerzo de monitoreo se diseñó para investigar la contribución en las concentraciones de partículas contra viento (al sur o sureste) de la propiedad de SIM. A continuación se resume la conducción del estudio y se presenta las observaciones obtenidas de la recolección de datos.

DISEÑO DEL ESTUDIO

En una ronda de muestreo anterior en el 2018, se realizó una revisión de los datos de la rosa de los vientos del aeropuerto Seattle-Tacoma para identificar las ubicaciones adecuadas para la instalación, en ese entonces, de dos sistemas de monitoreo del perímetro que operaron en el 2018 en las instalaciones de SIM.¹ Por ejemplo, la **Figura 1** muestra una rosa de los vientos de esta área en el mes de mayo proveniente de los datos recolectados en Seatac. En base a ello, así como también a los datos recolectados en el sitio SIM en el 2018 – los cuales son consistentes (como se esperaría, dado que el promedio de los vientos recolectado durante períodos de tiempo largos no varía significativamente), la frecuencia más grande de vientos proviene de la dirección suroeste hacia el sur. La meta del esfuerzo de monitoreo de la Fase I de 2019 fue seleccionar tres sitios para medir los “antecedentes” del nivel de impacto de las partículas en suspensión, incluyendo el total de partículas suspendidas (TSP por sus siglas en inglés) y las partículas en suspensión (PM por sus siglas en inglés) de 2.5 micrómetros o menos, denominados PM_{2.5} y para conducir una recolección de muestras de policlorobifenilo (PCB) y compuestos de dioxinas, contra viento de las instalaciones de SIM. Adicionalmente, después de concluido el período de monitoreo, los filtros de muestreo de TEFLON para cada una de los adquirentes de muestras de TSP se enviaron a un laboratorio para analizar su contenido de metales. La **Figura 2** muestra las ubicaciones de monitoreo en relación a las instalaciones de SIM. Los tres sitios de monitoreo de antecedentes fueron denominados Heiser, Residencial y Ciudad. La **Tabla 1** presenta las coordenadas para cada uno de los lugares de monitoreo.

METODOLOGÍA

La **Tabla 2** lista el equipo utilizado para el esfuerzo de monitoreo. Las mediciones principales del estudio fueron mediciones continuas de las concentraciones de TSP y PM_{2.5}, meteorología continua en uno de los sitios y material de muestreo utilizado para recolectar PCB y compuestos de dioxinas. Se utilizaron adquirentes de muestras Thermo Personal Data Ram (pDR) modelo 1500 para todas las mediciones de TSP y PM_{2.5} y se utilizaron bombas SKC con material PUF (espuma de poliuretano) para la recolección de PCB y compuestos de dioxinas. Las especificaciones de desempeño del equipo se presentan en la **Tabla 3**.

¹ Este muestreo no es sujeto de este reporte ni está contenido en el mismo.

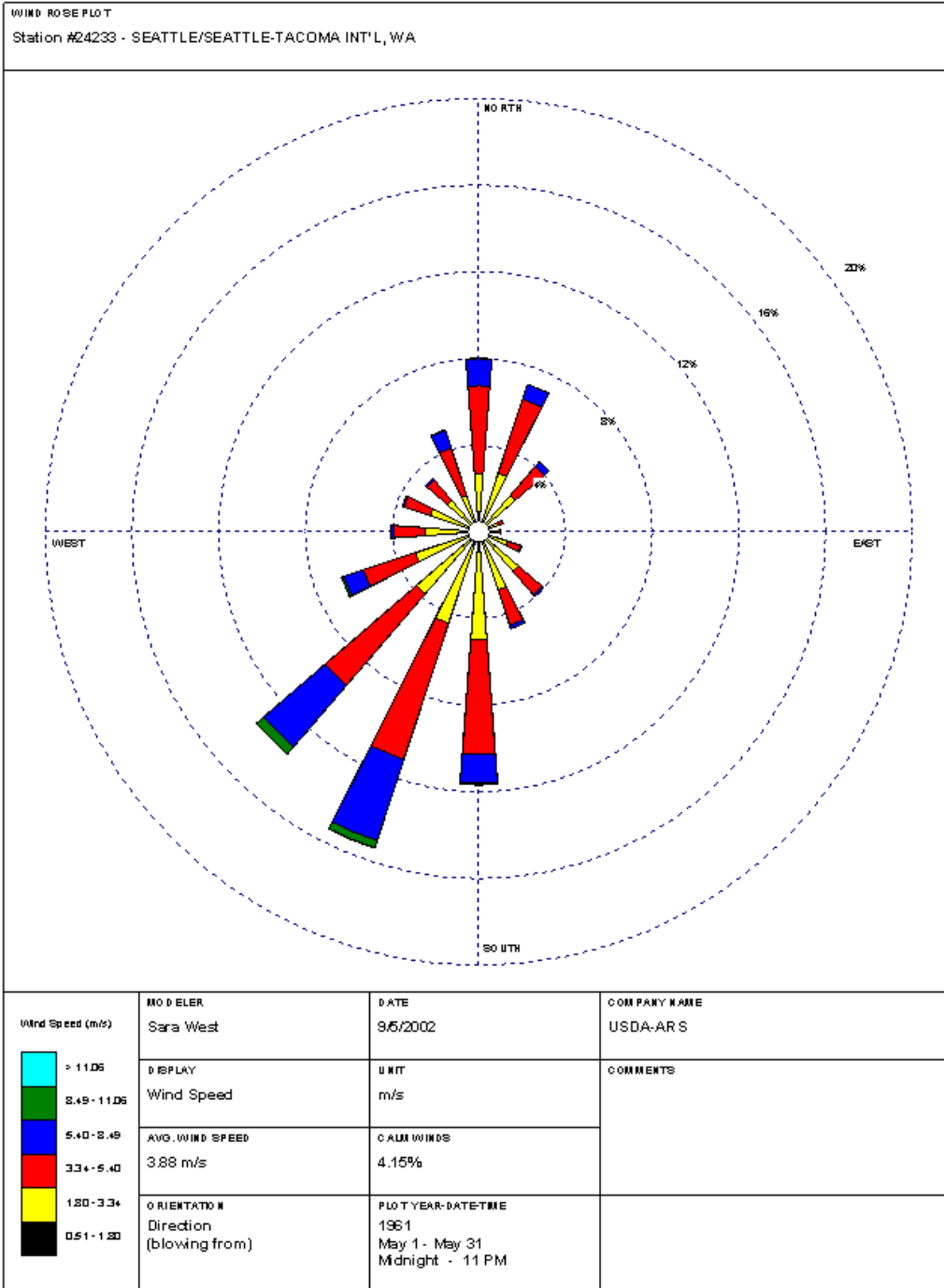
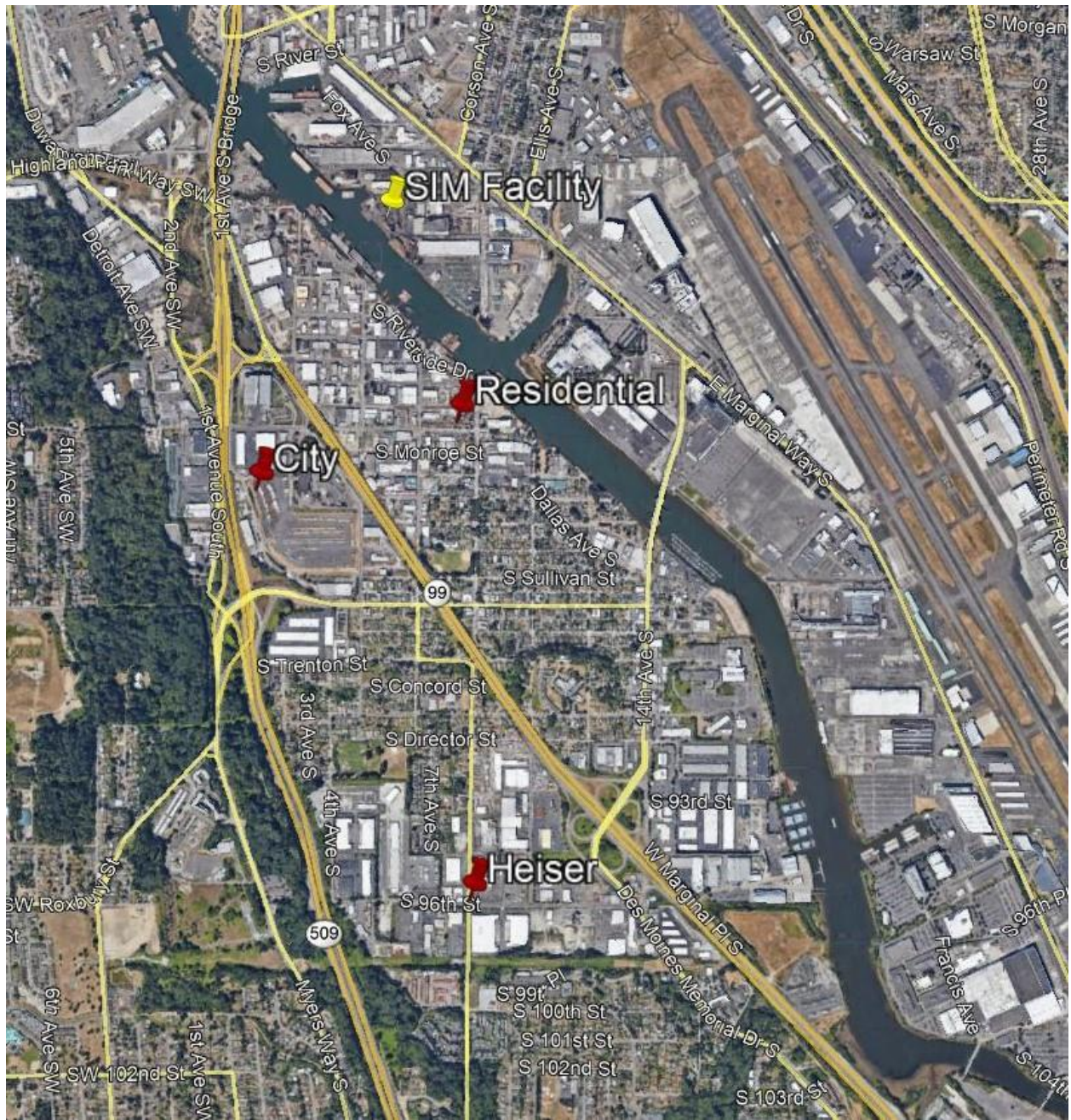



Figura 1. Rosa de los vientos del Aeropuerto Seattle-Tacoma (1961-1990)



 Instalaciones de SIM

 Residencial

 Ciudad

 Heiser

Figura 2. Lugares de Monitoreo de “Antecedentes” 2019

Tabla 1. Coordenadas de los sitios

Ciudad	47.531368° -122.331062°
Heiser	47.517208° -122.323181°
Residencial	47.532211° -122.323769°

Tabla 2. Instrumentación

Medición	Sitio(s)	Marca/Modelo	Parámetros de muestreo	Comentarios
Velocidad y dirección del viento	Heiser	Monitor RM Young Wind	Escaneos de 1 segundo (no registrados pero usados en los cálculos), promedios de escaneos cada 5 min, cada hora, y cada 24 horas, cálculos de vectores y escalares del viento	El sensor se ubicó en un trípode con una altura de alrededor de 4 metros.
Temperatura ambiente /Humedad relativa	Heiser	RM Young 41382VC	Escaneos de 1 segundo (no registrados pero usados en los cálculos), promedios de escaneos cada 5 min, cada hora, y cada 24 horas	Los sensores se albergaron en un escudo de radiación ubicado en un trípode a una altura de alrededor de 2 metros.
Precipitación	Heiser	Texas Electronics TR-525M	Escaneos de 1 segundo (no registrados pero usados en los cálculos), totales de escaneos cada 5 min, cada hora, y cada 24 horas	El sensor se ubicó en un trípode a una altura de alrededor de 2 metros.
PM (TSP)	Heiser, Ciudad y Residencial	Thermo pDR-1500 con ciclón TSP	Escaneos de 1 segundo (no registrados pero usados en los cálculos), concentraciones de cada 5 min, cada hora, y cada 24 horas.	Punto de entrada para el muestreo a una altura de alrededor de 2 metros. Flujo de muestra nominal de 2.0 lpm
PM (PM _{2.5})	Heiser, Ciudad y Residencial	Thermo pDR-1500 con ciclón PM _{2.5}	Escaneos de 1 segundo (no registrados pero usados en los cálculos), concentraciones de cada 5 min, cada hora, y cada 24 horas.	Punto de entrada para el muestreo a una altura de alrededor de 2 metros. Flujo de muestra nominal de 1.5 lpm
PCB/Dioxinas	Heiser, Ciudad y Residencial	Bomba personal SKC con material de muestreo PUF	Se recolectaron muestras de aproximadamente 1 semana durante el período del estudio y fueron analizadas por ALS Life Sciences	Punto de entrada para el muestreo a una altura de alrededor de 2 metros. Flujo de muestra nominal de 1.0 lpm Se analizó los PCB usando el Método USEPA 1668 y las dioxinas utilizando el Método USEPA 8290A
Metales	Heiser, Ciudad y Residencial	TSP pDR-1500 Filtros de	Los filtros de muestreo recolectaron PM durante	Los metales fueron analizados utilizando Rayos X

		muestreo de Teflon	todo el período del estudio y fueron analizados por CHESTER LabNet	fluorescentes EPA-IO-3.3
Registro de datos	Heiser, Ciudad y Residencial	Campbell Scientific CR1000 y CR300	Escaneos de promedios y totales de 1 seg, cada 5 min, cada hora y cada 24 horas.	
Telemetría celular	Heiser, Ciudad y Residencial	Sierra Wireless AirLink Raven XT y Campbell Scientific CELL210		

Tabla 3. Especificaciones pDR-1500

Rango de concentración de medición (rango automático)	0.001 to 400 mg/m ³
Rango de coeficiente de dispersión	1.5 x 10 ⁻⁶ to 0.6 m ⁻¹ (aprox.) @ λ = 880 nm
Precisión/repetitividad en un período de 30 días (2-sigma)	± 2% de la lectura o ± 0.005 mg/m ³ , cualquiera que sea mayor en un tiempo promedio de 1 segundo ± 0.5% de la lectura o ± 0.0015 mg/m ³ , cualquiera que sea mayor en un tiempo promedio de 10 segundos ± 0.2% de la lectura o ± 0.0005 mg/m ³ , cualquiera que sea mayor en un tiempo promedio de 60 segundos
Precisión	± 5% de la lectura (± precisión) rastreable en el análisis fino de polvo SAE
Resolución	0.1 µg/m ³
Rango del tamaño de las partículas de máxima respuesta	Total de partículas suspendidas

El adquirente de muestras pDR utiliza un método óptico para detectar partículas, ofreciendo una medición continua de las concentraciones de TSP y PM_{2.5}. A pesar de que el adquirente de muestras no cuenta con un estatus del Método de Referencia Federal (FRM por sus siglas en inglés) o del Método Equivalente Federal de la Agencia de Protección Medioambiental (EPA por sus siglas en inglés) para la medición de TSP y PM_{2.5}, los estudios han demostrado que las lecturas de los pDR se correlacionan muy bien con aquellos de la instrumentación del FEM o FRM, y por lo tanto, ofrecen una manera económica de medición de las concentraciones de TSP y PM_{2.5} para este tipo de aplicación.

OPERACIONES DE CAMPO

Los sitios Heiser y Residencial se instalaron el 8 de mayo y el sitio Ciudad se instaló el 9 de mayo de 2019 y en estas mismas fechas comenzaron las mediciones continuas de las partículas en suspensión y las mediciones meteorológicas. El monitoreo de PCB y dioxinas comenzó en cada uno de los sitios el 10 de junio de 2019.

El sitio Heiser se instaló en la Compañía Heiser Body y fue habilitado con corriente alterna utilizando un cable de extensión respaldado por una batería. Las bombas pDRs y SKC se ubicaron en el recinto designado para el adquisidor de datos CR1000 y se adjuntó al trípode meteorológico. La orientación del sensor del monitor de viento se verificó con un GPS y se lo orientó hacia el norte geográfico. Los puntos de ingreso para las muestras de partículas en suspensión se adjuntaron al mástil con la entrada localizada alrededor de 1.5 metros debajo del monitor de viento. Se adjuntaron embudos para prevenir que el agua lluvia entre a las líneas de muestras. La **Figura 3** muestra el sistema instalado en Heiser.

El sitio Ciudad se instaló en las premisas de South Seattle Hazardous Waste. Los pDR se instalaron dentro del recinto para el adquisidor de datos CR300, el mismo que fue ubicado en un poste de la cerca dentro de estas premisas. Los puntos de ingreso de las muestras de partículas en suspensión se adjuntaron al poste de la cerca a una altura de aproximadamente 2 metros. El sitio fue habilitado con corriente alterna utilizando un cable de extensión respaldado por una batería. Se adjuntaron embudos para prevenir que el agua lluvia entre en las líneas de muestras. La **Figura 4** muestra el sistema instalado en el sitio Ciudad.

El sitio Residencial se instaló en una residencia. Los pDR se instalaron dentro del recinto para el adquisidor de datos CR300, el mismo que se ubicó en una mesa en el patio trasero del hogar. Los puntos de ingreso de las muestras de partículas en suspensión se adjuntaron a un pequeño trípode a una altura de aproximadamente 2 metros. El sitio fue habilitado con corriente alterna, utilizando un cable de extensión respaldado por una batería. Se adjuntaron embudos para prevenir que el agua lluvia entre en las líneas de muestras. La **Figura 5** muestra el sistema instalado en el sitio Residencial.

Control de calidad y validación de datos

El personal de Floyd Snider condujo revisiones semanales de los sistemas de muestreo durante el período de muestreo de 10 semanas. Estas revisiones incluyeron lo siguiente:

- Revisión visual para asegurar que nada hubiese cambiado en el sitio
- Revisión del flujo de los tomadores de muestras pDR y SKC
- Revisión de la respuesta pDR para asegurar que se encuentra en cero

Durante el período del estudio, los sitios exhibieron respuestas mayores a cero en relación a la información inicial. Los instrumentos se fijaron “nuevamente en cero” varias veces en el transcurso del período del estudio. Adicionalmente, varios de los rangos de flujo de las muestras de las bombas pDR y SKC necesitaron ser ajustados. El personal de Floyd Snider documentó todos los ajustes en hojas de registro. Los registros están disponibles al final de este reporte.

Además de este cambio en el nivel cero de los instrumentos y del rango de flujo, el personal de Floyd Snider tuvo que resetear periódicamente el pDR de los sitios dado que la comunicación del pDR hacia el

adquisidor de datos ocasionalmente no funcionaba adecuadamente. Además, algunas de las unidades pDR rentadas presentaron malfuncionamientos que no pudieron resolverse/repararse en el campo y fue necesario cambiarlos con otras unidades rentadas. Estos períodos están puntualizados en los registros de los sitios.

Todos los datos de los sitios se cargaron vía modem celular en el sistema de manejo de datos en línea Vista Data Vision de T&B, donde se revisaba si había algún problema con los instrumentos al menos una vez al día, así como cualquier otro problema que pudiera influenciar la consecución de las metas del estudio. Adicionalmente, se usaron alarmas de notificación para enviar avisos vía correo electrónico o texto si se detectaba cualquier problema.



Figura 3. Sistema de monitoreo del sitio Heiser



Figura 4. Sistema de monitoreo del sitio Ciudad

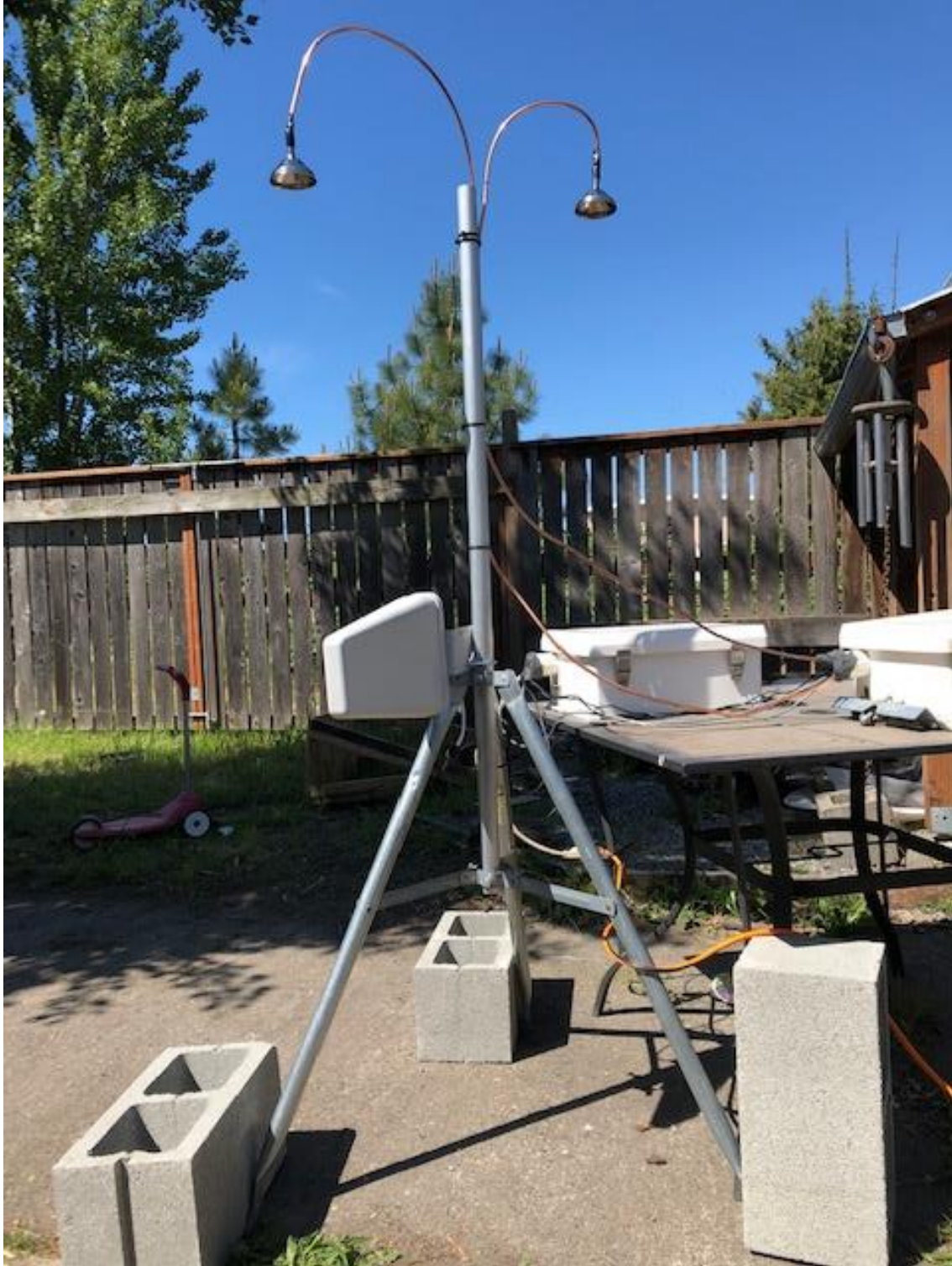


Figura 5. Sistema de monitoreo del sitio Residencial

RESUMEN DE LOS DATOS

Los datos recolectados durante el estudio se resumen a continuación:

- La **Tabla 4** presenta las concentraciones máximas de cada 5 minutos, el promedio y concentraciones máximas cada 60 minutos y las concentraciones máximas cada 24 horas que se observaron en los sitios durante el período del estudio e incluye el porcentaje de captación de datos. Adicionalmente, se ha incluido el total neto en masa de todo el período del estudio en cada uno de los sitios, obtenido del análisis de cada uno de los filtros de muestras TSP analizados por Chester Labnet.
- Las **Figuras de la 6 a la 9** presentan el promedio de concentraciones TSP y PM_{2.5} de cada 60 minutos y de cada 24 horas de todos los sitios.
- La **Figura 10** presenta las rosas de contaminación TSP y PM_{2.5} en promedio de cada 5 minutos y de cada 60 minutos de todos los sitios.
- La **Figura 11** presenta la rosa de los vientos para el período de estudio del sitio Heiser y las **Figuras de la 12 a la 15** presentan los datos del promedio meteorológico por hora del sitio Heiser.
- Los resultados de los metales de los filtros de TSP de Teflon analizados por CHESTER LabNet se encuentran al final de este reporte.
- Los resultados de PCB/dioxina analizados por el laboratorio ALS Life Sciences lo facilitará Floyd Snider.

Tabla 4. Concentraciones promedio y máximas del estudio

	Sitio Ciudad Concentraciones TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sitio Ciudad Concentraciones PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Máximo de cada 5-min	265.5	161.3
Máximo de cada 60 min	170.6	98.8
Máximo de cada 24 hr	26.5	16.0
Concentración promedio del estudio	9.9	6.8
Total neto en masa del filtro TSP de Teflon (Chester LabNet Filtro No. 18-T125)	1,573	
<i>Captación de datos</i>	<i>80.7%</i>	<i>90.6%</i>
	Sitio Heiser Concentraciones TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ²	Sitio Heiser Concentraciones PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Máximo de cada 5-min	542.9	161.3
Máximo de cada 60 min	46.0	477.9
Máximo de cada 24 hr	24.1	29.3
Concentración promedio del estudio	10.2	5.9
Total neto en masa del filtro TSP de Teflon (Chester LabNet Filtro No. 18-T123)	2,329	
<i>Captación de datos</i>	<i>87.5%</i>	<i>78.0%</i>
	Sitio Residencial Concentraciones TSP	Sitio Residencial Concentraciones PM _{2.5}

² La revisión de los datos mostró que el tomador de muestras TSP de Heiser dejaba de funcionar con frecuencia cuando se encontraba con un pico alto de concentraciones (mayormente durante el 4 de julio cuando ocurrieron las concentraciones máximas de PM_{2.5}), por lo que se vio afectada la representatividad de las concentraciones máximas de TSP en este sitio.

	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Máximo de cada 5-min	405.1	371.9
Máximo de cada 60 min	99.6	71.9
Máximo de cada 24 hr	29.1	17.8
Concentración promedio del estudio	10.8	5.8
Total neto en masa del filtro TSP de Teflon (Chester LabNet Filtro No. 18-T124)	3,299	
<i>Captación de datos</i>	99.9%	99.9%

El promedio de las concentraciones de TSP en base a los filtros y para todo el período del estudio se estimaron utilizando los rangos de flujo del tomador de muestras para calcular el volumen total del aire que pasó por el tomador de muestras. Utilizando las notas de los registros de las estaciones para establecer supuestos del estado operacional de cada tomador de muestras, se derivaron las siguientes concentraciones de TSP:

- Ciudad – $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Heiser – $7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Residencial – $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Al revisar estos datos, es importante notar que el tomador de muestras de TSP en Residencial permaneció sin ningún percance a lo largo del período del estudio. Esto explica la similitud entre la concentración promedio en base al filtro ($10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la concentración promedio del estudio reportado por el tomador de muestras ($10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en este sitio. En contraste, tanto en los sitios Ciudad y Heiser, las mediciones en base al filtro fueron impactadas por los períodos en los que falta información y por los rangos de flujo variantes del tomador de muestras que introducen incertidumbre en las mediciones del filtro, haciendo que las comparaciones sean menos conclusivas. A pesar de ser así, las concentraciones calculadas en base al filtro todavía se encuentran dentro de más o menos $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del promedio de concentraciones TSP presentado por el tomador de muestras y que se presentan en la Tabla 4.

TSP - 1-hr Average ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

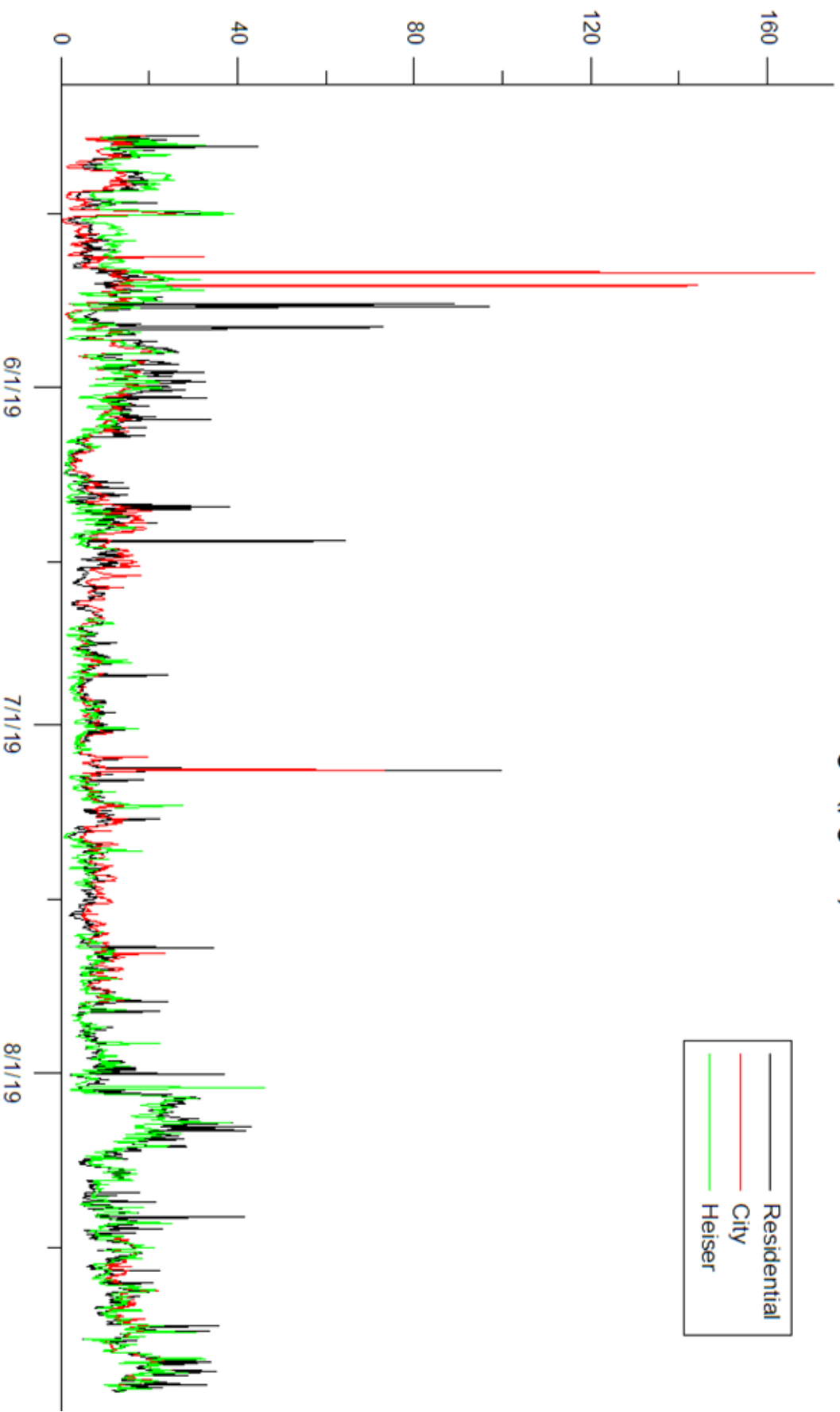


Figura 6. Promedio de concentraciones de TSP en espacios de 1 hora durante todo el período del estudio

PM_{2.5} - 1-hr Average (µg/m³)

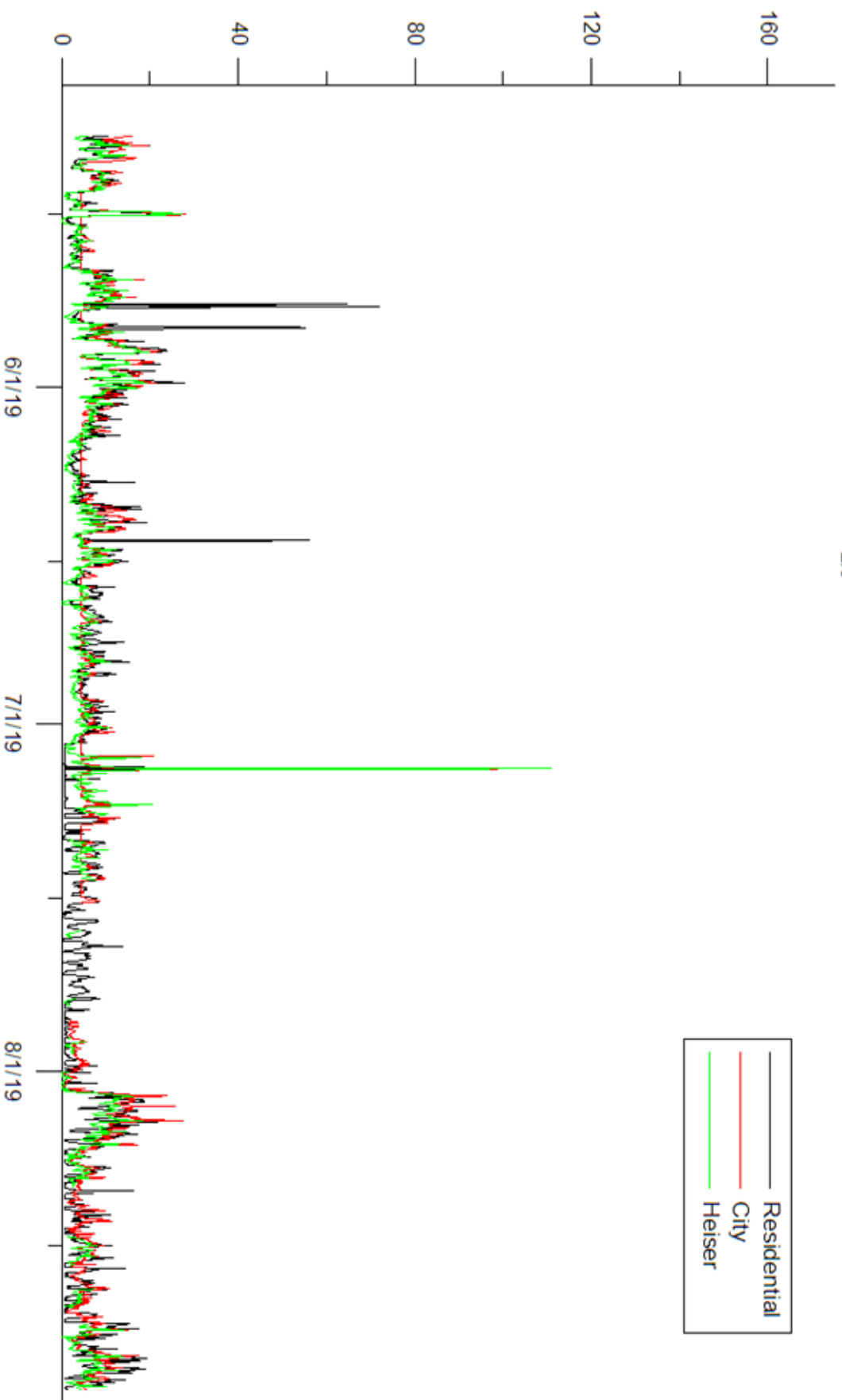


Figura 7. Promedio de concentraciones de PM_{2.5} en períodos de una hora durante todo el período del estudio

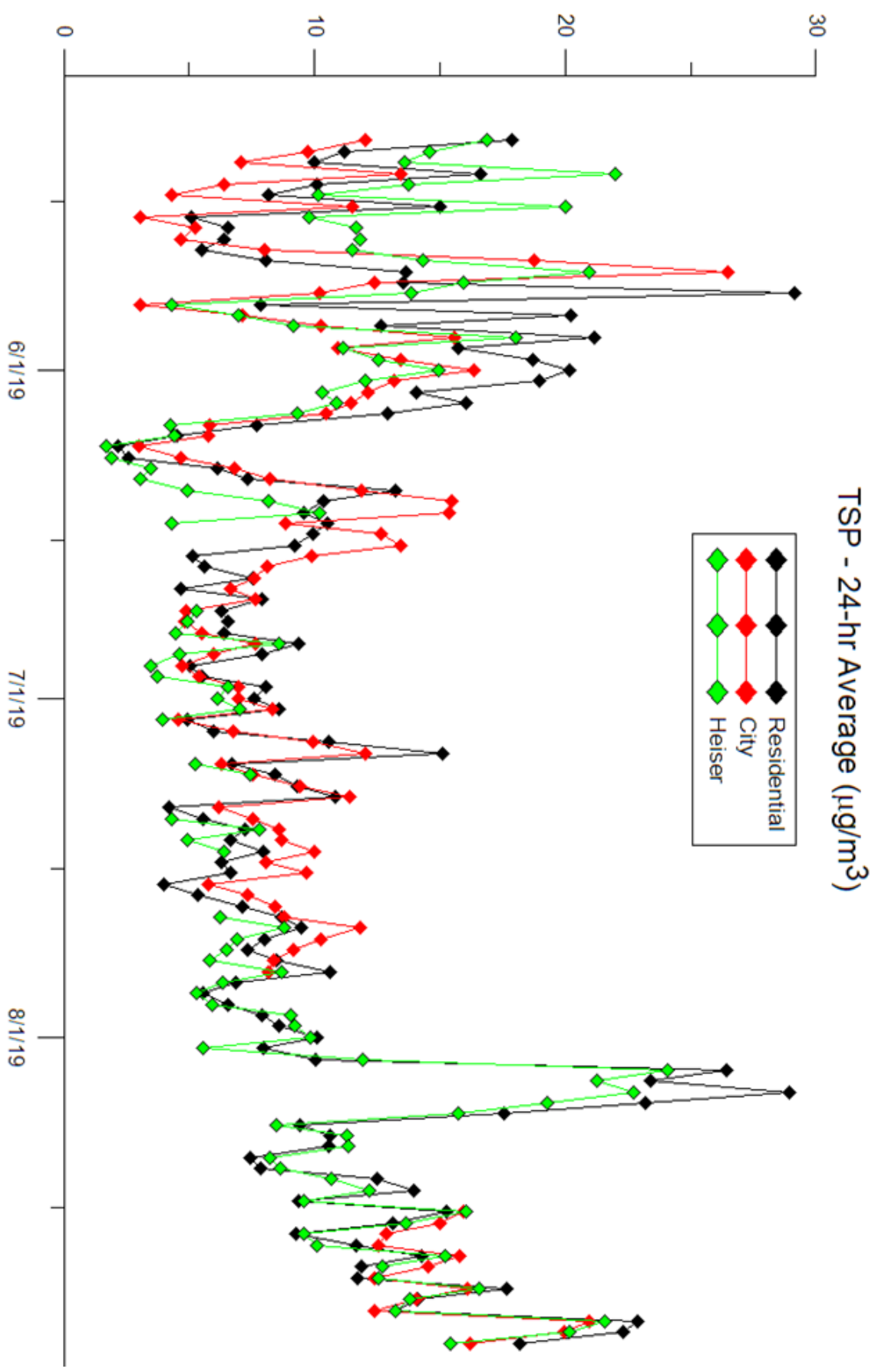
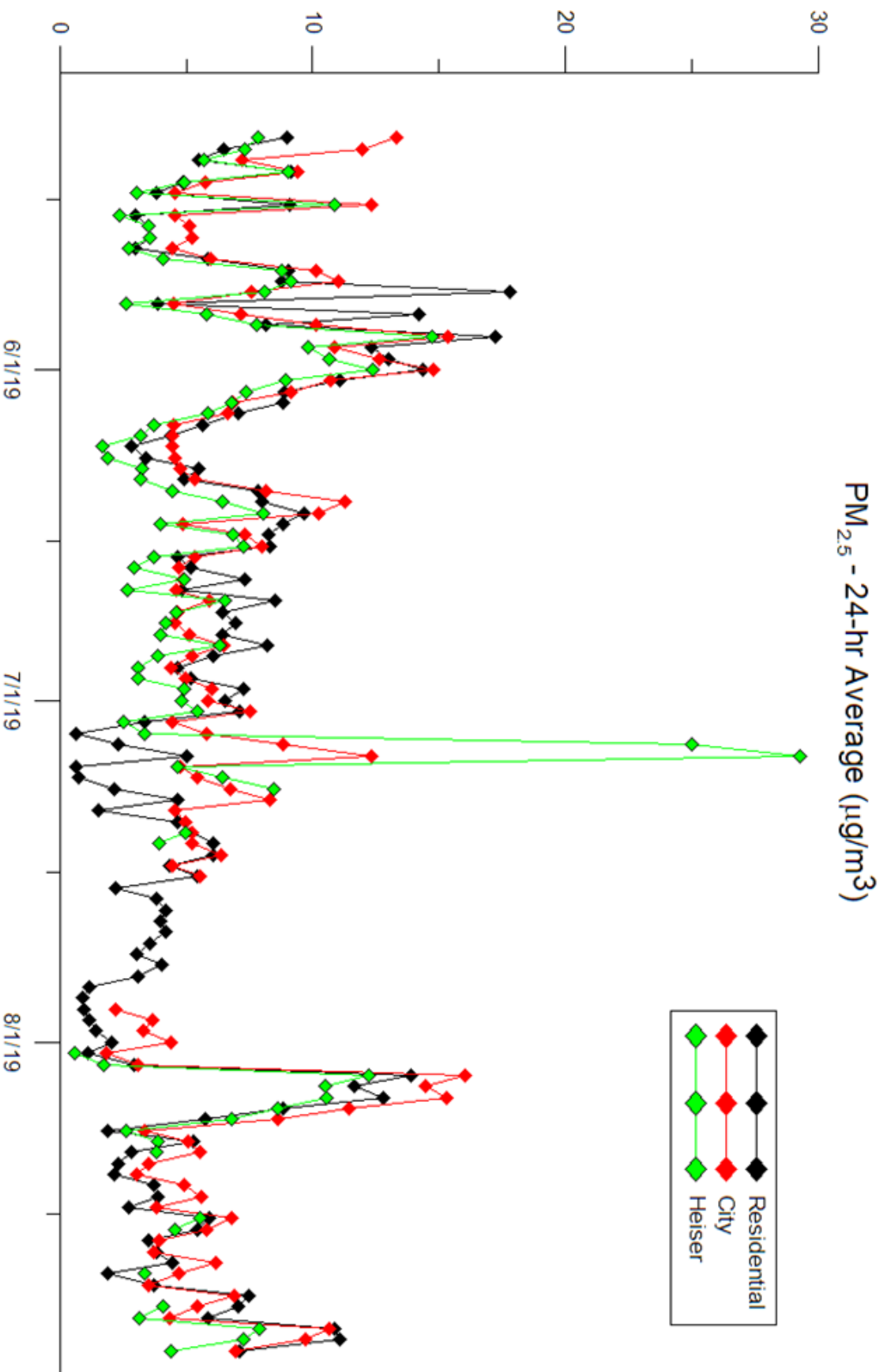
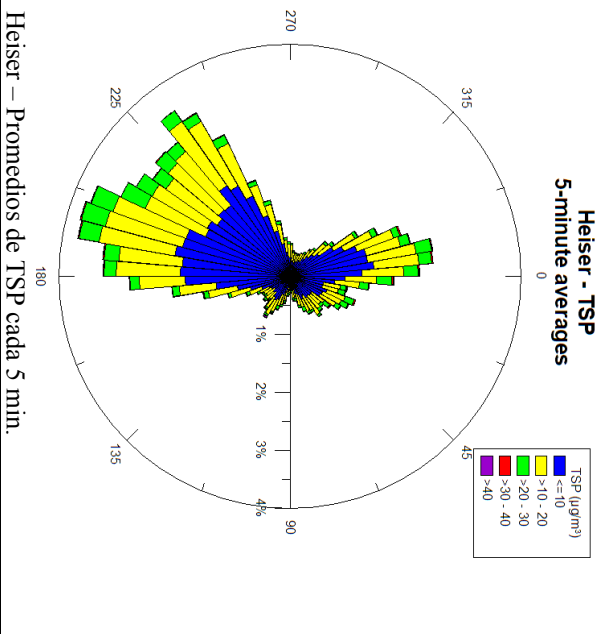
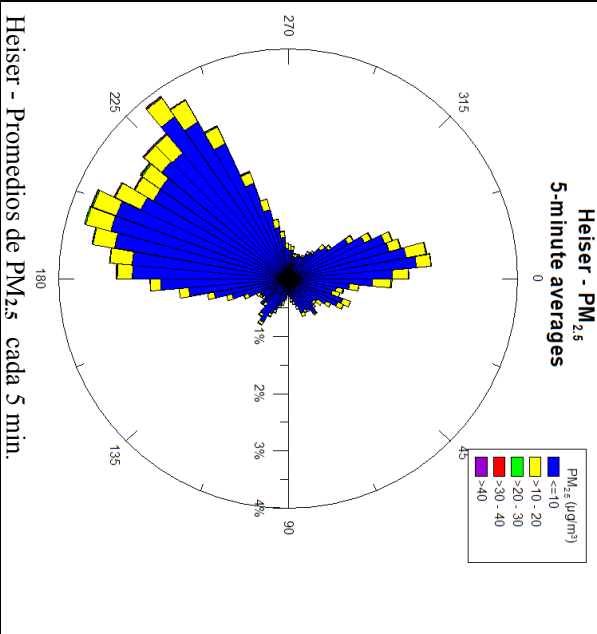
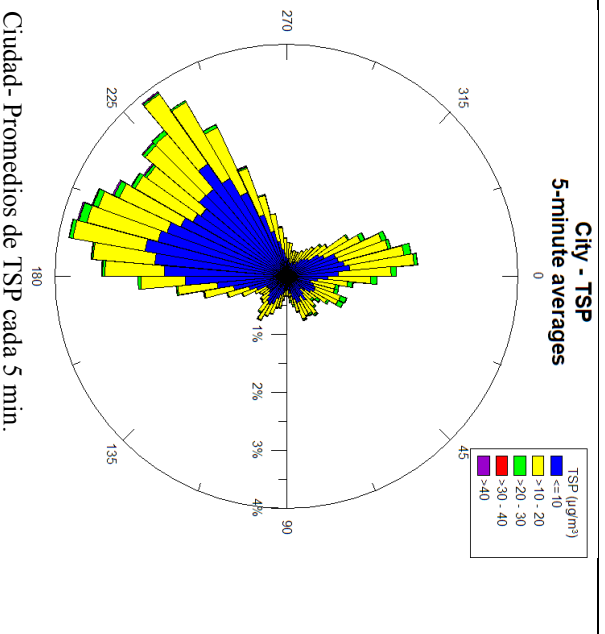
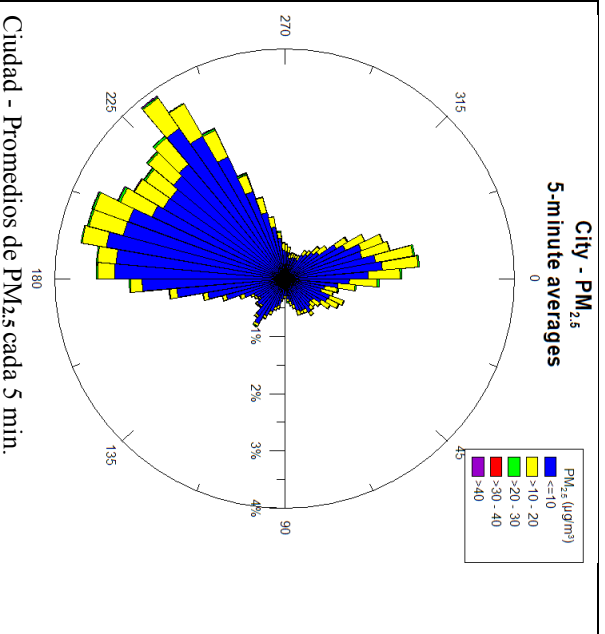
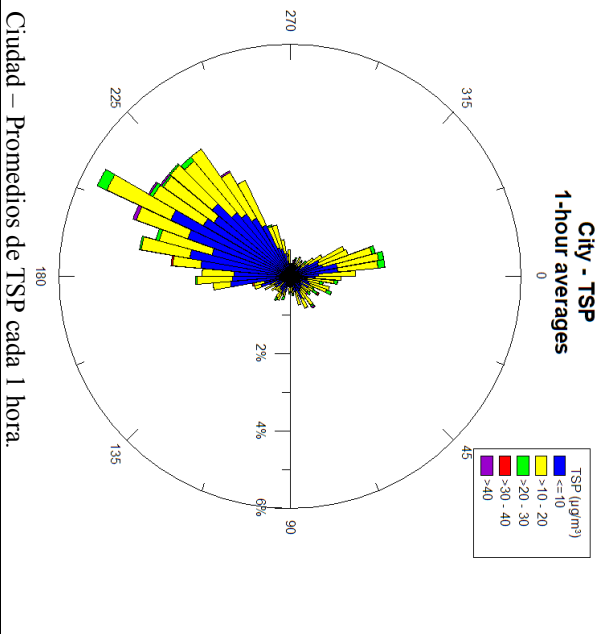
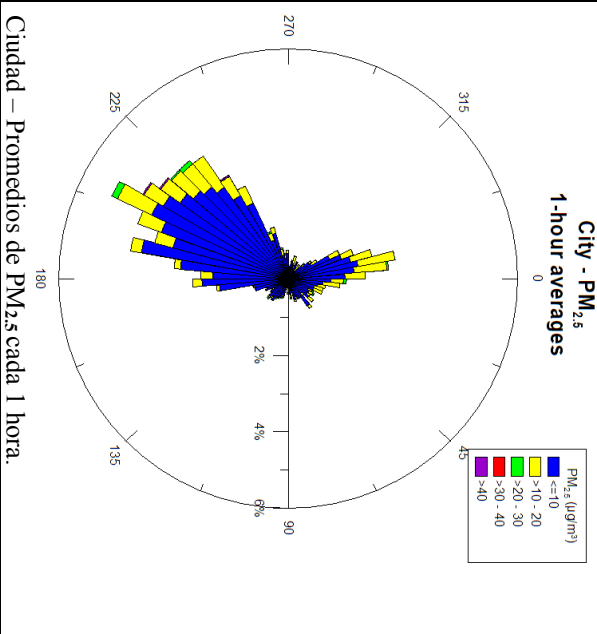
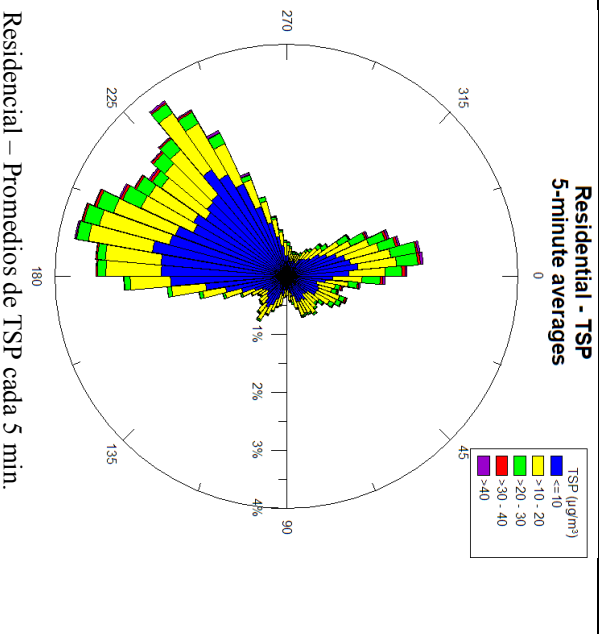
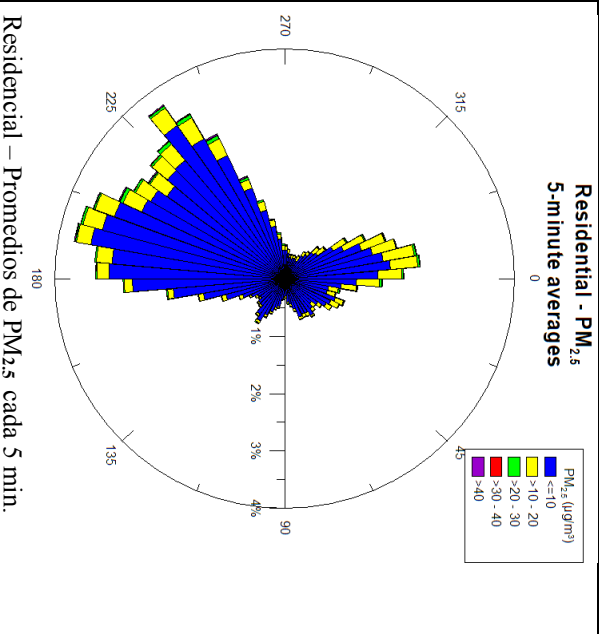


Figura 8. Promedio de concentraciones TSP en periodos de 24 horas durante todo el periodo del estudio

Figura 9. Concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ en periodos de 24 horas durante todo el período del estudio







Ciudad – Promedios de PM_{2.5} cada 1 hora.

Ciudad – Promedios de TSP cada 1 hora.

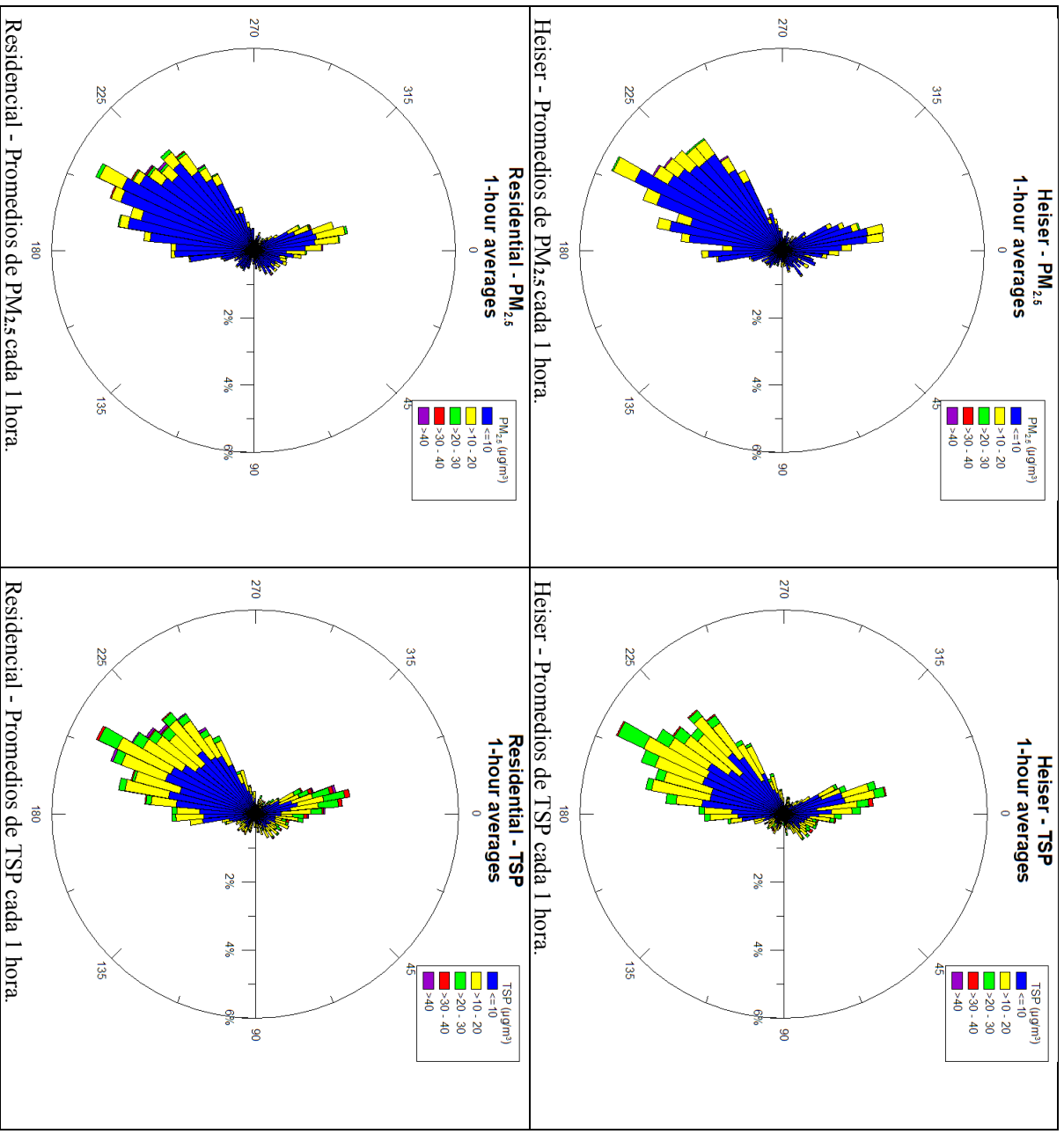
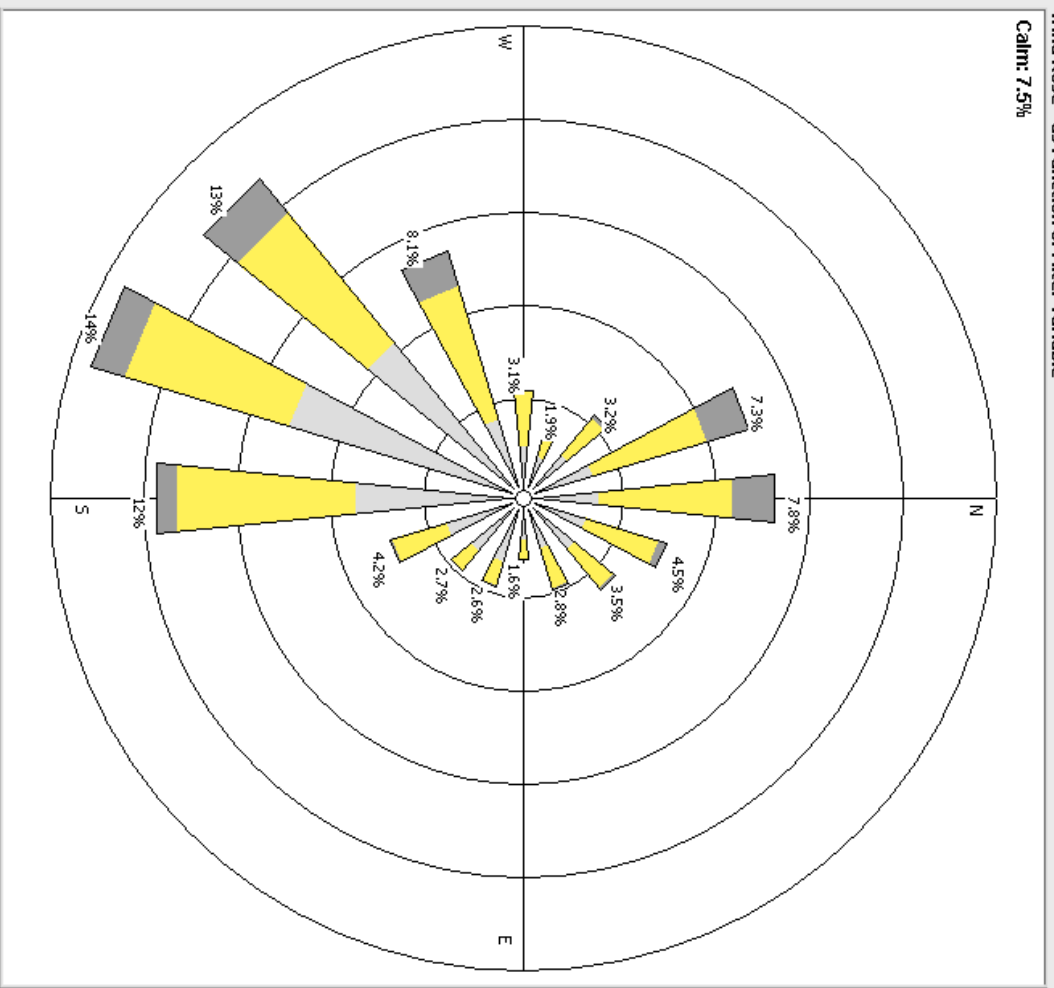


Figura 10. Rosas de promedios de concentración de cada 5 min. y 1 hr. de TSP y PM_{2.5} durante todo el período del estudio

Calm: 7.5%



%	
0.0	> 20 mph
0.0	15 < 20 mph
0.0	10 < 15 mph
8.0	5 < 10 mph
43.9	2.5 < 5 mph
40.7	1 < 2.5 mph
7.5	< 1 mph

Time Period
 12:00:00 AM 5/8/2019 - 12:00:00 AM 8/30/2019

Figura 11. Rosa de los vientos del sitio Heiser durante el todo el período del estudio

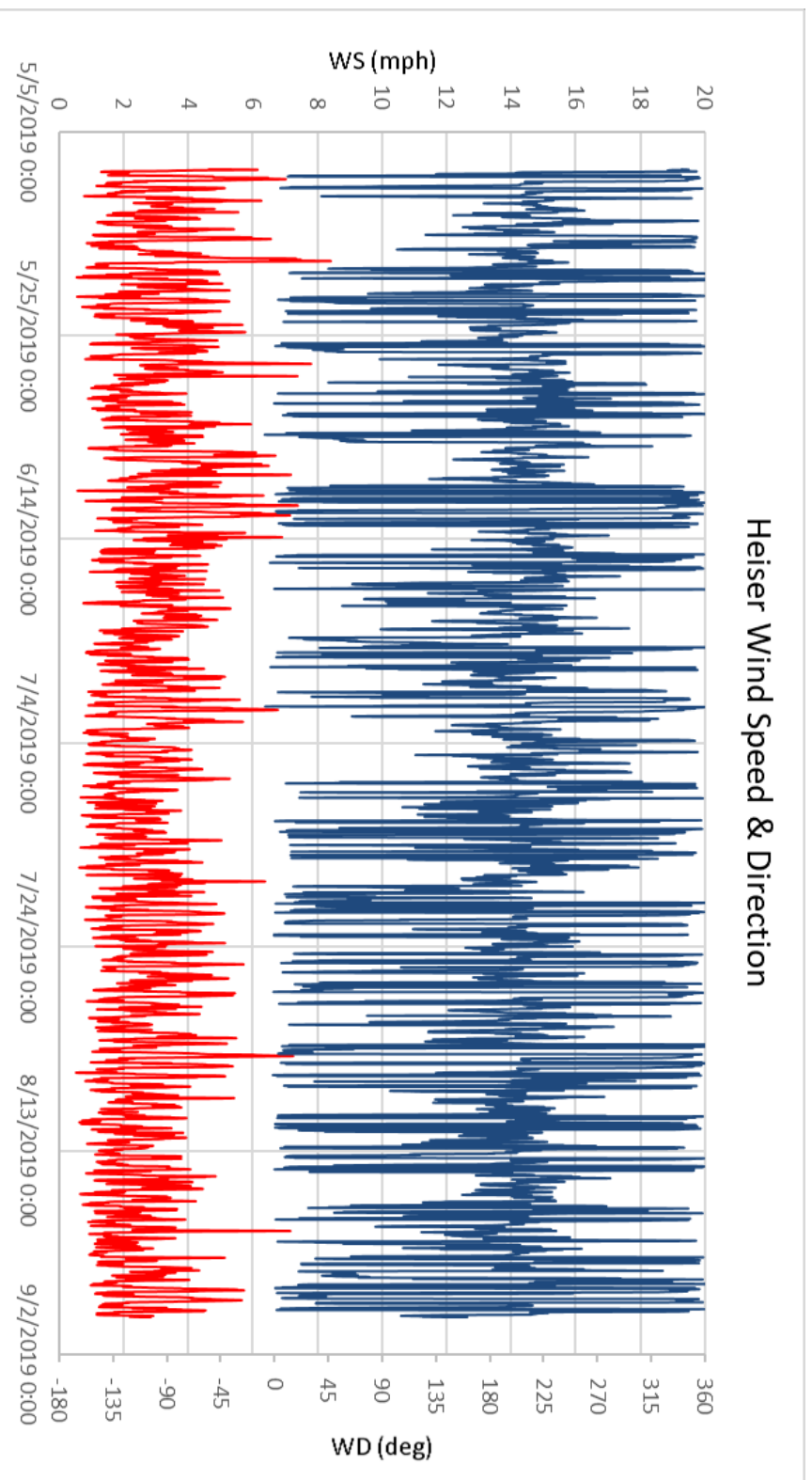


Figura 12. Velocidad (rojo) y dirección (azul) del viento en el sitio Heiser durante todo el período del estudio

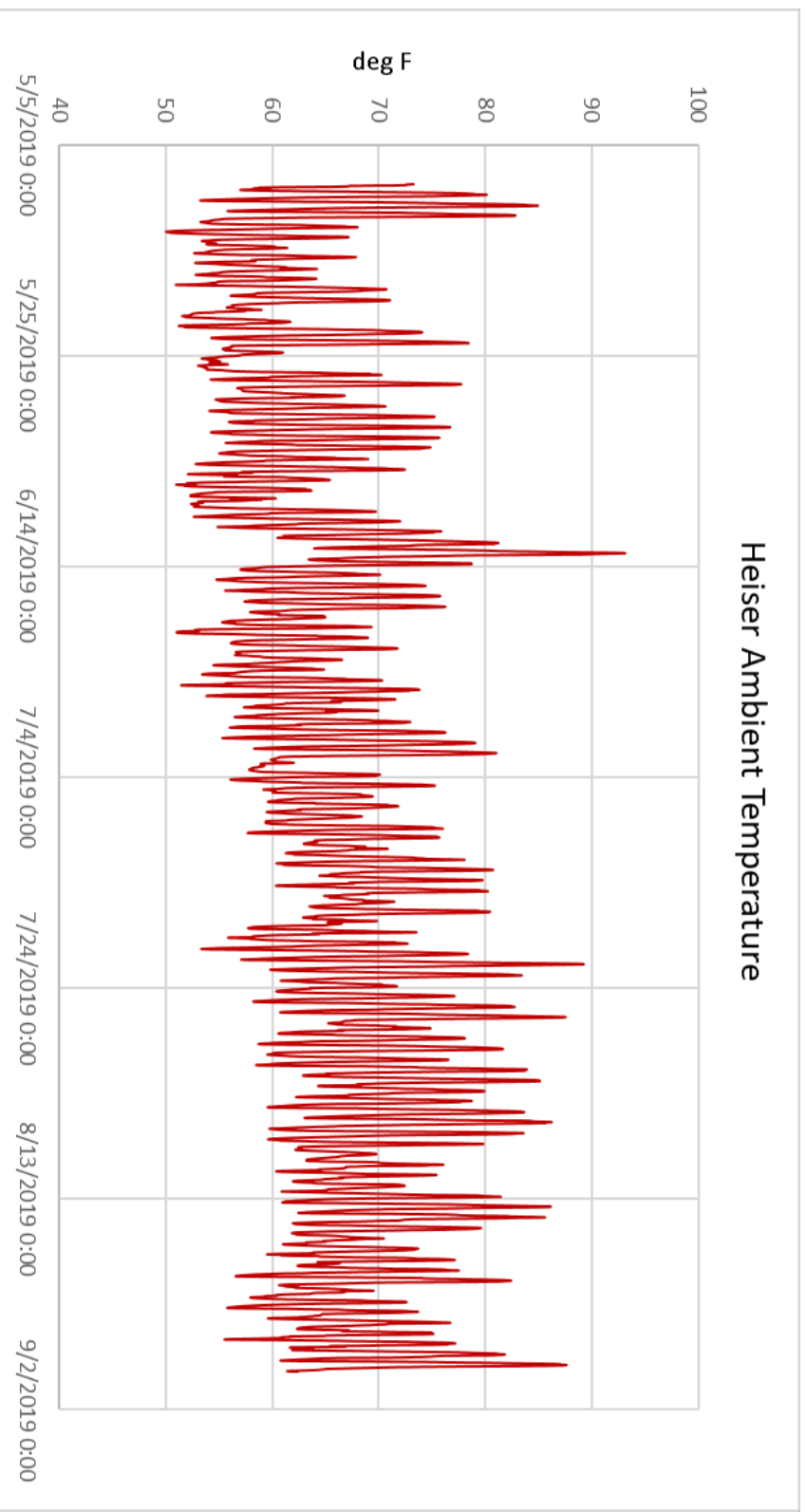


Figura 13. Temperatura ambiente en el sitio Heiser durante todo el período del estudio

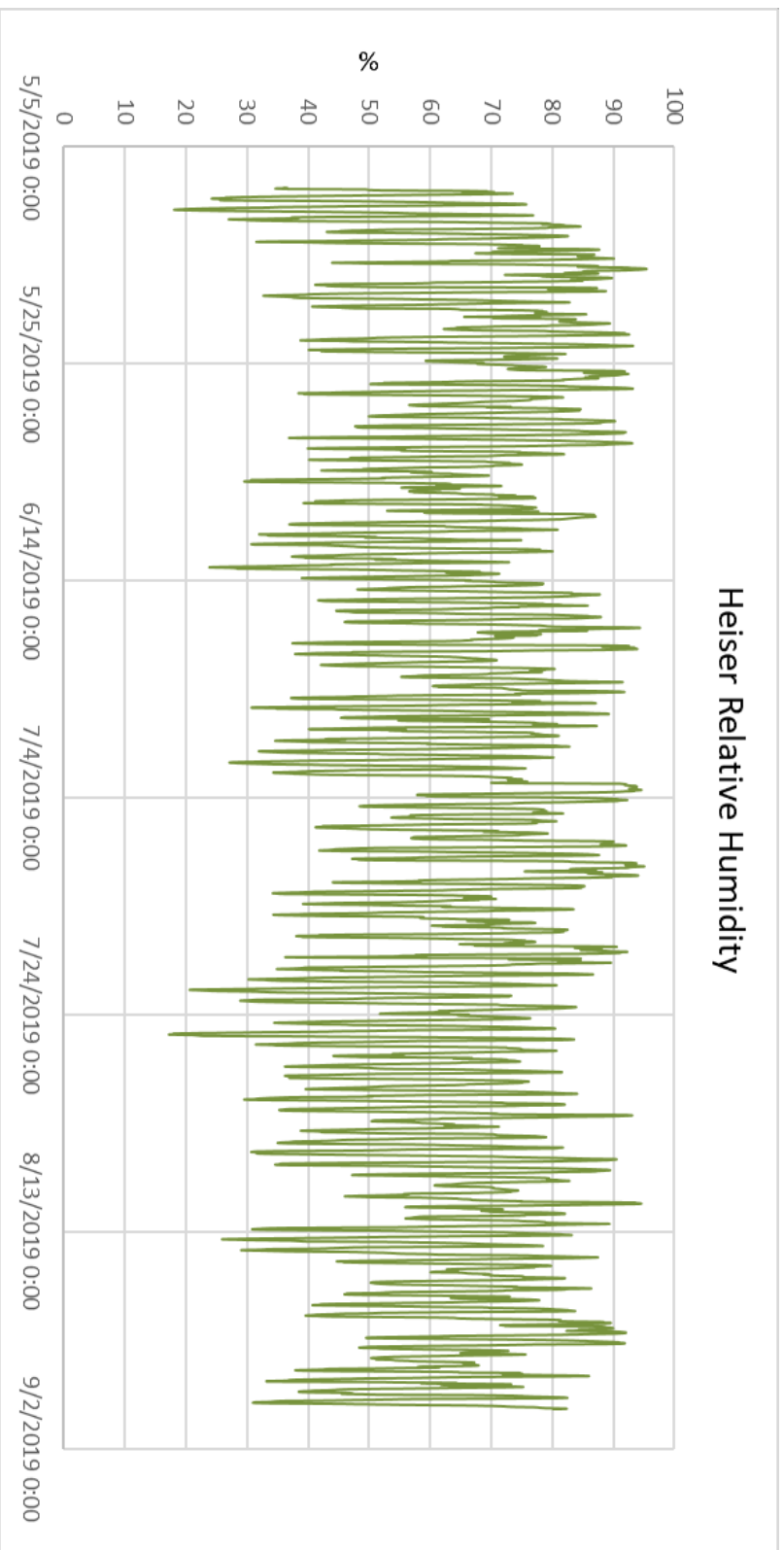


Figura 14. Humedad relativa en Heiser durante todo el período del estudio

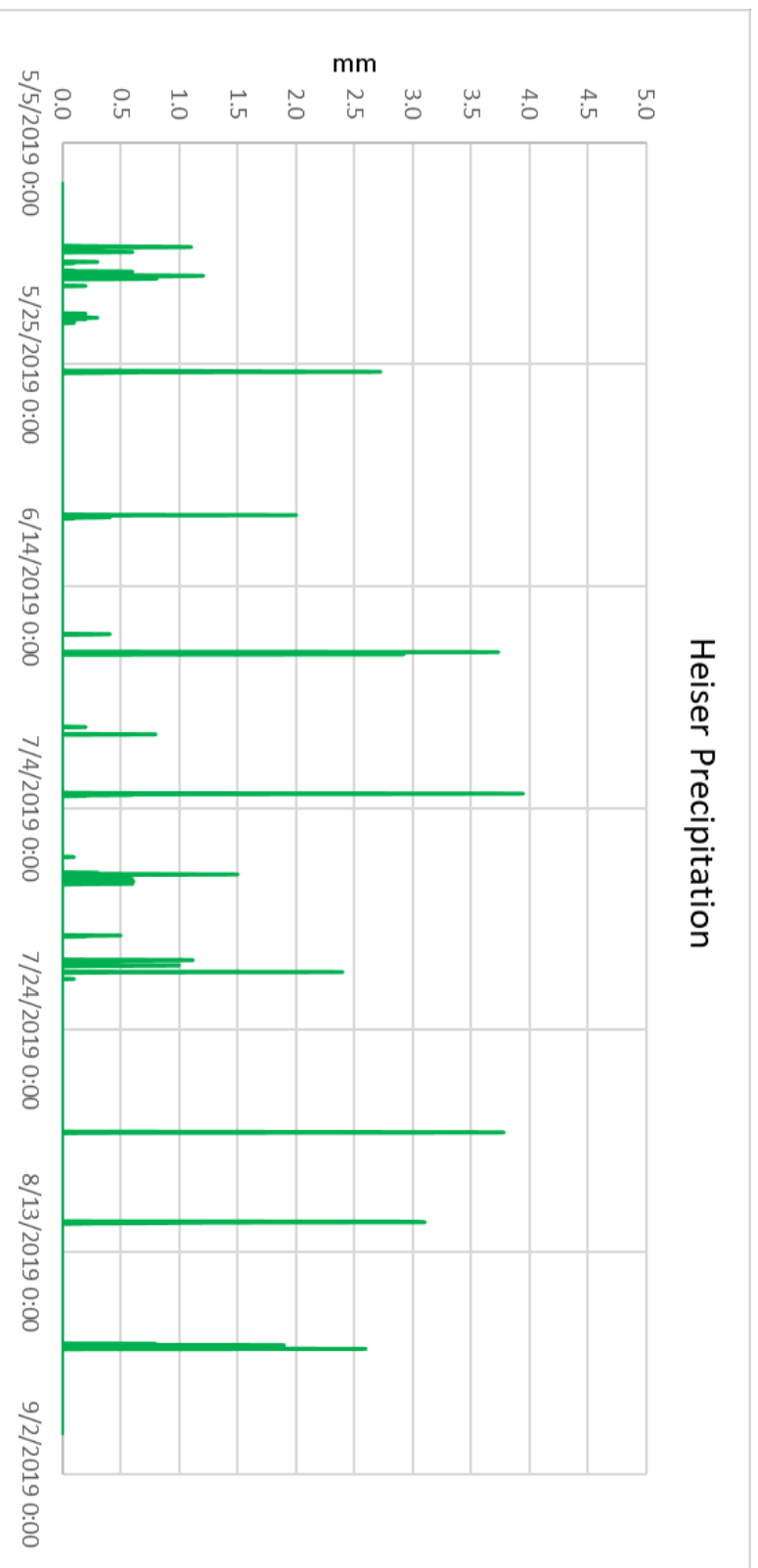


Figura 15. Precipitación en el sitio Heiser durante el período del estudio

Registros de los Sitios

Resultados del análisis de metales