

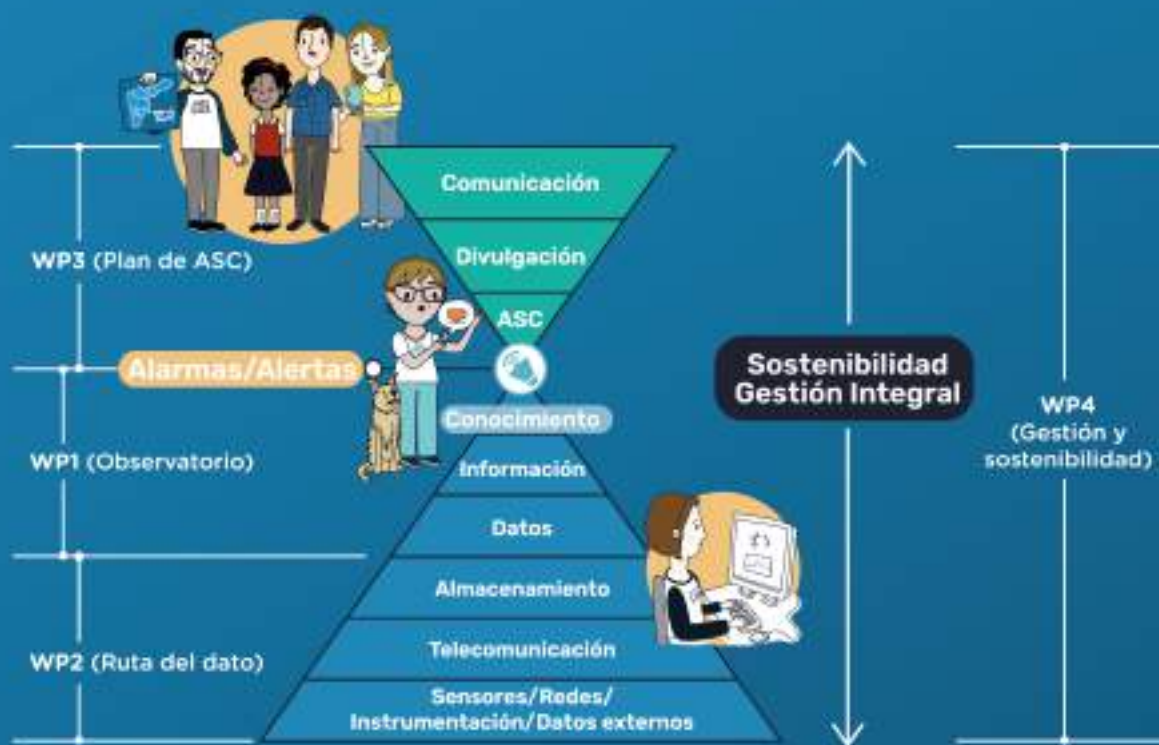
Informe mensual septiembre 2024

Resúmenes



CCT 016
de 2024

Desarrollar actividades de **investigación aplicada, desarrollo tecnológico y apropiación social del conocimiento para la acción preventiva, la toma de decisiones oportuna para una gestión efectiva del riesgo** (incluyendo variabilidad y cambio climático), y el seguimiento y análisis integral de variables relacionadas con la calidad del aire en el territorio metropolitano, **apoyando el proceso de formulación de políticas públicas y el fortalecimiento de la gobernanza por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá**, garantizando el estricto cumplimiento de las actividades de carácter obligatorio reguladas por el marco legal vigente.





Contenido

Prefacio	1
Reporte de avance: porcentaje e indicadores	3
Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos	7
Resumen WP2: Ruta del dato	10
Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento	12
Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA	13
WP1: Observatorio de amenazas y riesgos - Introducción	15
WP1.1. Observación, pronóstico meteorológico y de calidad de aire, y proyecciones climáticas	20
WP1.1.1. Generación continua de pronósticos meteorológicos	20
WP1.1.2. Evaluación de los efectos relacionados con el cambio climático a nivel local	22
WP1.1.3. Análisis integral de las variables y procesos ambientales que influyen en la calidad del aire . .	22
WP1.1.4. Generación de pronósticos estadísticos que permitan prever eventos de crecientes extremas en el río Aburrá-Medellín y sus afluentes	31
WP1.2. Estudio/modelación de amenaza/riesgo	33
WP1.2.1. (Amenaza meteorológica) Seguimiento, caracterización y evaluación de fenómenos hidrometeorológicos	33
WP1.2.2. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Incendios) Optimización de los modelos hidrológicos e hidráulicos usados en el SIATA	33
WP1.2.3. (Inundaciones) Desarrollo e implementación de un piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundaciones	38
WP1.2.4. (Sequías, Mov. Masa) Monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje, con herramientas de teledetección	38
WP1.2.5. (Av. Torrenciales) Evaluación de metodologías y modelos para el análisis de avenidas torrenciales	38



WP1.2.6. (Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos) Implementación de metodologías para la caracterización del ruido sísmico	39
WP1.2.7. (Mov. Masa) Evaluación de umbrales de lluvia como detonantes de movimientos en masa . .	41
WP1.2.8. (Mov. Masa, Incendios) Evaluación de umbrales de humedad en el terreno como detonantes de eventos	42
WP1.2.9. (Mov. Masa, Sismos) Modelación de la estabilidad de laderas	42
WP1.2.10. (Mov. Masa, Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo del riesgo sísmico	42
WP1.2.11. (Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo de afectaciones en edificios	44
WP1.2.12. (Calidad del aire) Seguimiento, caracterización y evaluación de variables de escala local y global relacionadas con la calidad del aire	47
WP1.2.13. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos, Incendios) Desarrollo de metodologías para la clasificación de coberturas de suelo	73
WP1.3. Insumos técnicos para herramientas operacionales/atención de emergencias	75
WP1.3.1. Revisión, análisis y evaluación de las capacidades existentes del proyecto para el acompañamiento en la atención de emergencias	75
WP1.3.2. Desarrollo y mejoramiento continuo de herramientas operativas que permitan la generación de alertas	75
WP2.1. Medición y seguimiento	76
WP2.1.1. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento de los requisitos de micro-localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire	76
WP2.1.2. Garantizar el correcto funcionamiento de los sensores de monitoreo que hacen parte de las redes de monitoreo	76
WP2.1.3. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	77
WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas	78
WP2.1.5. Identificar e instalar nuevas estaciones de monitoreo en las diversas redes de monitoreo . . .	78
WP2.1.6. Llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones en las diferentes redes de monitoreo	79
WP2.1.7. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región. (Calidad del aire) Toda esta información soporta decisiones relacionadas con calidad del aire, especialmente durante los períodos de gestión de episodios, de manera que permitan definir la pertinencia de activar el POECA.	80
WP2.1.8. Brindar apoyo a la Entidad en el monitoreo de puntos críticos	80
WP2.1.9. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	81

WP2.1.10. Brindar apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias	81
---	----

WP2.2. Fortalecimiento 83

WP2.2.1. (Calidad del aire) Implementar y fortalecer las estrategias tecnológicas, logísticas y operativas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes de Calidad de Aire y Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos	83
WP2.2.2. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes hidrometeorológicas	96
WP2.2.3. (Calidad del aire) Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad y validez de los datos registrados en la red de Calidad del Aire	96
WP2.2.4. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información	96
WP2.2.5. Proveer sostenibilidad a las redes	96
WP2.2.6. Generar información oportuna sobre las consecuencias generadas por sismos	97
WP2.2.7. Garantizar el seguimiento de las redes de monitoreo sísmico	98
WP2.2.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	98
WP2.2.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	98
WP2.2.10. Optimizar los aplicativos de difusión de alertas en tiempo real	99
WP2.2.11. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información Internet de las Cosas - IoT)	99
WP2.2.12. Propender por la actualización tecnológica, el mejoramiento y la densificación de las redes de monitoreo	100

WP2.3. Innovación 101

WP2.3.1. (Calidad del aire) Generar información complementaria a la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, a partir de la implementación de campañas de medición de variables físicoquímicas	101
WP2.3.2. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información	101
WP2.3.3. Proveer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de las diferentes redes de monitoreo	101
WP2.3.4. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región	102
WP2.3.5. Avanzar en la implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa	103
WP2.3.6. Implementar sensores de humedad	103

WP2.3.7. Propender por la sostenibilidad de las redes de monitoreo sísmico	103
WP2.3.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales	103
WP2.3.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos	104
WP2.3.10. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	104
WP2.3.11. Acondicionar los subsistemas de un VANT destinado a prevenir el riesgo en las labores de inspección en espacios confinados, estructuras en riesgos de colapso o de difícil acceso	104
WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección	105
WP2.3.13. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información IoT)	106
WP2.4. Ciclo de vida del dato	107
WP2.4.1. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos	107
WP2.4.2. Proveer sostenibilidad a las redes	107
WP2.4.3. Propender por el sostenimiento de las redes de monitoreo sísmico	108
WP2.4.4. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs	108
WP2.4.5. Generar una infraestructura de almacenamiento con la información más relevante	109
WP3.1. Comunicación	110
WP3.1.1. Construir y ejecutar un Plan de Comunicaciones que incluya plan de medios masivos, pauta en redes y presupuesto	110
WP3.1.2. Gestionar el sitio web, Geoportal y aplicativos del proyecto SIATA	114
WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar y generar contenido técnico	117
WP3.1.4. Generar espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel	119
WP3.1.5. Diseñar una estrategia piloto para la creación de un Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa	120
WP3.1.6. (Calidad del aire) Realizar campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados	121
WP3.2. Educación	125
WP3.2.1. Potenciar los procesos de Apropiación Social del Conocimiento por medio de prácticas experienciales con públicos priorizados	125
WP3.2.2. Fortalecer los procesos educativos de la red de Semilleros de Ciudadanos Científicos	126
WP3.2.3. Fortalecer los procesos educativos de la Red de Educadores Científicos	130

WP3.2.4. Fortalecer la estrategia Territorio al aire: diálogo de saberes	132
WP3.2.5. Diseñar y construir material edu-comunicativo, lúdico y pedagógico con enfoque en inclusión	133
WP3.2.6. Realizar procesos educativos y de transferencia del conocimiento relacionados con calidad del aire y ruido ambiental	135
WP3.3. Relacionamiento, articulación y gestión con actores estratégicos	137
WP3.3.1. Adelantar procesos de articulación con organizaciones de carácter público y/o privado	137
WP3.3.2. Fortalecer los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés	137
WP3.3.3. Participar de diferentes espacios técnicos y de gobernanza	148
WP3.3.4. Gestionar las estrategias y redes con grupos de interés para la identificación de potencialidades y la implementación de acciones	149
WP3.3.5. Fortalecer los procesos con los gestores de riesgo, organismos de socorro, UMGRD y público de interés	150
WP3.3.6. Apoyar al AMVA en los espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas	153
WP3.4. Gestión del conocimiento técnico y científico	154
WP3.4.1. Generar los boletines técnicos e informes especializados de cada uno de los componentes del proyecto	154
WP3.4.2. Documentar, administrar y socializar procedimientos, protocolos y manuales de los diferentes procesos	154
WP3.4.3. Responder a las solicitudes del AMVA, entidades públicas y privadas, ciudadanía y medios de comunicación	155
WP3.4.4. Realizar procesos de investigación en temas relacionados y de interés del proyecto y de la Entidad	155
WP3.4.5. Brindar soporte tecnológico para la gestión documental y de información generada por los diferentes componentes del proyecto	156
WP4.1. Gestionar las labores de instalación, mantenimiento, verificación y calibración (según aplique) de las redes de instrumentación	157
WP4.1.1. Planificar la instalación de nuevas estaciones e instrumentos en las diversas redes del proyecto	157
WP4.1.2. Gestionar y verificar la ejecución de compras necesarias en el proyecto	162
WP4.1.3. Gestionar la logística de transporte para la ejecución de las actividades del proyecto	163
WP4.1.4. Gestionar protocolos de verificación y calibración inicial de los equipos adquiridos	163
WP4.1.5. Planificar el mantenimiento de estaciones e instrumentos de las diversas redes del proyecto	163
WP4.1.6. Garantizar el adecuado funcionamiento de infraestructura de las estaciones de monitoreo	164
WP4.1.7. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento del plan de aseguramiento metrológico	166

WP4.1.8. Revisar y formalizar las acometidas de la red del proyecto	167
WP4.1.9. Velar por la gestión del inventario eficaz que garantice el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos	167
WP4.2. Gestionar los procesos para garantizar continuidad a futuro en las actividades del proyecto, e.g., requerimientos de entes de control y renovación tecnológica para el monitoreo de variables prioritarias	168
WP4.2.1. Gestionar los requerimientos exigidos por los entes de control relacionados con el uso de VANTs	168
WP4.2.2. Formular el plan de adquisiciones y reposición para la renovación tecnológica de variables prioritarias	168
WP4.3. Propender por una gestión eficaz de inventario general y activos fijos, y una evaluación técnica de vida útil y depreciación	170
WP4.4. Gestionar el Sistema de Gestión Integral (Calidad, Talento Humano, Administrativo y Financiero)	171
WP4.4.1. Asegurar la actualización y mantenimiento permanente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)	171
WP4.4.2. (Calidad del aire) Mejorar y actualizar de manera continua del SGC para la Red de Calidad del Aire	173
WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	176
WP4.4.4. Ejecutar planes de mejoramiento derivados de auditorías atendidas	176
WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto	177
WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura	177
WP4.4.7. Llevar a cabo procesos formativos y de capacitación que sean requeridos	177
WP 4.4.8. Gestionar el talento humano a través de sus procesos relacionados	177
WP4.5. Proponer e implementar estrategias para garantizar la continuidad del proyecto	180
WP4.5.1. Revisar la estructura organizacional con sus diferentes niveles, roles, responsabilidades y funciones	180
WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas	182
WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica	183
WP4.5.4. Articular, en conjunto con el AMVA, una estrategia para que el proyecto SIATA continúe en el tiempo	183
Referencias	184



Prefacio

El proyecto Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), en su vigencia 016-2024, se estructura en cuatro grandes paquetes de trabajo (Work Packages, WP), que se encuentran conectados entre sí, en sólida interdependencia, siguiendo la aproximación conceptual mostrada en la 1.1. Nótese que la pirámide en la parte baja del diagrama es una versión extendida o modificada de la pirámide de jerarquía o gestión del conocimiento (DIKW pyramid, por sus siglas en inglés), cuya base inicia en el nivel de los **datos** (D). Los datos se definen como representaciones numéricas, alfabéticas, de atributos o de ciertas características de una entidad dada. En el nivel inmediatamente superior se encuentra la **información** (I), la cual se define como conjuntos organizados de datos que permiten interpretar comportamientos, patrones y tendencias, entre otros aspectos, de determinados fenómenos. En el nivel inmediatamente superior, y punto más alto de la pirámide (en nuestra propuesta no se incluye la *sabiduría*, Wisdom en inglés, tradicionalmente incluida en DIKW), se encuentra el **conocimiento** (K, por sus siglas en inglés; o entendimiento, inteligencia, capacidad de raciocinio), que se define como la capacidad que tenemos para actuar y producir resultados. Los tres niveles mencionados (DIK) constituyen en la presente propuesta el primer paquete de trabajo, o **WP1**, y se articulan bajo la estructura de un observatorio de amenazas y riesgos. Cuando los datos son procesados, agrupados, analizados y filtrados, se pueden utilizar en la realización de cálculos de más alto nivel y en la generación de conocimiento, o pueden servir para informar procesos de toma de decisiones.



Figura 1.1: Estructura conceptual de la vigencia 016-2024 del proyecto SIATA.

El segundo paquete de trabajo, **WP2**, está constituido por los niveles inferiores de la pirámide, relacionados con sensores/redes/instrumentación/datos externos, telecomunicación y almacenamiento. Nótese que estos niveles resumen los pasos 3 a 9 de la ruta del dato (generación, transmisión, almacenamiento y despliegue) tradicionalmente implementada por el proyecto SIATA. La ruta del dato inicia con la generación de información, ya sea a través de la interacción del usuario, sensores o sistemas integrados. Una vez generado, se almacena en bases de datos o servidores, este dato se procesa. Finalmente, cuando un usuario accede a una página o servicio web, se hace una solicitud a estos servidores, permitiendo que la información viaje de vuelta a través de redes y protocolos, culminando su trayecto en el despliegue visual

en la interfaz del usuario. Con este interés, el WP2 propone un plan para garantizar todos los procesos que permiten la generación de los datos requeridos en los diferentes frentes del proyecto.

El tercer paquete de trabajo, **WP3**, que se representa como una pirámide invertida sobre la pirámide de jerarquía o gestión del conocimiento, tiene como punto de nacimiento, intersección o encuentro la activación, emisión permanente y notificación continua de alarmas y alertas tempranas. La pirámide incluye los tres niveles prioritarios de interacción con los públicos objetivo del proyecto SIATA: la apropiación social del conocimiento (ASC), la divulgación y la comunicación a todos los actores del territorio metropolitano. Con este interés, en la presente propuesta se propone un Plan de Apropiación Social del Conocimiento para la gestión del riesgo (incluyendo variabilidad y cambio climático) y la calidad del aire para los diferentes públicos de interés.

Por último, el cuarto paquete de trabajo, **WP4**, el cual es transversal a los paquetes de trabajo WP1, WP2 y WP3, abarca todas y cada una de las actividades relacionadas con la planeación de actividades, el direccionamiento estratégico, la transversalidad de procesos, el fortalecimiento de capacidad instalada, la continuidad y sostenibilidad de procesos, la gestión integral, y el cumplimiento de actividades de carácter obligatorio que son reguladas por el marco legal pertinente.

Las grandes actividades y subactividades propuestas para cada uno de los paquetes de trabajo mencionados se presentan en la 1.2.

[WP1.1.]	[WP1.1.1.] - [WP1.1.4.]
[WP1.2.]	[WP1.2.1.] - [WP1.2.13.]
[WP1.3.]	[WP1.3.1.] - [WP1.3.2.]
[WP2.1.]	[WP2.1.1.] - [WP2.1.10.]
[WP2.2.]	[WP2.2.1.] - [WP2.2.12.]
[WP2.3.]	[WP2.3.1.] - [WP2.3.13.]
[WP2.4.]	[WP2.4.1.] - [WP2.4.5.]
[WP3.1.]	[WP3.1.1.] - [WP3.1.6.]
[WP3.2.]	[WP3.2.1.] - [WP3.2.6.]
[WP3.3.]	[WP3.3.1.] - [WP3.3.6.]
[WP3.4.]	[WP3.4.1.] - [WP3.4.5.]
[WP4.1.]	[WP4.1.1.] - [WP4.1.9.]
[WP4.2.]	[WP4.2.1.] - [WP4.2.2.]
[WP4.3.]	--
[WP4.4.]	[WP4.4.1.] - [WP4.4.8.]
[WP4.5.]	[WP4.5.1.] - [WP4.5.4.]

Informe mensual
de 16 capítulos
(# de actividades)

Figura 1.2: Estructura de la vigencia 016-2024 del proyecto SIATA: cuatro (4) Work Packages – WPs; dieciséis (16) actividades; y ciento cinco (105) sub-actividades o “tareas”.

Reporte de avance: porcentaje e indicadores

A continuación se presenta el resumen del avance general de las actividades de la vigencia 016-2024. Al final del mes que se documenta en este informe, el porcentaje ponderado de avance alcanzó el **78.24 %**. En la Figura 2.1 se muestran los porcentajes acumulados individuales para las componentes de riesgo y aire del proyecto.

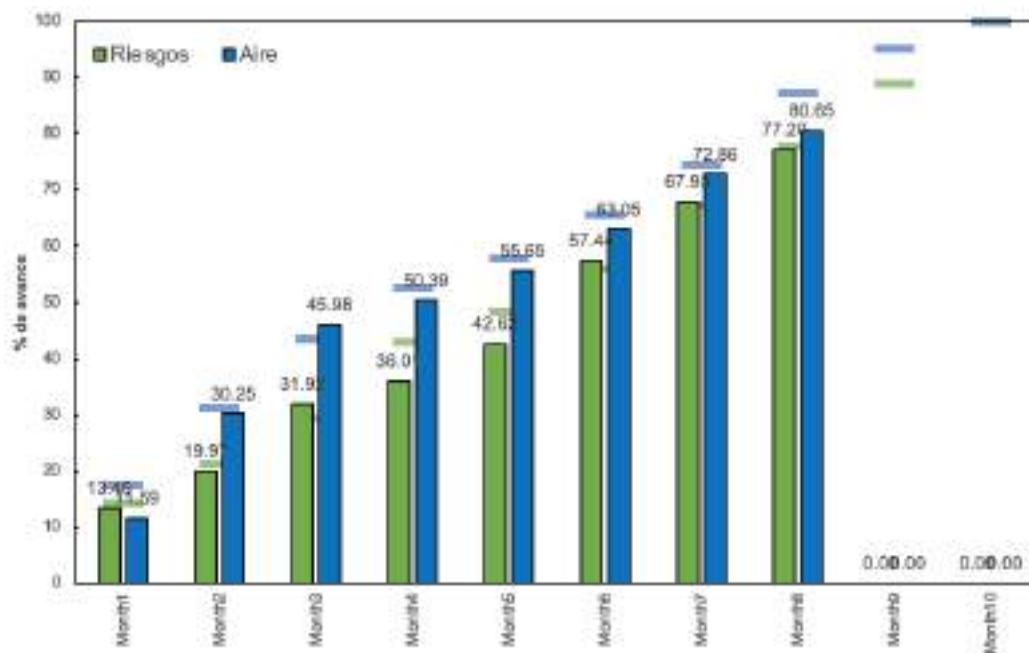


Figura 2.1: Porcentaje de avance a la fecha de cierre del informe mensual, vigencia 016-2024.

En la Tabla 2.1 se listan, por su parte, los productos e indicadores de desempeño a la fecha. El seguimiento mes-a-mes de estos indicadores puede ser consultado en la plataforma SIATA 016-2024 project management, la cual se comparte por medio electrónico. Los productos e indicadores relacionados en la tabla se incluyen además en las sub-actividades y actividades del proyecto asociados a ellos. Se debe tener presente que la plataforma SIATA 016-2024 de seguimiento del proyecto cierra la última semana de cada mes de reporte, el día sábado de tal semana. En algunos casos, no coincide con el último día de mes calendario del proyecto, razón por la cual los indicadores presentados en la escala mensual en algunas de las sub-actividades pueden mostrar algunas diferencias mínimas con respecto a los valores aquí consignados.

Tabla 2.1: Relación de productos e indicadores de desempeño a la fecha.

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP1.P1.1	Reportes de pronóstico meteorológico.	724
WP1.P1.2	Reportes de pronóstico estacional.	5.1
WP1.P2.1	Reportes de pronóstico de las concentraciones de contaminantes -PM2.5-, anticipando los periodos de gestión de episodios.	2
WP1.P2.2	Reportes de pronóstico de las concentraciones de contaminantes -PM2.5-, durante episodios.	55
WP1.P3	Reportes de eventos de precipitación (depende del número de eventos que ocurren).	250
WP1.P4	Reportes de susceptibilidad de incendios en cobertura vegetal con el resumen de incendios y columnas de humo reportadas en la última semana.	192
WP1.P5	Reportes de eventos sísmicos (depende del número de eventos que ocurren).	2
WP1.P6	Reportes de respuesta estructural ante eventos sísmicos (depende del número de eventos que ocurren).	0
WP1.P7	Reportes online de herramientas para la gestión de la calidad del aire.	241
WP1.P8	Proporción de avance en el desarrollo del código fuente de herramienta operativa para la generación de alertas.	0.5
WP2.P1	Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs) instrumentados.	2
WP2.P2	Reportes de profundidad del agua (lámina de agua) en las secciones transversales de corrientes superficiales monitoreadas.	606
WP2.P3	Número de imágenes de reflectividad (escala de intensidades de precipitación), según información del radar meteorológico.	1185
WP2.P4	Número de imágenes compuestas GeoColor + IR del satélite GOES-16.	613
WP2.P5	Reportes diarios de hotspots regionales (para el norte de Colombia y Venezuela en el primer semestre del año; y para la región Amazónica en el segundo semestre del año).	210
WP2.P6	Reportes de descargas eléctricas, según información del sensor GLM.	48
WP2.P7	Reportes de temperatura del aire en superficie (según registros de la red meteorológica), e imágenes de la red de cámaras en tierra de la bóveda celeste (fish-eye) y de cámaras visibles del proyecto.	704
WP2.P8	Reportes del Índice de Calidad del Aire-ICA, basado en PM2.5 (promedio de las últimas 24 horas, con cierre a las 05:00 a.m y promedio del día anterior) para las estaciones de monitoreo de calidad del aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, tanto para estaciones de representatividad poblacional (primera parte del reporte) como las estaciones de tráfico o industriales (segunda parte del reporte).	226

Continúa en la siguiente página

Tabla 2.1 – Continuación de la página anterior

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP2.P9	Reportes del Índice de Calidad del Aire (ICA, basado en PM2.5) semanal para las estaciones de monitoreo de calidad del aire.	233
WP2.P10	Reportes de condiciones meteorológicas actuales (velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura del aire cerca de la superficie y probabilidad de lluvia) para apoyar el proceso de toma de decisiones durante emergencias, según los datos de la red meteorológica.	15
WP2.P11	Imágenes de la red de cámaras de espectro visible que son utilizadas para el monitoreo del drenaje urbano.	40
WP2.P12	Reportes de imágenes de cámara(s) en espectro visible (dependiendo de la disponibilidad) y cámara(s) térmica(s) (dependiendo de la ocurrencia) de eventos de incendios de cobertura vegetal y zona de interfaz que ocurren en el territorio.	277
WP2.P13	Reportes de acumulados de lluvia de los últimos 10 minutos de eventos que ocurren en el territorio.	1
WP2.P14	Reportes mensuales de análisis de recurrencia de problemas de la red hidrometeorológica y de movimientos en masa.	7
WP2.P15	Porcentaje de avance en la estructuración del código fuente/algoritmo, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes del proyecto (hidrometeorológica y de calidad del aire).	0.65
WP2.P16	Planes de ejecución de campañas de monitoreo, con objetivo, cronograma, metodología y propuesta de análisis de resultados, y número de campañas de monitoreo adelantadas.	1.00
WP2.P17	Atención de solicitudes de información que se reciben en el correo (solicitud.datos@siata.gov.co).	259
WP2.P18	Reportes de láminas de precipitación total y precipitación sólida registradas por la red de disdrómetros.	49
WP2.P19	Reportes de acumulado (lámina) semanal de precipitación, según la información del radar meteorológico.	33
WP2.P20	Reportes de viento máximo en los últimos 5 minutos, según los registros de la red meteorológica.	30
WP3.P1	Proporción de avance de la estructuración del Plan de Comunicaciones.	1
WP3.P2	Espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel.	0
WP3.P3	Campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados en la problemática de calidad del aire del Valle de Aburrá.	1
WP3.P4	Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs) activos.	39
WP3.P5	Número de llamados y activaciones de alarmas.	42

Continúa en la siguiente página

Tabla 2.1 – Continuación de la página anterior

WP y producto	Producto/Indicador	Desempeño
WP3.P6	Informes para Procuraduría: resumen de las condiciones promedio y los valores máximo y mínimo del mes previo, así como el número de veces que se supera la norma diaria, para cada parámetro, por estación, y para las redes de Calidad del Aire y Ruido Ambiental.	7
WP3.P7	Informes anuales: consolidados del comportamiento anual de todos los parámetros de calidad del aire y comparación con la norma. Incluyen análisis de tendencias de largo plazo, para por lo menos los últimos cuatro años, así como valoración del comportamiento de las medias móviles diarias y su comparación con la norma anual, con el fin de identificar el porcentaje de excedencias por estación y por contaminante.	1
WP3.P8	Informes de inicio y cierre de cada uno de los periodos de gestión de episodios por contaminación atmosférica.	3.25
WP3.P9	Informes de avance mensual.	7
WP3.P10	Informes consolidados anuales.	0
WP3.P11	Reportes diarios operativos (incluye eventos de precipitación, ráfagas de viento y temperaturas máximas, incendios reportados, reportes a organismos de gestión del riesgo, reportes a comunidad, alarmas activadas, aumentos de niveles en quebradas e inundaciones en deprimidos, movimientos en masa, registros de calidad del aire, eventos sísmicos, y apoyo a organismos externos).	8
WP3.P12	Solicitudes (especiales) atendidas.	77
WP4.P1	Acometidas eléctricas de la red del proyecto revisadas y formalizadas.	25
WP4.P2	Procesos intervenidos (SGC).	20

Resumen WP1: Observatorio de amenazas y riesgos

En el mes de septiembre se registraron 25 eventos de precipitación, cifra superior al promedio entre los años 2013 y 2023. En torno a la amenaza sísmica en el territorio, se continuó con el monitoreo de eventos registrados por las redes acelerográfica, sismológica y de monitoreo estructural. En total, se registraron 30 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA), siendo el más significativo el generado por el evento del 12 de septiembre a las 08:34:31 UTC, originado en Yalí (Antioquia) con magnitud 4.5; sin embargo, ninguno de los eventos generó intensidades significativas que ameritaran la elaboración de reporte de evento sísmico.

En cuanto al pronóstico meteorológico, en el mes que se documenta se llevó a cabo una evaluación de la efectividad del pronóstico meteorológico para las distintas franjas horarias, obteniéndose un porcentaje de acierto promedio para el territorio metropolitano del 80.63 %. Se continuó con la evaluación de la capacidad de representación de la precipitación en el territorio metropolitano por parte de modelos de circulación global de alta resolución, y se avanzó en el cálculo del índice de confort térmico.

Para complementar los análisis realizados en la estimación de umbrales de precipitación y humedad del suelo a partir de los registros de las redes del proyecto SIATA, se realizó un análisis similar pero empleando registros empíricos y usando el algoritmo de clasificación *Support Vector Machine* (SVM). Además, se continuó con el monitoreo y la cuantificación de umbrales de precipitación asociados a inundaciones en pasos a desnivel y vías del territorio metropolitano.

Se realizó la modelación hidráulica del río Medellín-Aburra en el municipio de Barbosa, para una inundación con un período de retorno de 100 años. Se revisó el funcionamiento de los módulos de aguas subterráneas en los modelos implementados por el proyecto, así como los módulos de sedimentos del modelo SWAT con la finalidad de cuantificar el desempeño de la herramienta de simulación respecto a datos medidos por el sensor de sedimentos en Aula Ambiental.

Con respecto al uso de herramientas de teledetección para el monitoreo y evaluación de movimientos en masa, los avances de septiembre se centraron en el análisis de cambios en el NDVI y desplazamientos InSAR.

En torno a calidad del aire, durante el mes de septiembre se realizó una evaluación del desempeño del modelo de pronóstico estadístico de PM_{2.5} para predecir las categorías del Índice de Calidad del Aire (ICA) para los meses de agosto y septiembre. Para llevar a cabo la evaluación, se cuantificó el porcentaje de aciertos del modelo en horizontes de pronóstico de 1, 2 y 3 días para cada estación de la red de monitoreo. Los resultados mostraron que, en general, el modelo superó el 80 % de aciertos en la mayoría de las estaciones, en el mes de septiembre. Sin embargo, en agosto, algunas estaciones (BAR-TORR, COP-CVID, MED-PBLQ y MED-SCRI) tuvieron menos del 70 % de aciertos, con aciertos más bajos (de 38 % en la estación COP-CVID), mientras que durante el mes de septiembre únicamente la estación MED-SELE obtuvo porcentajes de aciertos menores al 70 %. El menor desempeño en estas estaciones podría estar relacionado con dinámicas locales de emisión particulares de las distintas zonas, las cuales no son captadas por el modelo. No obstante, estos resultados permiten resaltar el desempeño del modelo para pronosticar el estado de la calidad del aire por PM_{2.5} en las distintas estaciones, lo cual entrega confianza en el uso del modelo como herramienta para la toma de decisiones, durante el período de gestión

de episodios de contaminación atmosférica.

Por otro lado, se avanzó en la implementación del mecanismo químico RCAM (Regional Atmospheric Chemistry Mechanism) dentro del modelo WRF-Chem, al comparar las especies químicas del inventario de emisiones atmosféricas local con aquellas especies incluidas en el modelo RCAM, con el objetivo de complementar la representación de las emisiones y reacciones químicas del modelo y poder mejorar la precisión en la simulación de los procesos atmosféricos que afectan la calidad del aire en el Valle de Aburrá.

El territorio cuenta con una red de monitoreo de contaminantes criterio y no criterio definidos en la norma nacional. La mayoría de las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá están acreditadas por el IDEAM, mediante Resolución 1341 de 2023. Durante el mes de septiembre se entregó información permanente y confiable del comportamiento de la calidad del aire en el Valle de Aburrá a diversos actores sociales, utilizando los canales de comunicación del proyecto, que incluye redes sociales. Durante este mes el índice la calidad del aire para el PM2.5, contaminante criterio más crítico de la región, estuvo entre buena y aceptable.

A partir de sensores tipo armadillo instalados en puntos específicos, se hizo caracterización del flujo vehicular en términos de: tipos de vehículos, velocidad de circulación y número de vehículos. Durante el mes de septiembre se mantuvo en operación el sensor ubicado en el municipio de Girardota. Durante el mes también se llevó a cabo la instalación de un sensor en la tipo Armadillo, en las inmediaciones de la estación ubicada en la Sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación. El número de vehículos que ingresan por el Puente de Girardota y salen de éste, osciló durante el mes de septiembre de 2024 entre 100 y 500 vehículos. Adicionalmente, el número máximo de vehículos que ingresan al municipio se registra a las 17:00 horas y para los que salen, este máximo se da a las 06:00 horas. Durante todo el día, las velocidades promedio más altas se registran en la madrugada con valores entre 60 y 65 km/h y las velocidades promedio más bajas durante el resto del día estuvieron entre 45 y 50 km/h.

Este mes se realizó un ajuste en las condiciones de contratación con el Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental - GAIA de la Universidad de Antioquia, para la ejecución de la campaña de medición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), la cual se tiene proyectado dar inicio en el mes de octubre durante el segundo periodo de Gestión de Episodios del Valle de Aburrá.

Al equipo técnico de Gestión de Calidad del Aire del AMVA, se le presentó el diseño de la campaña de caracterización química en tres (3) puntos del Valle del Aburrá, con el objetivo de cuantificar las concentraciones de formaldehído, tolueno y aniones y aproximarnos de forma preliminar al perfil diario de estas especies. El detalle del diseño de esta campaña tuvo en cuenta las observaciones realizadas por el personal de apoyo a la supervisión del contrato.

Durante el mes se tuvo disponible el enlace [Herramientas AMVA \(SIATA\) para el análisis integral de la calidad del aire](#), página no oficial. Es una herramienta fundamental para el seguimiento continuo de variables atmosféricas que influyen en la contaminación de este recurso natural y que posibilita la toma de decisiones principalmente durante el periodo de episodios de contaminación atmosférica.

Se realizó el seguimiento de fuentes externas de contaminación atmosférica, específicamente las relacionadas con la ocurrencia y posible afectación a la calidad del aire local, debido a incendios regionales de cobertura vegetal. Se realizó el seguimiento de las mediciones locales de aerosoles producto de la quema de biomasa y su posible impacto a la calidad del aire del Valle de Aburrá, a partir de la información obtenida de los etalómetros que hacen parte de la Red de Calidad del Aire. Para este mes la cantidad de puntos calientes ha sobrepasado ampliamente los registros de los años anteriores, siendo la primer semana de septiembre la semana con más registros. Sin embargo, no se evidenciaron ingresos de masas de aire contaminadas al Valle de Aburrá.

Adicionalmente, se realizó un experimento de simulación utilizando el modelo WRF para el período del

20 de febrero al 31 de marzo de 2022. En los análisis se incluyeron las variables precipitaciones, vientos e indicadores de turbulencia a diferentes niveles atmosféricos, y se compararon las noches afectadas por fuentes externas con el promedio de las noches de todo el período simulado. Los resultados mostraron que las precipitaciones disminuyen en las áreas orientales y surorientales, lo que podría facilitar el transporte de partículas desde incendios al norte del continente hacia el Valle de Aburrá. También se observó un aumento en la velocidad del viento en algunas zonas clave, como el oriente del Valle de Aburrá, lo que facilita el transporte de las plumas de incendio. Además, se identificaron patrones de cizalladura y estabilidad atmosférica que indican variaciones en las condiciones meteorológicas durante las noches con afectación, como un aumento de la estabilidad en niveles superiores y una disminución en niveles más bajos.

Se continuó con el seguimiento y monitoreo de las concentraciones de carbono total (TC), carbono orgánico (OC) y carbono elemental (EC). La relación OC/EC permite estimar las posibles fuentes de contaminación. Para los períodos en los que se obtuvieron datos válidos, la relación OC/EC promedio para el mes, fue igual a 1.14 en la estación Tráfico Centro, valor que está asociado a emisiones primarias aportadas principalmente por quema de combustible fósil proveniente de los vehículos y 2.86 en la estación Casa De Justicia, donde hay aporte a la formación de aerosoles orgánicos secundario, debido a emisiones industriales y vehiculares.

Los analizadores de carbono total, junto con los monitores de Black Carbon, apoyan la caracterización de partículas carbonáceas en el PM_{2.5} y sus mediciones constituyen una aproximación para la identificación de fuentes de contaminación a partir de la relación entre las concentraciones de Carbono Orgánico (OC) y Carbono Elemental (EC) (OC/EC). Durante el mes de septiembre de 2024, la relación OC/EC para la estación Tráfico Centro, mostró un predominio de emisiones primarias, así como aportes de aerosoles orgánicos secundarios derivados principalmente de emisiones vehiculares, sin evidenciar claramente afectaciones por quema de biomasa.

En el mes de septiembre se analizaron las concentraciones de NO y NO₂ como precursores de PM_{2.5} secundario y de ozono troposférico en las estaciones de MED-FISC y GIR-EPM, evaluando variables meteorológicas como la radiación solar y días con y sin eventos de precipitación. La complejidad de los factores que inciden en los mecanismos de formación secundaria, hace necesario continuar profundizando en su análisis, teniendo en cuenta también las dinámicas estacionales y espaciales, así como de la producción de emisiones locales.

Resumen WP2: Ruta del dato

Como se mencionó en el informe del mes inmediatamente anterior, la ruta del dato “se define a partir de un conjunto de redes y dispositivos IoT que permiten capturar el evento, generar mediciones del mismo, convertir éstas en datos que son analizados en una fase inicial desde diferentes dimensiones de calidad del dato, requeridas para su correspondiente interpretación”. En la presente sección de este informe, se documentan todas y cada una de las actividades que hacen posible seguir la ruta del dato del proyecto SIATA.

En las actividades de medición y seguimiento, se resalta que la red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contó en el mes de septiembre con 401 estaciones activas, de las cuales el mayor número correspondió a pluviómetros (162), seguidos por sensores de nivel (134). Adicionalmente, el proyecto contó con catorce (14) piezómetros que hacen parte de la red experimental de medición de nivel freático, y con dos (2) sensores experimentales para la medición de sedimentos en corrientes superficiales. Finalmente, se instalaron seis (6) nuevas estaciones de monitoreo y se llevó a cabo un total de 689 mantenimientos (593 preventivos y 96 correctivos) de las estaciones. En el acompañamiento en la atención de emergencias, se alcanzó un número total de 170 reportes de precipitación, 63 reportes de nivel y 18 reportes de incendios que fueron compartidos con los organismos gestores del riesgo del territorio.

En las labores de fortalecimiento, en el mes se realizaron nueve (9) herramientas de desarrollo de código y veintitrés (23) actividades involucradas en los procesos de calidad del dato, las cuales se realizan con periodicidades diaria, semanal y mensual. Se garantizó un exhaustivo control de calidad a la base de datos empleada para dar respuesta a las solicitudes de información, y se propendió por el correcto funcionamiento de la herramienta de descargas disponible al público. Se terminó el proceso de compra de tres (3) servidores presupuestados para la vigencia y se avanzó en el alistamiento del Repositorio Tipo 1 para lograr su despliegue en el mes de noviembre y poner la plataforma a disposición de usuarios estratégicos.

En innovación, se avanzó en el estudio de modelos de Machine Learning para mejorar la estimación cuantitativa de la precipitación, se trabajó en la integración de las herramientas de clasificación de cambios de cobertura del suelo, se avanzó en el desarrollo del nuevo VANT para espacios confinados, y se tienen importantes progresos en el alistamiento del repositorio Tipo 1 del proyecto SIATA.

En torno a Calidad del Aire, se continuó con la búsqueda de sitios para reubicar un monitor de ozono en el sur del Valle de Aburrá, así como también monitores de PM_{2.5} y NO_x en el sector de la Estrella Metro, con el fin de realizar seguimiento a las ZUAP declarada en esta zona por la Autoridad Ambiental.

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá está constituida por 36 puntos de monitoreo distribuidos en los nueve municipios y un distrito del territorio metropolitano. Estos puntos de monitoreo están dotados de equipos tanto automáticos como manuales, los cuales permiten hacer seguimiento de los contaminantes criterio y no criterio. Esta red, se complementa con la Red de Monitoreo de Ruido ambiental compuesta por siete (7) estaciones. Los informes de calidad del aire y de ruido ambiental se encuentran en el enlace [Informes de operación](#).

Durante el mes que se documenta, se garantizó la operación permanente de los equipos de monitoreo de calidad del aire, realizando las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que posibilitaron una captación de datos válidos mayor al 75 % para casi todos los equipos.

Respecto al porcentaje de datos válidos de la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental, el equipo ubicado

en la estación, Botica Junín (GIR-BOTJ) debió ser desmontado por solicitud de la botica, por lo que no contó con datos para el mes de septiembre de 2024. Adicionalmente, la estación BEL-USBV presentó porcentajes de datos válidos inferiores al 75 % debido a inconvenientes de memoria presentados entre el 6 y el 12 de septiembre de 2024.

El balance de las Nubes para el mes de septiembre arrojó que se contó con 266 Nubes instaladas, de las cuales el 85 % (227) estuvieron activas al menos una vez durante el mes.

Por otra parte, 205 sensores de ruido enviaron datos al menos un día al mes, de los cuales 195 entregaron datos para, al menos, la mitad del día del mes y con cuyos datos se puede evidenciar un alto porcentaje de cumplimiento para la norma residencial diurna y un alto porcentaje de incumplimiento para la norma residencial nocturna y el indicador PUAR (Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido por encima de 65 dBA).

Resumen WP3: Plan de Apropiación Social del Conocimiento

El ejercicio de consolidación de un sólido componente de Apropiación Social del Conocimiento permitió que, en el mes de septiembre, se alcanzaran importantes avances en la estrategia de divulgación del proyecto, a través de la debida gestión de las redes sociales como principal herramienta para la generación de comunicación rápida y eficaz. Se logró la publicación de 131 publicaciones en Instagram, 342 en Facebook y 696 en X. Gracias a estos contenidos, se alcanzó a 10.441 personas en Instagram y a 6.521 en Facebook.

También se da continuidad al proceso social con la realización de sesenta y cuatro (64) actividades como son: los puerta-a-puerta, las visitas de seguimiento y gestión, los talleres en salud mental y geoportal, actualización y seguimiento de la cadena de llamadas, entre otros, con el fin de fortalecer la apropiación social del conocimiento con los organismos de socorro y las comunidades que cuentan con SATC. El seguimiento de las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá llevó al equipo Operacional a generar la activación de dos (2) alarmas con líderes de las comunidades de los SATC El Cafetal en el municipio de Bello y La Isaza en el municipio de Barbosa; sin embargo, no se reportaron evacuaciones y en cuanto a las comunidades de los SATC, se realizaron veinticinco (25) interacciones con líderes.

Por otro lado, se realizaron acciones que dan cuenta de la articulación constante que tiene el proyecto SIATA con los Organismos de Socorro del Valle de Aburrá; en ese sentido, se realizaron cinco (5) actividades a lo largo del mes. Entre las actividades se destacan los talleres de Incendios Forestales, eventos hidrometeorológicos extremos, descargas eléctricas y visitas de seguimiento.

Durante el mes de septiembre, participaron veintitrés (17) instituciones educativas del Valle de Aburrá con aproximadamente 379 estudiantes, para un total de veintiocho (28) encuentros. También se sigue avanzando en los ciclos de formación de formadores que se vienen realizando en articulación con el Centro de Innovación del Maestro - MOVA. En esta apuesta participan veintiséis (26) profesores con quienes se espera concluir una apuesta de mejora a los proyectos de gestión del riesgo escolar teniendo como enfoque uno de los fenómenos que se investigan en el proyecto -calidad del aire, territorio, cambio climático, meteorología-.

Resumen WP4: Gestión y sostenibilidad de SIATA

En la Tabla 6.1 se relacionan las diferentes actividades llevadas a cabo en el WP4 en el mes de septiembre, enfocadas a la gestión y sostenibilidad de SIATA, y que están relacionadas con la planeación de actividades, el direccionamiento estratégico, la transversalidad de procesos, el fortalecimiento y sostenibilidad de la capacidad instalada, la continuidad, la gestión integral y el cumplimiento de actividades de carácter obligatorio que son reguladas por el marco legal vigente.

Tabla 6.1: Resumen actividades Sistema de Gestión de Calidad, septiembre de 2024.

Tema	Actividades	Cantidad
Revisión SGC	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros.	20
	Documentos revisados, creados y actualizados en el listado de documentos y registros [Calidad del Aire].	10
	Procesos intervenidos.	20
	Número de reuniones realizadas para la gestión y mejoramiento de procesos.	12
	Número de eventos aprobados vs. eventos presentados.	0
	Número de cursos de formación aprobados vs. cursos presentados.	0
	Número de novedades de personal gestionadas.	4
SST	Número de beneficios gestionados.	4
	Número de permisos de ingreso a estaciones gestionados.	47
	Matriz IPEVRIC - control de cambios actualizados.	2
	Gestión de contratistas - visitas.	1
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, nutrición.	2
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, egreso.	1
	Citas de seguimiento medicina del trabajo.	3
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, psicología.	6
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, vigilancia deporte representativo.	1
	Personas incapacitadas.	10
	Citas de seguimiento medicina del trabajo, programa tareas de alto riesgo.	4
	Preempleos.	2
	Inspección de botiquines.	7
	Inspección de extintores.	63
	Inspección de camillas.	4
	Capacitaciones SST - número de personas.	1 - 86
	Inducción SGC-SST ingreso.	1

Septiembre 2024



CCT 016
de 2024

WP1: Observatorio de amenazas y riesgos - Introducción

Definiciones según Ley 1523 de 2012

Amenaza: peligro latente que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Exposición (elementos expuestos): se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

Vulnerabilidad: susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

Riesgo de desastres: corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a través de su proyecto SIATA - Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá, realiza el seguimiento continuo de variables ambientales relacionadas con las amenazas naturales del tipo hidrológicas, geofísicas, climatológicas y meteorológicas presentes en el territorio; y el seguimiento de la calidad del aire, entendiendo que la contaminación atmosférica se genera tanto por fuentes antrópicas como naturales, y que el nivel de calidad del aire en el Valle de Aburrá está altamente relacionado con las variables ambientales monitoreadas por el proyecto.

El seguimiento de las variables monitoreadas tiene el propósito de proporcionar información útil y generar alertas a diversos usuarios ante una eventual materialización de una amenaza. Adicionalmente, el análisis de los datos monitoreados y del comportamiento de las variables permite realizar modelaciones, simulaciones y/o pronósticos de las amenazas y sus variables asociadas. Cuando se relaciona la amenaza con la presencia de los elementos expuestos y la vulnerabilidad de dichos elementos (propensión al daño) se puede evaluar el riesgo, es decir, las consecuencias que puede generar una amenaza y la probabilidad

de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Por lo anterior, la información generada por el proyecto SIATA es un insumo relevante para la generación de estudios de amenaza y para la evaluación del riesgo de desastres. La Tabla 7.1 lista las amenazas relacionadas con las variables monitoreadas. En la mayoría de los casos las variables ambientales monitoreadas se relacionan con más de una amenaza, por ejemplo: la humedad del suelo influye en la generación de incendios de cobertura vegetal y movimientos en masa húmedos.

Tabla 7.1: Amenazas relacionadas con las variables monitoreadas por el proyecto SIATA.

Origen de la amenaza	Tipo de amenaza	Subtipo de amenaza
Natural	Hidrológica	Inundaciones y velocidades en torrentes (I+V) Avenidas torrenciales (AvT) Movimientos en masa húmedos (MMH)
	Geofísica	Sismos (SIS) Movimientos en masa secos (MMS)
	Climatológica	Incendios de cobertura vegetal (INC) Sequías (SEQ)
	Meteorológica y climática	Temperaturas extremas (Tex) Descargas eléctricas (DEl) Caída de granizo (Gra) Intensidades y excedencias de precipitación (IEP) Vientos extremos (Vex)
Antrópico	Contaminación del aire	Incrementos en concentraciones de contaminantes atmosféricos (Ico) Incendios de cobertura vegetal y en zona de interfaz (INC)

La precipitación en el territorio tiene un comportamiento bimodal, es decir, se presentan dos periodos de lluvia y dos periodos de menos lluvia en el año. Este comportamiento bimodal está estrechamente relacionado con la mayoría de las amenazas del territorio monitoreadas por el proyecto SIATA, con la excepción de la amenaza por sismos, fenómeno que no depende de las condiciones climáticas. También en relación con la posición geográfica del país se resalta la interacción entre placas tectónicas que genera terremotos en el territorio, y la presencia de montañas con altas pendientes que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa. La Tabla 7.2 lista las principales variables monitoreadas por el proyecto SIATA, y las amenazas con las que tienen relación.

Tabla 7.2: Variables monitoreadas por el proyecto SIATA.

Variable	Amenaza													
	I+V	AvT	MMH	SIS	MMS	INC	SEQ	Tex	DEL	Gra	IEP	Vex	Ico	INC
Precipitación	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x	x
Lámina de agua	x	x					x							
Velocidad de la corriente	x	x					x							
Temperatura superficial del aire						x	x	x				x	x	x
Magnitud del viento ¹						x	x					x	x	x
Dirección del viento ¹						x	x					x	x	x
Radiación solar						x	x	x				x	x	x
Humedad del suelo	x	x	x			x	x						x	x
Actividad ceráunica						x			x		x			
Presión atmosférica en superficie									x	x	x	x		
Clasificación de hidrometeoros ²									x	x	x			
Desplazamiento del terreno			x		x									
Velocidad del terreno				x	x									
Aceleración del terreno				x	x									
Velocidad en estructuras				x	x									
Índice de Calidad de Aire						x							x	x
Estabilidad atmosférica ³													x	
Altura de la capa límite atmosférica ³													x	
Columnas de humo y puntos de calor						x							x	x
Proyecciones de precipitación bajo cambio climático	x	x	x			x	x		x	x	x		x	x
Proyecciones de temperatura bajo cambio climático						x	x	x				x	x	x

¹ Los vientos fuertes *sostenidos* puede generar desprendimiento de árboles, destechamientos y colapso de estructuras metálicas. ² Relacionado con el “Tamaño de gota”. ³ Variables estimadas.

Obsérvese que las amenazas naturales y antrópicas del territorio que son consideradas en el proyecto SIATA se abordan en los cuatro paquetes de trabajo de la estructura actual. Ver Tabla 7.3. En la tabla, los valores en paréntesis representan la proporción (porcentaje) de las actividades del paquete de trabajo respectivo en las cuales se considera la correspondiente amenaza.



Tabla 7.3: Amenazas y paquetes de trabajo del proyecto SIATA.

Work Package	Amenaza													
	I+V	AvT	MMH	SIS	MMS	INC	SEQ	Tex	DEI	Gra	IEP	Vex	Ico	INC
WP1	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
WP2			x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
WP3	x	x	x	x	x	x		x	x				x	x
WP4						x		x				x		x

La Tabla 7.4 muestra la misma matriz de variables y amenazas pero relacionando además las diferentes actividades del paquete de trabajo WP1 del proyecto SIATA.

Tabla 7.4: Matriz de variables, amenazas y actividades del WP1 del proyecto SIATA.

Variable	Amenaza													
	I+V	AvT	MMH	SIS	MMS	INC	SEQ	Tex	DEL	Gra	IEP	Vex	Ico	INC
Precipitación	1.1 1.2	1.2	1.2			1.2 1.3	1.2				1.1 1.2	1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Lámina de agua	1.1 1.2	1.2					1.2							
Velocidad de la corriente	1.1 1.2	1.2					1.2							
Temperatura superficial del aire						1.2 1.3	1.2	1.1 1.2				1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Magnitud del viento ¹						1.2 1.3	1.2					1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Dirección del viento ¹						1.2 1.3	1.2					1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Radiación solar						1.2 1.3	1.2	1.1 1.2				1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Humedad del suelo	1.1 1.2	1.2	1.2			1.2 1.3	1.2						1.1 1.2	1.2 1.3
Actividad cerámica						1.2 1.3					1.1 1.2			
Presión atmosférica en superficie											1.1 1.2	1.2		
Clasificación de hidrometeoros ²											1.1 1.2			
Desplazamiento del terreno			1.2		1.2									
Velocidad del terreno				1.2	1.2									
Aceleración del terreno				1.2	1.2									
Velocidad en estructuras				1.2	1.2									
Índice de Calidad de Aire						1.2 1.3							1.1 1.2	1.2 1.3
Estabilidad atmosférica ³													1.1 1.2	
Altura de la capa límite atmosférica ³													1.1 1.2	
Columnas de humo y puntos de calor						1.2 1.3							1.1 1.2	1.2 1.3
Proyecciones de precipitación bajo cambio climático	1.1 1.2	1.2	1.2			1.2 1.3	1.2				1.1 1.2	1.2	1.1 1.2	1.2 1.3
Proyecciones de temperatura bajo cambio climático						1.2 1.3	1.2	1.1 1.2				1.2	1.1 1.2	1.2 1.3

WP1.1. Observación, pronóstico meteorológico y de calidad de aire, y proyecciones climáticas

WP1.1.1. Generación continua de pronósticos meteorológicos

Esta actividad se concentra en la generación continua de pronósticos meteorológicos mediante el uso de modelos computacionales que resuelvan la dinámica atmosférica regional, para una adecuada prospección y análisis de las condiciones futuras de corto y mediano plazo para diferentes variables meteorológicas.

Efectividad del pronóstico meteorológico operacional

Una de las actividades principales del proyecto se centra en realizar el pronóstico del estado del tiempo en el Valle de Aburrá para diferentes franjas horarias (06:00-12:00, 12:00-18:00, 18:00-00:00 y 00:00-06:00). Aunque el proyecto dispone de resultados computacionales avanzados, como los generados por el modelo Weather Research and Forecasting - WRF, que permiten predecir condiciones como la ocurrencia de lluvias en los distintos municipios del Valle de Aburrá, el juicio de expertos sigue siendo una parte crucial del proceso. Esto se debe a la complejidad y variabilidad inherente a los fenómenos atmosféricos que se generan a escala local y regional.

En este contexto, el juicio de expertos aplicado por el equipo Operacional resulta fundamental, ya que permite interpretar los resultados de los modelos, integrar información de diversas fuentes y ajustar los pronósticos basándose en la experiencia acumulada y el conocimiento del territorio, elementos que los modelos computacionales no siempre pueden capturar con precisión.

En ese sentido, durante el mes de septiembre, se llevó a cabo una evaluación de la efectividad del pronóstico meteorológico compartido a través de los diferentes canales de difusión del proyecto en las distintas franjas horarias, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 8.1. El porcentaje de acierto promedio para el territorio metropolitano fue del 80.63 % (disminuyó casi 1 % respecto al mes de agosto).

La evaluación del desempeño del pronóstico meteorológico es una herramienta esencial para mejorar continuamente la precisión y la utilidad de los pronósticos, optimizando tanto los recursos como las decisiones basadas en ellos. Con esto se pretende verificar si los eventos meteorológicos pronosticados ocurrieron en los municipios del Valle de Aburrá, así como la evaluación del desempeño de los ajustes realizados por el equipo Operacional en comparación con los modelos, para evaluar la contribución del juicio de experto a la mejora del pronóstico. Los resultados detallados de esta actividad se pueden ver en el link: [Evaluación efectividad del pronóstico](#).

Tabla 8.1: Resumen desempeño del pronóstico meteorológico septiembre de 2024.

Tipo de reporte	Número
Barbosa	79.17 %
Girardota	80.00 %
Copacabana	80.00 %
Bello	83.33 %
Medellín centro	83.33 %
Medellín occidente	81.67 %
Medellín oriente	81.67 %
Sabaneta	79.17 %
La Estrella	80.00 %
Itagüí	81.67 %
Envigado	80.83 %
Caldas	76.67 %
Promedio mensual	80.63 %

Implementación del modelo WRF-Hydro en el Valle de Aburrá

Durante el mes de septiembre, se avanzaron en las siguientes actividades relacionadas con el modelo WRF-Hydro:

- I. Se exploraron nuevas aplicaciones del modelo WRF-Hydro a partir de la revisión de literatura. Se estableció que se pueden analizar nuevas variables de salida del modelo que permiten ampliar el conocimiento de las interacciones suelo-atmósfera en la cuenca del río Aburrá-Medellín, la cuenca del río Nare y la cuenca del río Porce.
- II. Se realizó la comparación temporal de la información histórica de la red de humedad del suelo del proyecto SIATA con los resultados de las simulaciones obtenidas por WRF-Hydro.
- III. Se realizó la exploración inicial de las variables correspondientes con los flujos de calor sensible y de calor latente en las cuencas de interés.

En el siguiente enlace se encontrarán más detalles sobre los avances relacionados con la implementación del modelo WRF-Hydro: [Modelo WRF-Hydro](#).

WP1.1.2. Evaluación de los efectos relacionados con el cambio climático a nivel local

Evaluación de la representación de la precipitación en modelos de cambio climático

Durante el mes de septiembre, se continuó con la evaluación del desempeño de los modelos del proyecto HighResMIP-CMIP6 en la simulación de los patrones espaciales del indicador AIu para la región del norte de Suramérica y Centroamérica. La evaluación se realizó con la eficiencia de Kling-Gupta (KGE) y consideró cinco (5) modelos de alta resolución en el periodo histórico, los cuales se compararon con los estimados de ERA5 y CHIRPS como bases de datos de referencia para el periodo 1981-2014. De acuerdo con los resultados obtenidos, los modelos MRI-AGCM3-2S y MRI-AGCM3-2S exhiben el mejor desempeño a lo largo del año, mientras que el desempeño de otros modelos está fuertemente influenciado por el mes del año que se considere. El modelo FGOALS-f3-L exhibe el peor desempeño entre todo el conjunto de modelos analizados. Con esta evaluación, actualmente se adelanta el análisis de las proyecciones climáticas del indicador, utilizando el modelo MRI-AGCM3-2S.

Cálculo índice confort térmico con modelos de cambio climático

Temperatura media radiante (MRT). En septiembre, se implementó una segunda metodología para el cálculo de la Temperatura Media Radiante (MRT, por sus siglas en inglés) utilizando el modelo MRI-AGCM3-2-S. El objetivo de esta metodología es establecer una relación entre los valores de temperatura del aire y sus correspondientes valores de MRT para la región de Antioquia. Primero, la resolución original de la variable temperatura del aire del modelo MRI-AGCM3-2-S ($0.18^\circ \times 0.18^\circ$) se ajustó a la resolución de ERA5 ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$). Posteriormente, se aplicó una corrección delta de mapeo cuantil a los valores de la temperatura con el grid de ERA5 en cada píxel y para cada mes, con el fin de garantizar un ajuste adecuado en el ciclo anual, con respecto a la base de datos de referencia. Finalmente, esta temperatura corregida se utilizará para obtener los valores de MRT del modelo, aplicando las ecuaciones del ajuste lineal para cada píxel derivadas de los datos de temperatura del aire y MRT de ERA5 que se obtuvieron durante este mismo mes.

Seguimiento de Ondas del Este. Durante el mes pasado, se realizaron varios experimentos con el código de seguimiento de Ondas Tropicales, con el objetivo de identificar los parámetros óptimos para un rastreo más preciso de las perturbaciones. Adicionalmente, se desarrollaron funciones que permiten filtrar ondas cuya trayectoria converge con otras, evitando así que una misma perturbación sea seguida por dos algoritmos de *tracking* diferentes.

WP1.1.3. Análisis integral de las variables y procesos ambientales que influyen en la calidad del aire

Modelación estadística y numérica de la calidad del aire

Modelo de pronóstico estadístico de la concentración de PM2.5

Durante el mes de septiembre se realizó una evaluación del desempeño del modelo de pronóstico estadístico de PM2.5 para predecir las categorías del Índice de Calidad del Aire (ICA) en las distintas estaciones de monitoreo de PM2.5. Esta evaluación se realizó principalmente para el mes de agosto. No obstante,

teniendo en cuenta que se aproxima el período de gestión de episodios de contaminación atmosférica, se realizó además un seguimiento al desempeño del modelo durante el mes de septiembre. Para realizar la evaluación, se cuantificó el porcentaje de aciertos en la categoría de ICA en horizontes de pronóstico de 1, 2 y 3 días, y para las distintas estaciones de la red. La ecuación 8.1 muestra la métrica de desempeño utilizada, donde i hace referencia al horizonte de pronóstico y j hace referencia a la estación de monitoreo. Para garantizar consistencia en la evaluación, se tomaron únicamente los resultados de los pronósticos de PM_{2.5} realizados diariamente a las 23:00.

$$\% \text{ Acierto ICA}_{i,j} = \frac{\text{Número total de aciertos ICA}_{i,j}}{\text{Número total de pronósticos}_{i,j}} * 100 \quad (8.1)$$

Las Figuras 8.1 y 8.2 muestran el desempeño del modelo de pronóstico en la predicción del ICA durante los meses de agosto y septiembre de 2024, respectivamente. De forma general, se puede apreciar que en la mayoría de estaciones los aciertos superaron el 80 % para los distintos horizontes de pronóstico durante los dos meses evaluados. Particularmente, durante el mes de agosto, las estaciones BAR-TORR, COP-CVID, MED-PBLQ y MED-SCRI mostraron porcentajes de aciertos menores al 70 %, con aciertos más bajos (de 38 % en la estación COP-CVID), mientras que durante el mes de septiembre únicamente la estación MED-SELE obtuvo porcentajes de aciertos menores al 70 %. El menor desempeño en algunas de estas estaciones puede obedecer a dinámicas particulares de emisión en estas zonas del valle, que no son captadas por el modelo, a diferencia del resto de estaciones con mejor desempeño las cuales están más influenciadas por fuentes como el tráfico. Sin embargo, estos resultados permiten resaltar el desempeño del modelo para pronosticar el estado de la calidad del aire por PM_{2.5} en las distintas estaciones, lo cual entrega confianza en el uso de esta herramienta durante el período de gestión de episodios de contaminación atmosférica.

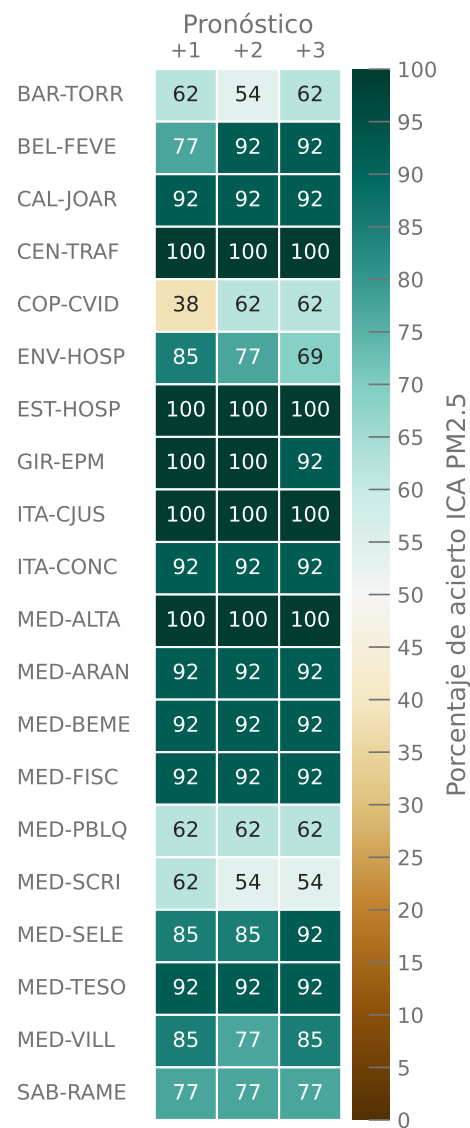


Figura 8.1: Evaluación porcentual en términos de ICA del modelo de pronóstico estadístico para el mes de agosto. La evaluación fue realizada a partir de pronósticos realizados a las 23:00 horas de cada día del mes de agosto de 2024. De izquierda a derecha, las columnas muestran los resultados para horizontes de pronóstico de 1, 2 y 3 días.

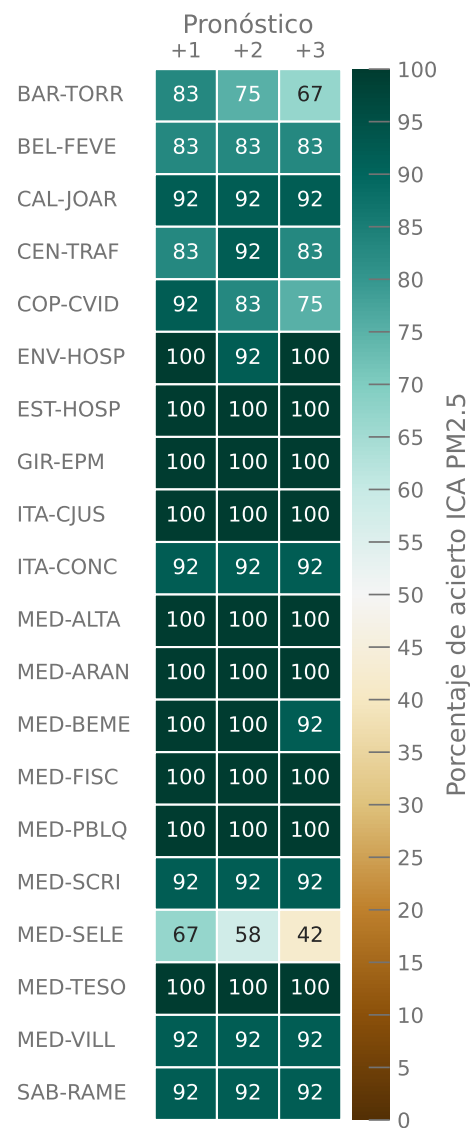


Figura 8.2: Evaluación porcentual en términos de ICA del modelo de pronóstico estadístico para el mes de septiembre. La evaluación fue realizada a partir de pronósticos realizados a las 23:00 horas de cada día del mes de septiembre de 2024. De izquierda a derecha, las columnas muestran los resultados para horizontes de pronóstico de 1, 2 y 3 días.

Modelación del transporte de contaminantes y química de la atmósfera usando el modelo WRF-Chem

Este mes, el equipo de modelación de calidad del aire ha avanzado significativamente en la implementación del mecanismo químico RCAM (Regional Atmospheric Chemistry Mechanism) dentro del modelo WRF-Chem. El objetivo principal fue comparar las especies químicas del inventario local con aquellas incluidas en el modelo RCAM, con el objetivo de complementar la representación de las emisiones y reacciones químicas del modelo. Esto ha mejorado la precisión en la simulación de los procesos atmosféricos que afectan la calidad del aire en el valle de Aburrá.

El modelo RCAM (Stockwell et al. (1997)) incluye 77 especies químicas, 214 reacciones en fase gaseosa y 23 reacciones fotoquímicas, cubriendo una amplia gama de compuestos inorgánicos, orgánicos, radicales reactivos y productos intermedios. Estas especies están agrupadas en varias categorías, como oxidantes, compuestos nitrogenados, compuestos de azufre, óxidos de carbono, alcanos, alquenos, compuestos aromáticos y ácidos carbonílicos. Los compuestos que hacen parte de estas familias químicas son fundamentales para representar y cuantificar los productos identificados en la serie de etapas involucradas en los mecanismos de reacción del modelo, donde se destaca aquellas que determinan la tasa de formación de ozono, aerosoles orgánicos e inorgánicos y otros contaminantes atmosféricos.

El mecanismo RCAM (Stockwell et al. (1997)) incorpora los ajustes más recientes en la química atmosférica a partir de los aportes de diferentes investigaciones a nivel internacional, lo que lo convierte en una herramienta idónea para estudiar tanto las condiciones locales, con una mezcla de aportes de fuentes biogénicas y antropogénicas, permitiendo modelar un número importante de reacciones fotoquímicas complejas, considerando la formación de nitratos y sulfatos, así como también aquellos procesos en los que están involucrados los iones cloruro, hidroxilo y radicales peroxi que participan en la formación de compuestos orgánicos volátiles intermedios, que aportan principalmente al PM_{2.5} secundario. Estas reacciones contemplan además el nivel de acidez, lo que puede modular la inhibición o acelerar la velocidad de reacción de algunas especies químicas y ayudan al estudio de la capacidad de oxidación en la atmósfera.

Estas actualizaciones son clave para mejorar la simulación de los procesos atmosféricos en el área metropolitana del Valle de Aburrá, donde se observan altos niveles de contaminación debido a la interacción entre las emisiones biogénicas y antropogénicas. Las mejoras o actualizaciones realizadas en el modelo, asociadas a la química de compuestos biogénicos, son especialmente útiles para representar las emisiones de fuentes naturales como el isopreno y su interacción con contaminantes generados en la ciudad, como los compuestos orgánicos volátiles, afectando la formación de ozono y aerosoles secundarios. Además, las revisiones en las reacciones de radicales orgánicos peroxi y los productos de la ozonólisis permiten una estimación más precisa de los procesos de oxidación y la formación de contaminantes secundarios, lo que es crucial para la evaluación de escenarios de calidad del aire, en zonas urbanas susceptibles de tener episodios de alta contaminación atmosférica como el Valle de Aburrá (Stockwell et al. (1997)).

Este mes, el equipo se centró en analizar detalladamente las especies del inventario de emisiones atmosféricas local, para poder identificar las equivalencias con las especies del modelo RCAM. A continuación, se especifican algunas de las equivalencias que fueron establecidas:

- $CO = E_{CO}$
- $NO_x = 0.9NO + 0.1NO_2$
- $PM_{10} = E_{PM_{10}}$
- $SO_2 = E_{SO_2}$
- CH_4 = especiado como parte de los hidrocarburos en RCAM.

- PM2.5: se desagrega en PM2.5I ($0.2 \cdot \text{PM2.5}$) y PM2.5J ($0.8 \cdot \text{PM2.5}$).
- $\text{NH}_3 = \text{E_NH}_3$
- $\text{NO} = \text{E_NO}$
- $\text{NO}_2 = \text{E_NO}_2$
- Nitratos = $\text{E_NO}_3\text{I}$
- Carbono orgánico (OC) = $\text{E_ORGI} (\text{OC} \cdot 0.2)$
- Cetonas = E_KET
- Aromáticos (como tolueno y xileno) = E_TOL , E_XYL
- Formaldehído = E_HCHO
- Aldehídos = E_ALD

El ejercicio del análisis de equivalencias químicas entre las especies del inventario local y los datos de entrada del mecanismo RCAM, ha sido fundamental para mejorar la parametrización del modelo teniendo en cuenta las especies químicas de mayor impacto correspondientes a las emisiones atmosféricas en las celdas del dominio 3 (dominio más interno) que incluye al Valle de Aburrá. Un ejemplo es la representación de los NO_x como una mezcla de $0.9 \cdot \text{NO}$ y $0.1 \cdot \text{NO}_2$, y la desagregación de PM2.5 en dos fracciones para simular mejor su comportamiento en el modelo. Además, se incluyeron especies adicionales, como los compuestos aromáticos (tolueno y xileno), cetonas y aldehídos (formaldehído y acetaldehído), que permitirán un mayor detalle en la simulación de las reacciones orgánicas.

La aproximación al conocimiento de especies químicas relevantes y los mecanismos de formación de especies secundarias, se constituye en un fortalecimiento de la base técnica, que permitirá a la autoridad ambiental tomar decisiones relacionadas con la prevención, reducción y control de fuentes de emisión, todo esto asociado a la labor de la gestión de la calidad del aire en el territorio.

Campañas de monitoreo de contaminantes atmosféricos criterio y no criterio

Caracterización del flujo vehicular en el Valle de Aburrá

Si bien el ejercicio de la caracterización del flujo vehicular no corresponde directamente al monitoreo de contaminantes criterio y no criterio, si permite evaluar el impacto de variables asociadas a las emisiones atmosféricas vehiculares, como tipo de vehículo, número de vehículos y velocidad de circulación, posibilitando el entendimiento del comportamiento de parámetros de contaminación como los NO_x y el PM2.5.

Durante el mes de septiembre de 2024, se continuó con el monitoreo y seguimiento del flujo vehicular en el municipio de Girardota mediante el sensor tipo radar *Armadillo Tracker*. El sensor se encuentra ubicado en el Puente de Girardota en la entrada principal de la zona urbana del municipio de Girardota, con medición en ambos sentidos de la vía. Durante este mes se realizó una descarga manual de los datos del equipo, relacionados con la velocidad de circulación, el número de vehículos y la clasificación de éstos en tamaño pequeño, mediano y grande. Las campañas que se realizan con los sensores Armadillo generan información que podría ser de utilidad en planes o políticas de movilidad, y en los inventarios de emisiones atmosféricas para fuentes móviles.

Es importante resaltar que el principal tipo de vehículos que cuenta el sensor Armadillo es el tipo mediano, mientras que el menor registro de número de vehículos son aquellos de tamaño pequeño, los cuales según las especificaciones técnicas del equipo, corresponden a motocicletas. Lo anterior, no es consistente con la dinámica vehicular en el Valle de Aburrá, en el que el número de motocicletas registradas, ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años. En este informe no se incluyen los resultados para los vehículos pequeños, ya que los datos obtenidos no reflejan las dinámicas de movilidad locales.

Estación Puente Girardota

En las Figuras 8.3 (a) y (b), se presentan los ciclos diurnos correspondientes al mes de septiembre de 2024 del número de vehículos circulando y discretizados por tamaños grande y mediano en dirección de entrada y salida al municipio de Girardota (obtenidos a partir del promedio de los conteos de los vehículos por cada hora). De las Figuras 8.3 (a) y (b), se observa que los ciclos diurnos tanto en la dirección de entrada como de salida, se caracterizan por valores más altos del número de vehículos en circulación (hasta cerca de 500 entrando y hasta cerca de 400 vehículos saliendo) entre las 05:00 y 21:00 horas en ambas direcciones para los vehículos de tamaño mediano y un valor mínimo entre las 23:00 y las 04:00 (hasta de cerca de 70 vehículos entrando y 50 vehículos saliendo), también en ambos sentidos, para los vehículos de tamaño mediano.

Por otra parte, las Figuras 8.3 (c) y (d), muestran el ciclo diurno del percentil 90 de la velocidad de los vehículos discretizados por tamaño grande y mediano. Según los resultados, las mayores velocidades promedio se presentan en las horas de la madrugada con valores entre 60 km/h y 65 km/h, mientras que las menores velocidades promedio se presentan al finalizar la tarde con valores entre 50 km/h y 55 km/h. Durante el mes de septiembre, las velocidades mínimas y máximas para los vehículos de tamaño mediano en dirección de entrada correspondieron a 6 km/h y 131 km/h respectivamente. Para los vehículos grandes las velocidades mínima y máxima fueron de 7 km/h y 139 km/h respectivamente. Por su parte, para los vehículos de tamaño mediano en dirección de salida, las velocidades de circulación mínima y máxima fueron 5 km/h y 110 km/h respectivamente y para los vehículos grandes estas velocidades fueron de 12 km/h y 101 km/h, respectivamente. Además, se observa que los ciclos diurnos de la velocidad de los vehículos en ambas direcciones, tienen una tendencia similar.

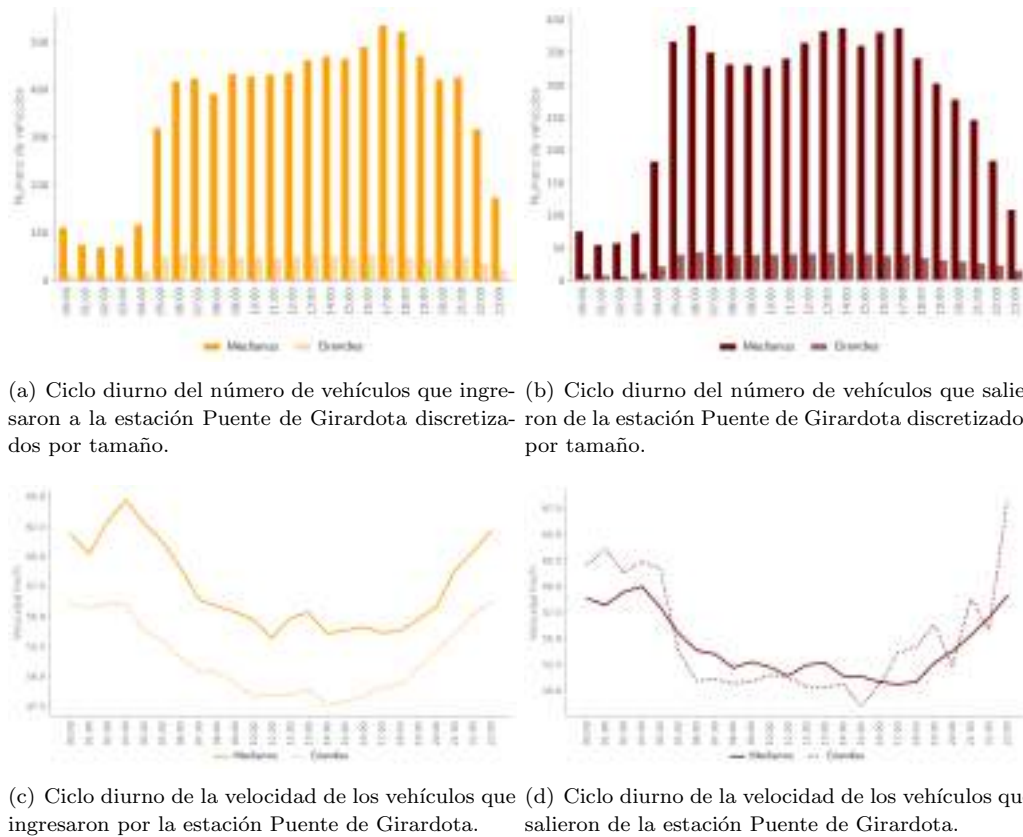


Figura 8.3: Resultados del conteo y clasificación vehicular para el mes de septiembre de 2024 en la estación ubicada en el Puente de Girardota.

Estación Fiscalía General de la Nación - Sede Caribe

Con el objetivo de entender mejor el comportamiento de contaminantes asociados a fuentes móviles como los óxidos de nitrógeno, en el mes de septiembre se instaló en las inmediaciones de la estación ubicada en la Sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación, el sensor Armadillo que operaba en el sector del Velódromo en el Distrito Especial de Medellín. La instalación de este equipo en este punto de medición permitirá evaluar la influencia del tráfico vehicular de la Autopista sentido Sur - Norte en los niveles de óxidos de nitrógeno registrados en este sector de la ciudad. La Figura 8.4 muestra el equipo instalado. Se espera que los resultados de las mediciones se reporten en el mes de octubre, toda vez que durante el mes de septiembre se hicieron pruebas de transmisión y almacenamiento de datos así como de la validez de los mismos.



Figura 8.4: Equipo Armadillo instalado en las inmediaciones de la Fiscalía General de la Nación - Sede Caribe.

Campaña de caracterización química de compuestos tóxicos (HAPs)

En el mes de septiembre se realizó un ajuste en las condiciones de contratación con el Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental - GAIA de la Universidad de Antioquia, para la ejecución de la campaña de medición de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), la cual se tiene proyectado dar inicio en el mes de octubre durante el segundo periodo de gestión de episodios de calidad del aire del Valle de Aburrá.

Campaña de caracterización química del PM2.5 secundario

En el mes de septiembre se presentó al equipo técnico de Gestión de Calidad del Aire del AMVA, el diseño de la campaña de caracterización química en 3 puntos del Valle del Aburrá, con el objetivo de cuantificar las concentraciones de formaldehído, tolueno y aniones (sulfatos, nitratos y cloruros), para tener una aproximación preliminar al perfil diario de estas especies. El detalle del diseño final de esta campaña tuvo en cuenta las observaciones realizadas por el personal de apoyo a la supervisión del contrato. Los puntos de medición que se proyecta la evaluación de las especies químicas mencionadas, son las siguientes estaciones: Municipio de Girardota (GIR-EPM), Distrito Especial de Medellín (CEN-TRAF) y (MED-SELE) y en el municipio de Itagüí (ITA-CJUS).

Monitoreo a contaminantes atmosféricos criterio y no criterio

El Valle de Aburrá cuenta con una red de monitoreo de contaminantes criterio y no criterio definidos en la Resolución 2254 de 2017 publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La mayoría de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá están acreditadas por el IDEAM, mediante Resolución 1341 de 2023. La red es operada desde el proyecto SIATA, el cual es ejecutado por la Universidad EAFIT, a través del Contrato de Ciencia y Tecnología CCT 016 de 2024.

Durante el mes de septiembre se entregó información permanente y confiable del comportamiento de la calidad del aire en el Valle de Aburrá, principalmente de las concentraciones del material particulado PM_{2.5}, contaminante más crítico para la región. El seguimiento al PM_{2.5}, se llevó a cabo en veintitrés (23) puntos de monitoreo con equipos automáticos y en dos (2) puntos de medición con equipos manuales, la mayoría de los cuales están en el alcance de la resolución de acreditación de la red por parte del IDEAM (Resolución 1341 de 2023). Se realizó también seguimiento a variables atmosféricas y de las concentraciones de otros contaminantes tales como PM₁₀ (9 equipos automáticos y 9 manuales), O₃ (9 equipos automáticos), NO_x (7 equipos automáticos), SO₂ (4 equipos automáticos), CO (2 equipos automáticos), Black Carbon (3 equipos automáticos), Carbono Total (2 equipos automáticos), un equipo automático de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) y PM₁ (2 equipos automáticos). Se entregaron reportes diarios de las concentraciones de PM_{2.5} durante todo el mes, así como los respectivos índices de calidad del aire - ICA, diario y de los últimos 7 días, para este parámetro. Los informes de resultados obtenidos por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá se reportan con detalle en el enlace [Informe de Operación](#).

Herramientas de análisis para el monitoreo de la Calidad del Aire

Durante el mes de septiembre se tuvo disponible el enlace [Herramientas AMVA \(SIATA\) para el análisis integral de la calidad del aire](#), página no oficial. Este enlace se ha mantenido disponible desde hace varias vigencias, tanto para el grupo técnico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como del equipo interno del componente de calidad del aire del SIATA. Es una herramienta fundamental para el seguimiento continuo de variables atmosféricas que influyen en la contaminación de este recurso natural y que posibilita la toma de decisiones principalmente durante el periodo de episodios de contaminación atmosférica.

WP1.1.4. Generación de pronósticos estadísticos que permitan prever eventos de crecientes extremas en el río Aburrá-Medellín y sus afluentes

Análisis de umbrales de precipitación y humedad del suelo

Para complementar los análisis realizados en la estimación de umbrales de precipitación y humedad del suelo a partir de los registros de las redes del proyecto SIATA, en el mes que se documenta se realizó un análisis similar pero empleando registros empíricos y usando el algoritmo de clasificación *Support Vector Machine* (SVM). Este ejercicio se adelantó con el propósito de crear herramientas que permitan la generación de alertas tempranas con información de lluvia de los pluviómetros y los sensores de humedad del suelo en cuatro (4) subcuencas del Valle de Aburrá, a saber: Q. Doña María (estación de nivel 90), Q. La Iguaná (estación de nivel 479), Q. Santa Elena (estación de nivel 404), y Q. La Sabanetica (estación de nivel 145). A continuación se presentan los principales resultados:

- I. Se encontraron umbrales empíricos para cada una de las estaciones, en donde el efecto combinado del acumulado de la precipitación y la humedad antecedente del suelo se usó para definir regiones en las que se detonaron crecientes con niveles de riesgo superiores al nivel de precaución o amarillo. Sin embargo, para la estación 479 (Q. La Iguaná), con pocos registros de crecientes para el periodo de estudio, se establecieron los umbrales a partir del percentil 90 asociado a la magnitud del nivel.
- II. En general, en las subcuencas evaluadas se evidenció que la mayoría de eventos asociados a niveles de riesgo amarillo o superior se relacionan con acumulados mayores a aproximadamente 30 mm. Mientras que en términos de la intensidad máxima en el evento, los eventos asociados a niveles de riesgo amarillo o superior se relacionan con intensidades superiores a aproximadamente 40 mm/h.
- III. Se establecieron umbrales usando SVM con una función de decisión polinomial para la Q. Doña María, y lineal para las Q. La Sabanetica y Q. La Santa Elena. Con estas líneas de decisión, se separan o clasifican eventos de nivel de riesgo verde o mayor a nivel de riesgo amarillo (amarillo, naranja y rojo) de manera correcta en el 80 % de las veces. Se espera que estos umbrales se utilicen como producto operacional para la predicción de crecientes y la alerta temprana en estas cuencas.
- IV. Esta investigación se presentará en el XXXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica que se realizará entre el 1-4 de octubre de 2024 en la ciudad de Medellín. En el siguiente link se encuentran la ponencia que se presentará: [Ponencia CLHH - Umbrales de lluvia y humedad](#).

Monitoreo y umbrales de precipitación para drenaje urbano

Durante el mes de septiembre se registraron seis (6) eventos de encharcamiento e inundación en los puntos críticos monitoreados por SIATA y un (1) reporte del monitoreo por la red CCTV de la Secretaria de Movilidad de Medellín. La red de nivel de alcantarillado y encharcamiento, al igual que la red de cámaras, mantiene su operación continua.

Haciendo seguimiento a la metodología para estimar los umbrales de intensidad de precipitación asociados a las inundaciones urbanas en pasos a desnivel y vías del Valle de Aburrá propuesta en el mes de julio, se evaluó la posibilidad de ampliar la cantidad de datos, al no filtrar datos de eventos pequeños de precipitación y/o incrementos en los niveles.

En el caso piloto de la Feria de Ganado, se utilizó el algoritmo para determinar la capacidad de acertar a los eventos ocurridos en el mes de agosto y septiembre, teniendo una exactitud de 0.95 y precisión de 0.76. Emplear información de lluvia en tiempo real se convierte en una herramienta de pronóstico a corto plazo que está ligada al tiempo de respuesta en el punto crítico, el cual es propio para cada uno de los pasos a desnivel considerados. Se continuará evaluando el piloto en el paso a desnivel Feria de Ganado en el transcurso del siguiente mes.

En el “*Simposio Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres: 12 años de la ley 1523*” se presentará un póster con avances del trabajo realizado con el algoritmo de Machine Learning, los cuales se pueden visualizar en el enlace [Póster DAGRD](#).

WP1.2. Estudio/modelación de amenaza/riesgo

WP1.2.1. (Amenaza meteorológica) Seguimiento, caracterización y evaluación de fenómenos hidrometeorológicos

Las tareas que se desarrollan dentro de esta actividad están enfocadas a la generación y el análisis de la información proveniente de las redes internas y externas al proyecto, para una adecuada caracterización y gestión efectiva de aquellas amenazas de origen hidrometeorológico sobre la región metropolitana.

Registros de ocurrencia de eventos

En el mes de septiembre se registraron 25 eventos de precipitación, cifra igual al promedio entre los años 2013 y 2023. El mayor número de eventos registrados para el mes de septiembre se dio en el año 2022, con 40. El mínimo ocurrió en el año 2015 con un total de 12.

Estos informes se pueden consultar en https://siata.gov.co/reporte_eventos/ y en el link: [Histórico informes lluvia](#) se encuentra información histórica de estos reportes.

WP1.2.2. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Incendios) Optimización de los modelos hidrológicos e hidráulicos usados en el SIATA

La optimización de modelos hidrológicos e hidráulicos que se realiza en esta actividad permitirá identificar los modelos más apropiados para usar en las diferentes cuencas del territorio, insumo que podrá usarse para la evaluación de diferentes amenazas (y riesgos asociados) que afectan el territorio: inundaciones, sequías, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios.

Modelación hidráulica

Durante el mes de septiembre se realizó la modelación hidráulica del Río Medellín-Aburrá en el municipio de Barbosa, con el fin de revisar los puntos críticos de desbordamiento para una inundación con un período de retorno de 100 años. Los resultados se muestran en la Figura 9.1.

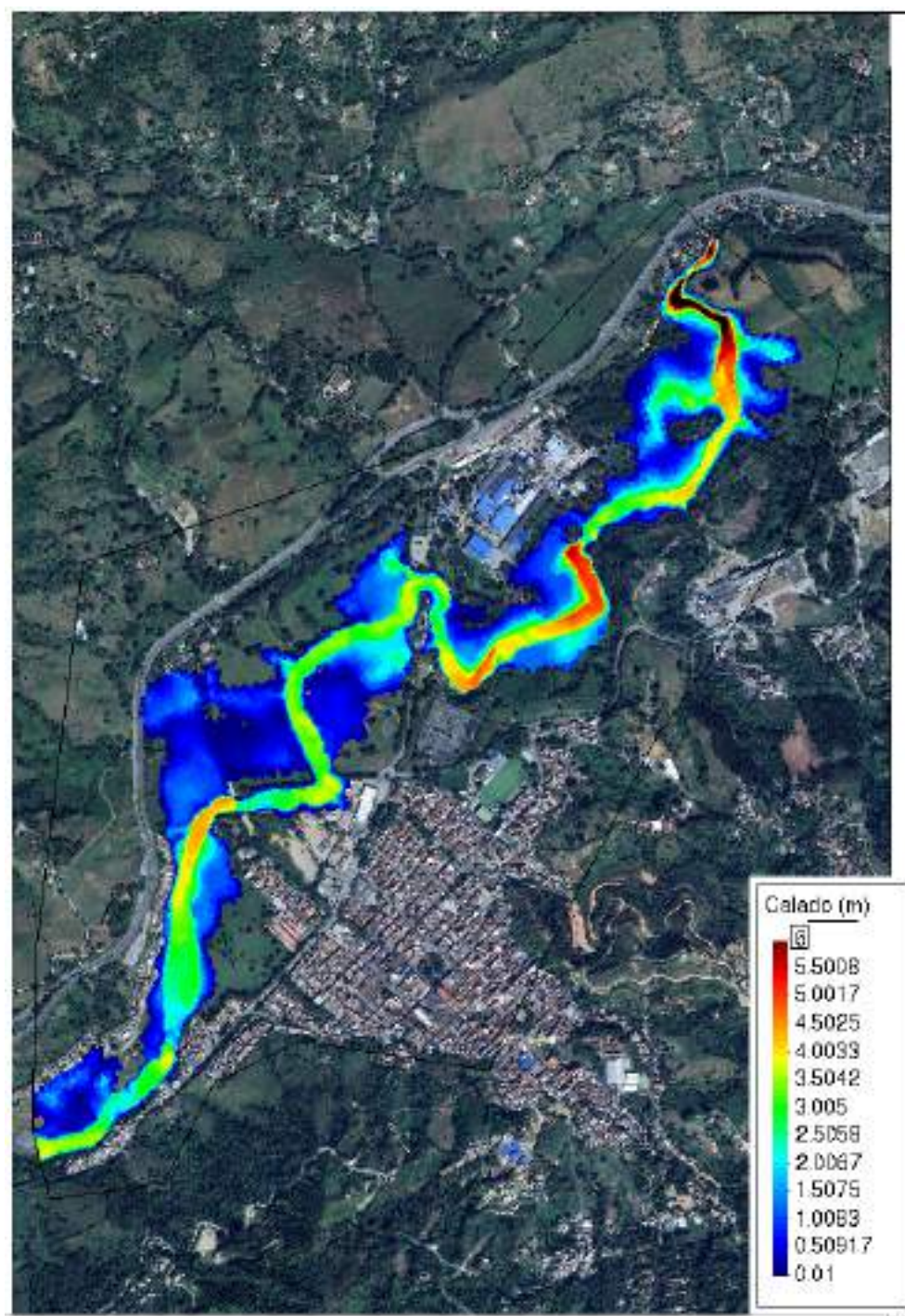


Figura 9.1: Área de inundación del Río Medellín-Aburrá para una creciente de 100 años en el municipio de Barbosa.

Para este tramo del río Medellín-Aburrá, no se había realizado simulación hidráulica por la falta de información topográfica. La actualización de información en detalle de este tramo llevada a cabo recientemente, permitió evaluar la respuesta de la corriente superficial a lo largo del tramo que abarca los ingresos principales del municipio de Barbosa, y parte de los barrios y veredas aledaños al cauce.

Modelación acuífero libre

Se revisó el funcionamiento de los módulos de aguas subterráneas en los modelos TETIS y SWAT. Lo anterior se llevó a cabo con la finalidad de identificar los datos de entrada necesarios para estimar la recarga del acuífero libre del Valle de Aburrá en los próximos meses.

Modelación transporte de sedimentos

Se revisaron los módulos de sedimentos del modelo SWAT con la finalidad de implementar simulaciones que permitan evaluar el transporte de sedimentos y cuantificar el desempeño de la herramienta de simulación respecto a los datos medidos por el sensor de sedimentos en Aula Ambiental. Se realizó una simulación inicial, en la cual se evidenció una diferencia entre los resultados medidos y simulados debido a que hay una alta incertidumbre en los datos de entrada del modelo, lo cual hace necesario realizar una evaluación de los parámetros asociados para mejorar las estimaciones. Adicionalmente, se revisó el funcionamiento del módulo de sedimentos en el modelos TETIS.

Identificación de tiempos de respuesta en las cuencas del Valle de Aburrá

Se identificaron tipos representativos de crecientes (rápidas, intermedias y lentas) mediante un análisis de agrupamiento de las hidrógrafas representativas para 33 subcuencas del río Aburrá-Medellín, que cuentan con datos de sensores de nivel. A continuación se presentan los principales resultados:

- I. Los tipos de crecientes mostraron una gran coherencia con los parámetros geomorfológicos de las cuencas. Las cuencas con crecientes rápidas tienen menor área, mayor pendiente del cauce principal y mayor porcentaje de cobertura impermeable, mientras que las cuencas de respuesta lenta tienen una mayor área, menor pendiente del cauce y menor porcentaje de cobertura impermeable.
- II. Se identificó que las cuencas de creciente rápida se asocian a tiempos de respuesta cortos (¡30 minutos); las cuencas de creciente intermedia tienen tiempos de respuesta promedio entre 30 - 50 minutos; y las cuencas con creciente lenta exhiben tiempos de respuesta mayores a 50 minutos. Con respecto a las tasas de recesión, las cuencas de creciente rápida tienen valores promedio de 20 cm/h mientras que las cuencas de creciente lenta tienen valores promedio de 15 cm/h.
- III. Esta investigación fue presentada en el Congreso Latinoamericano de Hidráulica que se llevó a cabo en el Distrito de Medellín en el mes de septiembre. En el siguiente link se presentan las diapositivas presentadas, en donde se encuentran las figuras y evaluación realizada: [Diapositivas](#).

Clasificación del Fire Weather Index y cálculo con WRF

Se realizaron dos (2) clasificaciones de prueba para los niveles de peligrosidad del índice. Esto se realizó con el número de registros de incendios por día y con los resultados del FWI calculado con información de

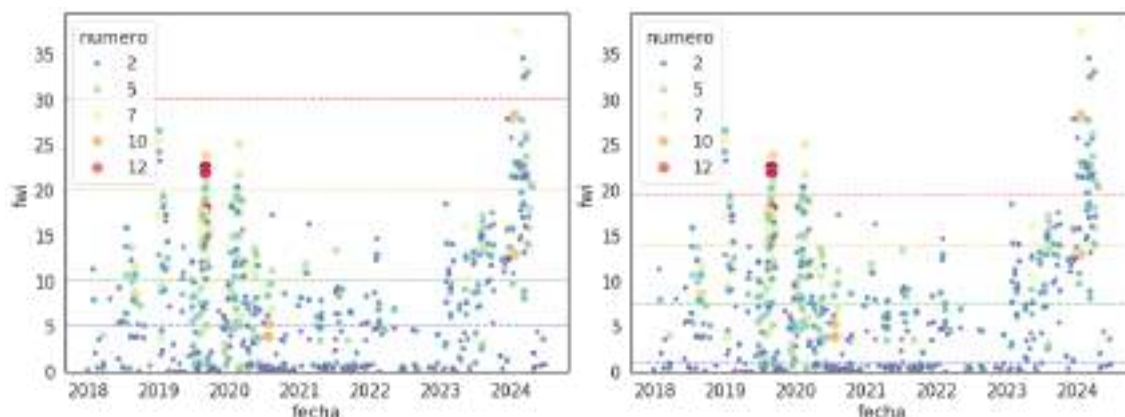


Figura 9.2: Registros de incendios y clasificación del FWI según el sistema canadiense (izquierda) y con percentiles (derecha).

las estaciones meteorológicas para el periodo 2018-2023. Una de ellas se realizó de acuerdo a la clasificación del sistema canadiense de incendios forestales, el cual propone las siguientes categorías:

- I. Bajo: FWI de 0 a 5
- II. Moderado: FWI de 5 a 10
- III. Alto: FWI de 10 a 20
- IV. Muy alto: FWI mayor a 20

Otra clasificación se realizó con los percentiles:

- I. Bajo: percentil 25 del FWI
- II. Moderado: percentil 50 del FWI
- III. Alto: percentil 75 del FWI
- IV. Muy alto: percentil 90 del FWI

En la Figura 9.2 se observa que, en general, a bajos valores del índice es menor la cantidad de incendios registrados por día, y mientras aumenta el valor del FWI, aumentan los registros por día.

Adicionalmente, se calculó el FWI con datos de temperatura superficial, humedad relativa y velocidad del viento del modelo WRF, excepto para el año 2022 ya que no hay datos del modelo para este periodo. En el FWI calculado con datos de modelo también se observa la correspondencia estacional de los resultados 9.3.

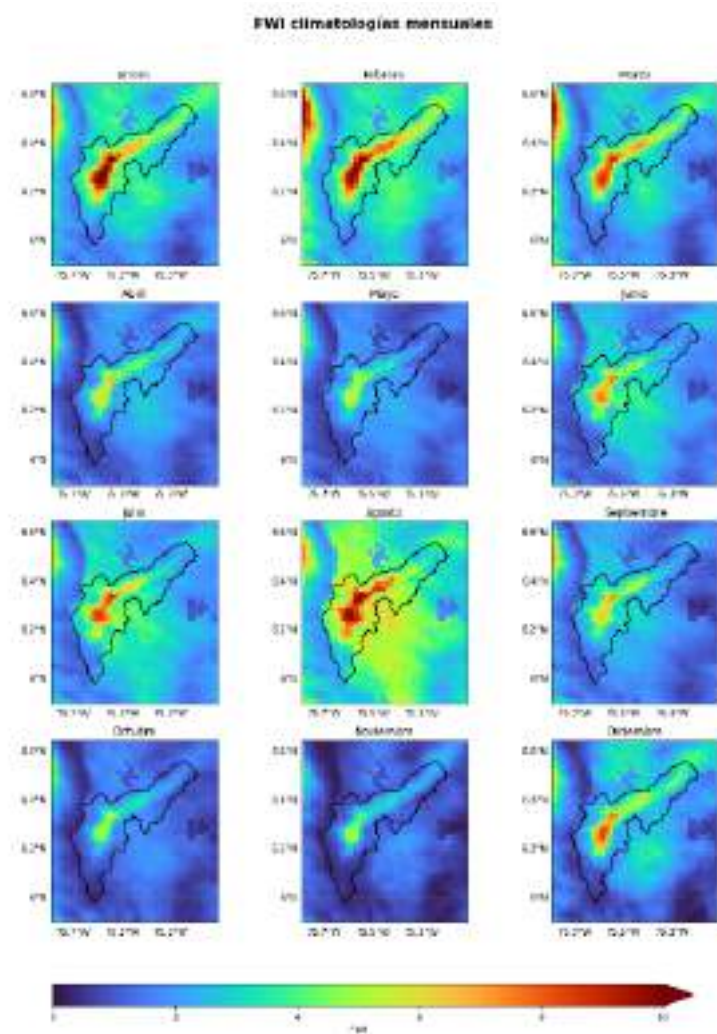


Figura 9.3: FWI mensual multianual calculado con datos del modelo WRF y datos del radar meteorológico.

WP1.2.3. (Inundaciones) Desarrollo e implementación de un piloto para cuantificar y evaluar el riesgo por inundaciones

En esta actividad se busca cuantificar las afectaciones por inundaciones (riesgo por inundaciones) para las cuencas de La Doctora y La Sabanetica, en el municipio de Sabaneta. En este piloto se define la amenaza mediante manchas de inundación para diferentes periodos de retorno, y se consideran las características de las edificaciones en la zona de inundación y su propensión al daño cuando se materializa una amenaza.

Durante el mes de septiembre, se realizó una socialización de los resultados de simulación con la asesora del equipo de Hidrología. A partir de esta reunión, se desprenden dos temas que requieren ser atendidos con revisión de literatura y se relacionan con la utilización de curvas de vulnerabilidad o daño para estructuras que entran en contacto con agua durante una inundación.

WP1.2.4. (Sequías, Mov. Masa) Monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje, con herramientas de teledetección

El conocimiento del comportamiento de los movimientos en masa del territorio y los cambios del paisaje son insumos que pueden usarse en la evaluación de geomenazas. Esta actividad busca la cuantificación de tales amenazas utilizando herramientas de teledetección.

Las tareas de monitoreo y evaluación de movimientos en masa y cambios en el paisaje mediante herramientas de teledetección están complementadas por la actividad WP2.3.5 en el componente de Ruta del Dato. Se recomienda hacer una lectura conjunta de las actividades para ampliar su comprensión.

Los avances de septiembre se centraron en el análisis de cambios en el NDVI y desplazamientos InSAR. Se inició el proceso de validación de los resultados obtenidos en agosto respecto al NDVI; sin embargo, los resultados fueron insuficientes en la aplicación del modelo de redes neuronales artificiales para la detección de nubes en diferentes áreas y temporalidades del Valle de Aburrá. Como respuesta, se integraron modelos de machine learning, combinando redes neuronales artificiales para discriminar entre cambios de NDVI causados por nubes y aquellos no relacionados con nubes, junto con el modelo de clasificación Random Forest. Este último permitió diferenciar los cambios en la cobertura vegetal, ya sea por actividades como agricultura, deforestación e incendios, o por pérdida de cobertura vegetal debido a movimientos en masa y construcción. Adicionalmente, se aplicaron modelos de determinación de desplazamientos del terreno en dirección del aspecto de las laderas, a partir de las estimaciones de desplazamiento InSAR en línea de vista al sensor. Lo anterior, permite aproximar el desplazamiento real del terreno y una mayor facilidad en la interpretación de los resultados.

WP1.2.5. (Av. Torrenciales) Evaluación de metodologías y modelos para el análisis de avenidas torrenciales

Esta actividad aporta a la cuantificación de la amenaza por avenidas torrenciales (amenaza hidrológica), insumo que puede usarse junto con modelos de exposición y vulnerabilidad para la cuantificación del riesgo por estos eventos.

En el mes anterior se inició la división hidrológica del Valle de Aburrá en cuencas, con el objetivo de evaluar el potencial de ocurrencia de eventos torrenciales. En septiembre, se continuó y mejoró este trabajo subdividiendo las cuencas más grandes en sus respectivos tributarios, con el fin de evitar sesgos en el análisis morfométrico debido al tamaño del área. Además, se evaluó la presencia de suelos con sedimentos granulares para identificar el potencial destructivo de posibles flujos de escombros en dichas cuencas.

WP1.2.6. (Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos) Implementación de metodologías para la caracterización del ruido sísmico

Esta actividad busca correlacionar señales detectadas por equipos de la red sismológica con fenómenos como microsismicidad, movimientos en masa, avenidas torrenciales y/o actividad antrópica.

Durante el mes de septiembre se realizó el procesamiento de la señal que fue hallada como un posible evento asociado a un fenómeno morfodinámico, específicamente el del día 06/04/2024 a las 17:19:46 UTC. Dicho procesamiento incluyó la aplicación de las metodologías propuestas para el análisis del ruido sísmico, como se muestra a continuación.

Se inició realizando una inspección visual del día completo de las dos (2) estaciones en las que se observaron los cambios de amplitud: estación R2A02 (Pequeños Exploradores) y estación R88F4 (La Estrella), esto con el fin de reconocer las horas previas y posteriores al evento. La observación del ruido instrumental de cada sensor, al igual que del ruido base de las estaciones de acuerdo a la hora del día, puede dar información relevante para el análisis de las señales; un ejemplo de ello es que en ambos sensores se observa una disminución de ruido en un rango de horas entre las 03:00 UTC y las 09:00 UTC, es decir, las 22:00 y las 04:00 hora local, que coinciden con los rangos en que menor ruido ambiental se registra; para las horas previas y posteriores a este rango, el ruido incrementa, lo que dificulta observar un cambio de amplitud notorio en el rango temporal del posible evento.

Por otro lado, parte del procesamiento consiste en la implementación del método de Fourier, que requiere el recorte y tratamiento previo de la señal; para lo anterior, se generó un código que permite cortar la traza con un tiempo de duración preliminar de 21 segundos antes y 24 segundos después de que se observa que el ruido base es superado por el cambio de amplitud; para este caso en específico, se realizó un recorte con origen inicial en: 2021-04-06 17:19:25 y origen final en: 2021-04-06 17:20:10. Una vez la señal fue previamente cortada con una duración establecida, se procedió al tratamiento de la misma. Este proceso inició aplicando parámetros que permiten una mejor visualización de la traza, tales como conversión de unidades de acuerdo a la respuesta de sensibilidad del instrumento y remoción de tendencias. Se da inicio removiendo tendencias media y lineal, las cuales permiten generar un análisis más conciso de las características y patrones relevantes de la señal.

Una vez se obtuvo la traza procesada, se realizó un análisis espectral con el fin de detectar las frecuencias dominantes en la señal, toda vez que esto permite aplicar filtros para mejorar su calidad, y posteriormente, la posibilidad de caracterizar su estructura con base en su rango frecuencial. La detección de las frecuencias dominantes se basó en aplicar el método de la Transformada Rápida de Fourier o *Fast Fourier Transform* (FFT, por sus siglas en inglés), el cual permite calcular las diferentes resoluciones de la Transformada de Fourier Discreta o *Discrete Fourier Transform* (DFT, por sus siglas en inglés). Ésta transforma una señal en el dominio del tiempo a su dominio en función de la frecuencia (Tary (2014)); para ello, se ingresaron parámetros como el NFFT, el cual indica el número de puntos de la FFT. Para este caso específico, se usaron tamaños de ventana en potencia de 2 (256, 512 y 1024) y se resalta que a mayor valor de NFFT, mayor resolución en frecuencia se halla. Otro parámetro importante es el *overlap*, el cual divide la señal en segmentos o ventanas y posteriormente los traslapa, permitiendo mejorar la resolución

temporal. Generalmente tiene valores del 50 % de la NFFT, por lo se usaron valores de overlap de 50, 256 y 512 datos, respectivamente.

Con base en las pruebas mencionadas, se obtuvo un rango estimado de frecuencias de la señal entre 2 y 5 Hz. Con dicha información, se procede a filtrar la señal inicial con el rango de frecuencias mencionado, con un filtro pasabandas o *bandpass*, el cual permite que pasen las frecuencias dentro del rango estimado y atenúa las frecuencias fuera de éste. Posteriormente, se volvió a realizar el análisis espectral con los mismos parámetros de NFFT y *overlap*, con el fin de tener una mejor resolución del dato procesado; en la gráfica se logró observar una forma característica en las frecuencias dominantes, con mayor exactitud en la estación R88F4 (Figura 9.4). Lo observado podría ser consistente con lo propuesto por (?), donde indica que en un rango frecuencial entre 1 a 3 Hz se pueden observar espectrogramas de forma triangular para eventos morfodinámicos.

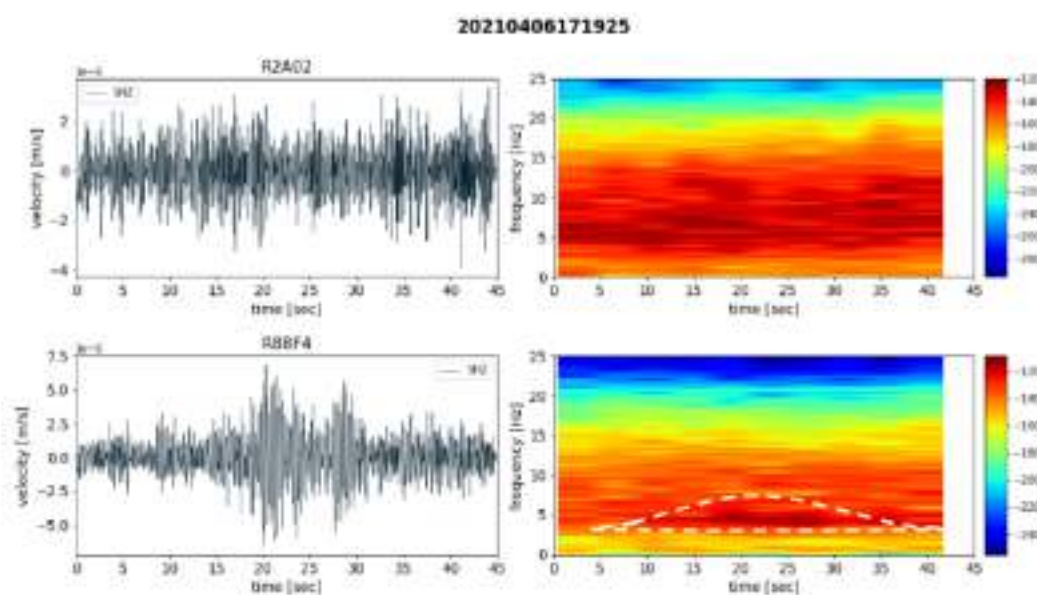


Figura 9.4: Análisis espectral de la señal procesada y filtrada con rango de frecuencias entre 2 y 5 Hz. Se resalta la forma característica observada en la estación R88F4.

Finalmente, para el estudio del ruido sísmico en la estación San Antonio de Prado (SAP), se analizaron las señales sísmicas correlacionables con cuatro (4) eventos de precipitación registrados por la estación pluviométrica 418-Montañita, categorizados como Muy Fuertes (MF) debido a que se encuentran dentro del percentil 75 de acumulado de acuerdo a los históricos de la estación y dentro del percentil 50 en términos de duración. Para este análisis, se tomaron recortes de 200 segundos con 100 segundos antes y después de la fecha de inicio del evento de precipitación, y se aplicaron remociones de la tendencia promedio y lineal. En la Figura 9.5 se observa el espectrograma de uno de los eventos MF del día 26 de agosto de 2022 con hora de inicio del evento 06:59:00 UTC, en donde se observa una concentración de frecuencias dominantes por debajo de 1 Hz, aproximadamente 30 segundos después del inicio del evento.

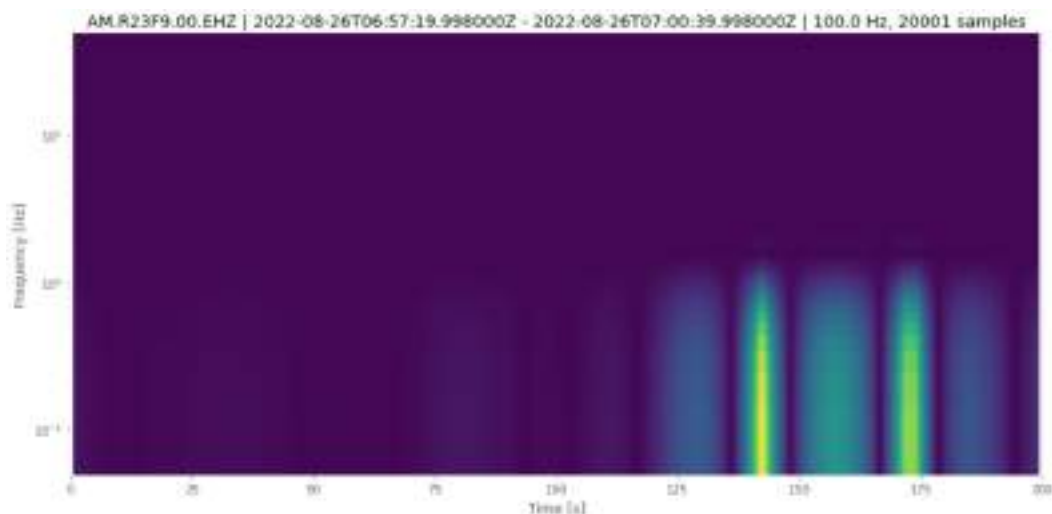


Figura 9.5: Espectrograma de la señal procesada de la estación San Antonio de Prado (SAP) durante el inicio de un evento de precipitación caracterizado como Muy Fuerte (MF).

Se propone para el siguiente mes, caracterizar con mayor detalle las señales con base en la aplicación de metodologías realizada, con el fin de correlacionar las frecuencias estimadas con estudios previos que permitan la caracterización y relacionar esta señal con eventos de lluvia registrados por pluviómetros cercanos a las estaciones R2A02 y R88F4.

WP1.2.7. (Mov. Masa) Evaluación de umbrales de lluvia como detonantes de movimientos en masa

Mediante el uso de información histórica de lluvia de alta resolución, se pretende definir niveles de acumulación de precipitación que están asociados a la ocurrencia de movimientos en masa en la región metropolitana.

Durante el mes de septiembre, se avanzó en la espacialización de la lluvia acumulada utilizando la información de la red pluviométrica del proyecto SIATA, complementada con los datos del radar meteorológico. Se evaluaron diversas metodologías de interpolación para integrar ambos conjuntos de datos y generar un mapa preciso de lluvia acumulada. Entre las opciones analizadas, el modelo Kriging Simple con Medias Locales (SKLM) mostró un rendimiento sobresaliente, al combinar eficazmente los datos de los pluviómetros y el radar en todo el Valle de Aburrá. Esta metodología permitió evaluar de manera más precisa los umbrales de probabilidad de lluvia crítica refinados en meses anteriores y generar un mapa espacial detallado de las zonas con mayor probabilidad de activación de movimientos en masa en el Valle de Aburrá.

WP1.2.8. (Mov. Masa, Incendios) Evaluación de umbrales de humedad en el terreno como detonantes de eventos

Las tareas de evaluación de umbrales de humedad como detonantes de eventos se complementan con la actividad WP2.3.6 dentro del componente de la Ruta del Dato. Se recomienda una lectura conjunta de las actividades para una comprensión más amplia.

El análisis incluyó sensores de humedad cercanos a zonas afectadas por movimientos en masa, donde se clasificó el comportamiento histórico del contenido volumétrico de agua en cinco categorías: muy bajo, bajo, normal, alto y muy alto, definidas a partir de análisis percentiles basados en estos históricos. Se buscó correlacionar estos patrones de humedad con eventos del inventario de movimientos en masa, evaluando la capacidad de los sensores para detectar perturbaciones o variaciones relacionadas con los deslizamientos. También se analizaron tendencias mensuales y su significancia estadística.

Se consideraron tres (3) sensores con registros históricos durante eventos de movimientos en masa en un radio menor a 1.5 km: La Bermejala, La Sanín y Montañita. En general, los sensores mostraron limitaciones espaciales significativas, ya que no se detectaron patrones a distancias mayores de 400-500 m. En el caso de Montañita, se observó un comportamiento de humedad ‘muy alto’ prolongado por al menos 8 días, en los días previos al deslizamiento del 4-5 de abril de 2022. Esto dio mejores indicios debido a que el sensor estaba ubicado directamente sobre el movimiento en masa monitoreado. Por el contrario, los sensores a distancias mayores de 800 m no percibieron perturbaciones claras (La Sanín y Bermejala).

Adicionalmente, el análisis de tendencias indicó que en los meses de mayor precipitación, el contenido de humedad mostró una tendencia positiva con tasas de cambio más considerables, las cuales, tras una saturación progresiva, coincidieron temporalmente con la ocurrencia de movimientos en masa cercanos; esto se observó en La Bermejala. La Sanín fue donde menos se encontraron patrones de humedad ligados a movimientos en masa.

WP1.2.9. (Mov. Masa, Sismos) Modelación de la estabilidad de laderas

Se actualizó el inventario de procesos morfodinámicos consolidado durante el mes anterior, utilizando sobrevuelos recientes en la cuenca de La Despensa. Esto permitió generar nuevamente el mapa de susceptibilidad previamente presentado mediante técnicas de machine learning. Además, los recorridos de campo permitieron una descripción más detallada de las unidades geomorfológicas, geológicas y superficiales. Estos nuevos datos serán clave para refinar la delimitación de las unidades geotécnicas, mejorando la precisión del modelo SHALSTAB en la evaluación de la inestabilidad, y ajustando los resultados obtenidos en agosto.

WP1.2.10. (Mov. Masa, Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo del riesgo sísmico

Para la evaluación del riesgo sísmico (cuantificación de las afectaciones por sismos) se requieren modelos de amenaza (intensidades generadas por los sismos), exposición (descripción de la infraestructura) y vulnerabilidad (propensión al daño de los elementos expuestos). En esta actividad se recopila y analiza información que permite actualizar y/o generar los insumos necesarios para la evaluación del riesgo sísmico. El conocimiento de la amenaza sísmica, además, es un insumo necesario para el análisis de movimientos en masa detonados por sismos.

Con relación a la **amenaza sísmica** del territorio, durante el mes de septiembre se continuó con el monitoreo de eventos registrados por las redes acelerográfica, sismológica y de monitoreo estructural.

- Se registraron 30 eventos sísmicos en la red acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA). La mayor aceleración registrada fue de 5.50 cm/s^2 en la estación SOL (Fundación Solidaridad por Colombia, Medellín - Antioquia) generada por el evento del 12 de septiembre de 2024 a las 08:34:31 hora UTC, originado en Yalí (Antioquia) con magnitud 4.5. Sin embargo, ninguno de los eventos generó intensidades significativas que ameritaran la elaboración de reporte de evento sísmico.
- En la red de microsismicidad se registraron 25 de los 30 eventos sísmicos identificados en la red acelerográfica. La mayor velocidad registrada de dichos eventos fue de 0.0327 cm/s en la estación TOR (Torre SIATA, Medellín - Antioquia), por el sismo originado en Yalí (Antioquia) el 12 de septiembre de 2024 a las 08:34:31 hora UTC, con magnitud 4.5.
- Se registró un evento sísmico en la red de monitoreo estructural ocurrido el 12 de septiembre a las 08:34:31 UTC, de magnitud 4.5 y con epicentro en Yalí - Antioquia. La máxima aceleración registrada en esta red durante el evento en mención fue de 5.4 cm/s^2 en el edificio CAM Itagüí Ejecutivo. Sin embargo, este sismo no fue lo suficientemente significativo para generar los reportes del sistema de alerta estructural de edificios.

Los detalles más importantes de los eventos registrados en las tres redes de monitoreo sísmico se pueden encontrar en el [Reporte de eventos sísmicos del mes de septiembre de 2024](#).

Para esta vigencia se seleccionó Sabaneta como municipio piloto para analizar la influencia del **modelo de exposición** (características de la infraestructura) en la evaluación del **riesgo sísmico**. Como base o punto de partida, se tiene el desarrollado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Los Andes en su “Estudio de Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá” (?), y se ha trabajado en la actualización de dicho modelo empleando información proveniente de diferentes fuentes, tales como el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 (DANE, ?), imágenes satelitales y la base de datos catastral del municipio.

Durante el mes anterior se determinaron zonas de atributos combinados (ZAC) o zonas homogéneas, las cuales se obtienen al combinar atributos como el uso, el estrato y la altura de las edificaciones. Por ejemplo, aquellas zonas compuestas de estructuras de baja altura, bajo estrato y uso residencial, van a tener una distribución similar de materiales, sistema de resistencia de cargas laterales y ductilidad o calidad de construcción, las cuales son características relevantes al momento de relacionar la capacidad que tienen las estructuras de resistir las cargas sísmicas. Durante el mes de septiembre se avanzó en la determinación de estas características para aquellas estructuras que serán agregadas al modelo de exposición, por medio del levantamiento de información por inspección visual usando la herramienta Google Street View. El procedimiento empleado consiste en, para cada ZAC, tomar una muestra de estructuras de las que se tenga posibilidad de visualizar su fachada y, en lo posible, elementos que permitan determinar probable material de construcción, sistema de resistencia de cargas laterales y asociar un nivel de ductilidad o calidad de construcción. Para cada estructura inspeccionada se toma una captura de pantalla como se muestra en la Figura 9.6 y se llena la información recopilada en una hoja de cálculo. Hasta el momento, por medio de esta metodología se ha levantado información suficiente para asignar a 314 estructuras (cerca del 25 % del total) que se agregarán al modelo de exposición.



Figura 9.6: Ejemplo de edificaciones inspeccionadas de manera virtual para la asignación de las características de interés para la construcción del modelo de exposición.

WP1.2.11. (Sismos) Actualización y/o generación de insumos para el cálculo de afectaciones en edificios

Para cada edificio de la red de monitoreo estructural del proyecto SIATA, se tienen definidos umbrales para la emisión de alarmas cuando ocurren sismos en el territorio. En esta actividad se realiza una revisión y/o actualización de los umbrales a medida que nuevos eventos significativos son registrados por las redes de monitoreo del proyecto.

En la Figura 9.7 se muestra la localización de 101 eventos sísmicos ocurridos entre el 1 de enero de 2019 y el 30 de septiembre de 2024, registrados por la instrumentación sísmica instalada en los edificios pertenecientes a la red de monitoreo estructural. Con esta información se realizó la revisión y/o actualización de los umbrales definidos para los indicadores del sistema de alerta estructural. Estos indicadores son: la aceleración pico efectiva del terreno (PGA), la variación de la frecuencia (VF) y la probabilidad de excedencia de estados de daño en una curva de fragilidad (CF), los cuales pueden revisarse en detalle en el documento [Definición de umbrales para alertas basadas en los datos registrados por la red de monitoreo estructural](#).

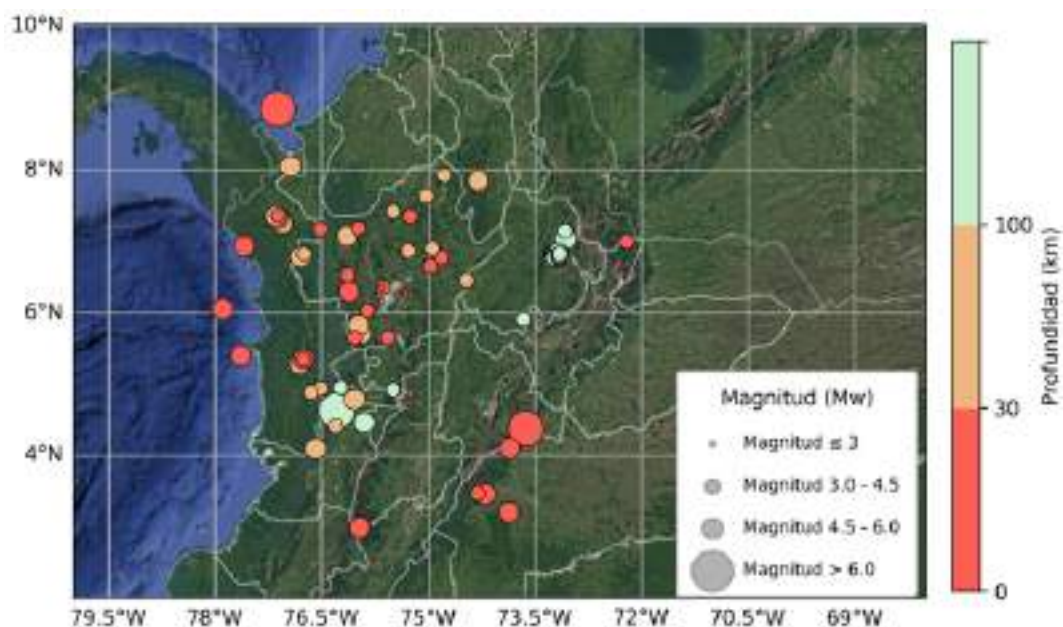


Figura 9.7: Localización de eventos sísmicos registrados en los edificios pertenecientes a la Red de Monitoreo Estructural del proyecto SIATA. Localización y magnitud tomadas del Servicio Geológico Colombiano.

En la Figura 9.8 se muestra un ejemplo para el cálculo del PGA y CF, obtenidas para la totalidad de eventos sísmicos registrados en el edificio Torre SIATA. Estos indicadores se estiman con las estaciones ubicadas en la base del edificio y tienen como respaldo aquellos ubicados en los pisos inferiores.

En la Figura 9.9 se muestra ejemplos para el cálculo de la VF obtenidas para la totalidad de eventos sísmicos registrados en el edificio Legislativo de la Alcaldía de Itagüí y la Alcaldía de La Estrella. Este indicador se estima relacionando las estaciones ubicadas en los niveles superiores y la base de los edificios.

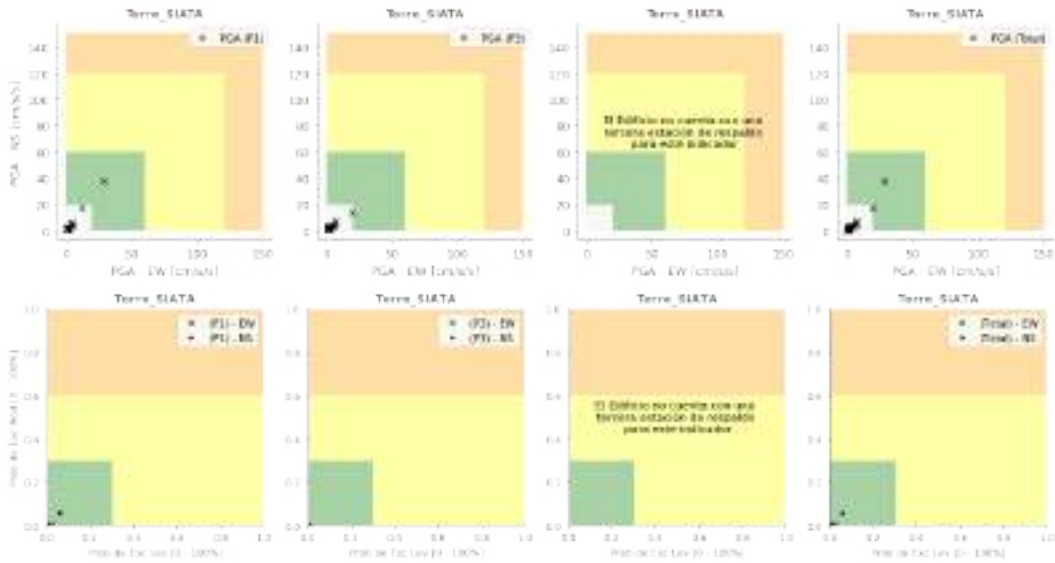


Figura 9.8: Ejemplo de la revisión de los registros históricos y el cálculo de los indicadores PGA (superior) y CF (inferior) en el edificio Torre SIATA. El evento sísmico más representativo corresponde al ocurrido el 2024-02-28 07:05:13 (hora UTC). Magnitud 4.0 y epicentro en Bello – Antioquia.

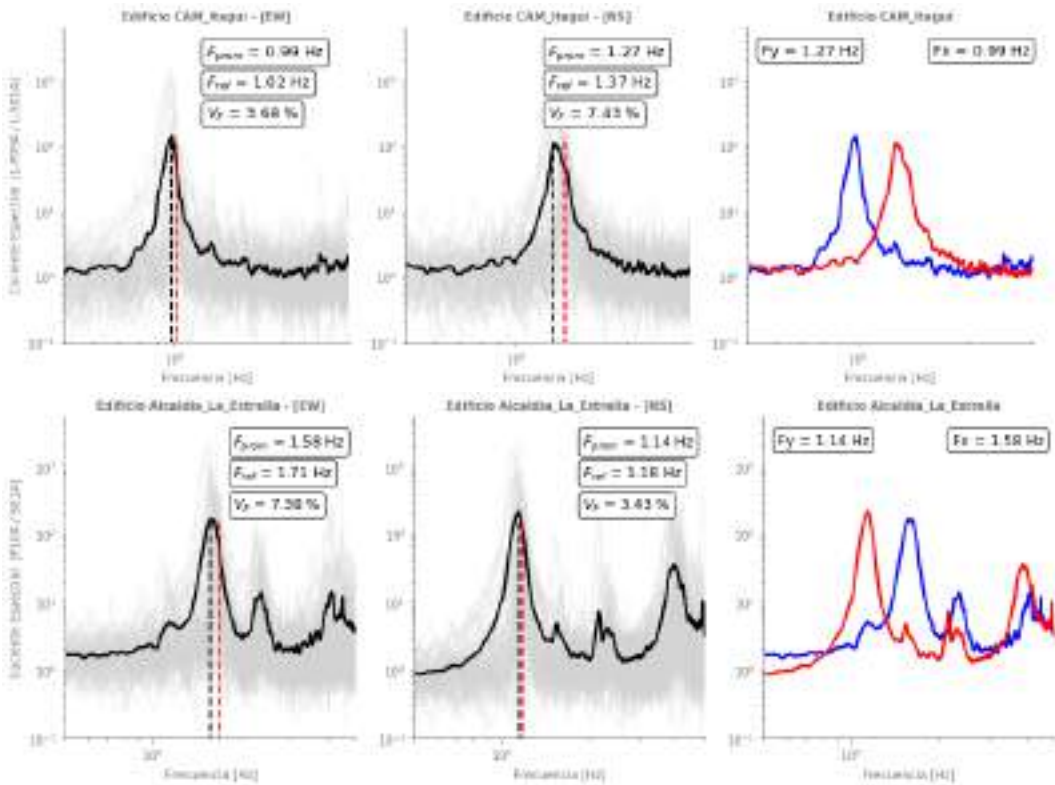


Figura 9.9: Ejemplo de la revisión de los registros históricos y el cálculo del indicador VF para el edificio Legislativo de la Alcaldía de Itagüí (superior) y la Alcaldía de La Estrella (inferior).

Hasta la fecha, ningún evento sísmico ha generado variaciones en los análisis estadísticos realizados durante la definición de los umbrales para los indicadores de daño y en ninguno de los edificios de la red de monitoreo estructural, tampoco se ha tenido evidencia de cambios en su estado natural a través de los análisis a los registros de vibración ambiental; por tanto, los valores umbrales seguirán operativos como ya se han definido previamente (ver Tabla 9.1).

Tabla 9.1: Esquema para la emisión de alertas posterior a eventos sísmicos basadas en indicadores y umbrales de daño definidos para la red de monitoreo estructural.

Nivel de Alerta	PGA (cm/s^2)	V_F (%)	Curva de Fragilidad
1	≤ 60	0 - 8	Prob. de excedencia de daño leve $\leq 30\%$
2	60 - 120	8 - 25	Prob. de excedencia de daño leve $>30\%$ & Prob. de excedencia de daño moderado $<60\%$
3	>120	>25	Prob. de excedencia de daño moderado $>60\%$

WP1.2.12. (Calidad del aire) Seguimiento, caracterización y evaluación de variables de escala local y global relacionadas con la calidad del aire

Esta actividad comprende el monitoreo de variables atmosféricas para un conocimiento detallado del estado de la calidad del aire, y con esto se favorezca el entendimiento de los procesos físicos que intervienen en su comportamiento espacial y temporal. El seguimiento continuo de los indicadores de calidad de aire del territorio es un insumo para la toma de decisiones oportunas, orientadas a la prevención, reducción y control de la emisión, así como evitar la exposición en caso de que los niveles de contaminación alcancen concentraciones que puedan afectar la salud de la población.

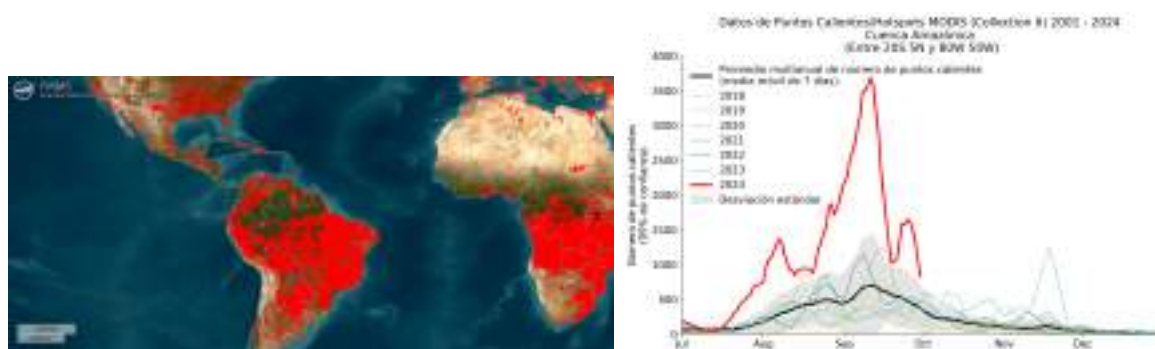
Aproximación a fuentes de contaminación atmosférica a partir de especies carbonáceas

Durante el mes de septiembre de 2024 se realizó el seguimiento de fuentes externas de contaminación atmosférica, específicamente las relacionadas con la ocurrencia y posible afectación a la calidad del aire local, debido a incendios regionales de cobertura vegetal. Para tal fin se hizo seguimiento permanente a los registros de puntos calientes/hotspots probablemente asociados a incendios de cobertura vegetal, obtenidos de la plataforma *Fire Information for Resource Management System (FIRMS)* con un nivel de confianza mayor o igual al 95 %, en la cuenca del Amazonas (Figuras 9.10 (a) y (b)), debido a que durante el segundo semestre del año se presenta una gran cantidad de puntos calientes en esta región según el promedio multianual, de igual forma, las trayectorias de las masas de aire que se dirigen al Valle de Aburrá provienen de esta región del continente. Se realiza también el seguimiento de las mediciones locales de black carbon, cuyo equipo (etalómetro), permite diferenciar el aporte por quema de biomasa, estimando así el posible impacto a la calidad del aire del Valle de Aburrá, asociado a quema de cobertura vegetal que pudo haber llegado a esta región. Los etalómetros unidos a los analizadores de carbono total, que hacen parte de la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, son fundamentales para evaluar la materia carbonácea y estimar las posibles fuentes de emisión.

En la Figura 9.10 es posible observar que para el mes de septiembre, la ubicación de los puntos calientes/hotspots en el norte de Suramérica tuvo una distribución similar a la que tuvo el mes anterior, estando concentrados en el centro, sur y occidente de la cuenca amazónica, con un gran número de puntos calientes, en Bolivia, Perú y Brasil (Figura 9.10 (a)), regiones que están muy distantes del valle de Aburrá, por lo que no se han registrado afectaciones locales significativas, a la calidad del aire, asociadas a estas

fuentes de contaminación externa. A pesar de que la distribución espacial de los puntos calientes es acorde con lo esperado de acuerdo al ciclo normal de incendios en la Amazonía, la cantidad de estos durante el mes de septiembre de 2024, ha sobrepasado ampliamente los registros de los años anteriores, siendo la primera semana de septiembre la semana con mayor número de puntos calientes para esta región, que se han reportado con el sensor MODIS desde que éste entró en operación en el 2000.

Adicionalmente se mantuvo el seguimiento diario a las masas de aire que ingresan al Valle de Aburrá a partir de un análisis de retrotrayectorias. Durante el mes de septiembre no se evidenciaron ingresos de masas de aire desde lugares con presencia de incendios de cobertura vegetal o con carga contaminante importante, asociado a quema de biomasa, análisis que se realiza a partir del espesor óptico de aerosoles -AOD- (el cual es un valor adimensional que representa una aproximación a la carga de partículas en la atmósfera).



(a) Visualización de puntos calientes a través de la plataforma FIRMS para el mes de septiembre de 2024. (b) Ciclo multianual del número de incendios de cobertura vegetal o puntos calientes en la cuenca del Amazonas para el segundo semestre del 2024.

Figura 9.10: Seguimiento a los hotspots/incendios en el norte de suramérica para el mes de septiembre del 2024.

Por otra parte, con el fin de identificar la posible afectación por la quema de biomasa, en la calidad del aire en el Valle de Aburrá, se continuó con el seguimiento de las concentraciones de aerosoles carbonáceos mediante los analizadores de Carbono Total (Total Carbon Analyzer) y de Black Carbon (Etalómetro). Los resultados permiten evidenciar que en el mes de septiembre no se registraron aumentos significativos en la contribución porcentual por la quema de biomasa en las concentraciones de Black Carbon, en ninguno de los tres puntos de medición. Únicamente, entre el 16 al 20 de septiembre se presentaron aportes de alrededor del 30 % debido a quema de biomasa en la estación Itagiú - Casa de Justicia. Esta situación pudo obedecer a las dinámicas locales de cada punto de medición y no representa necesariamente una condición general del territorio metropolitano.

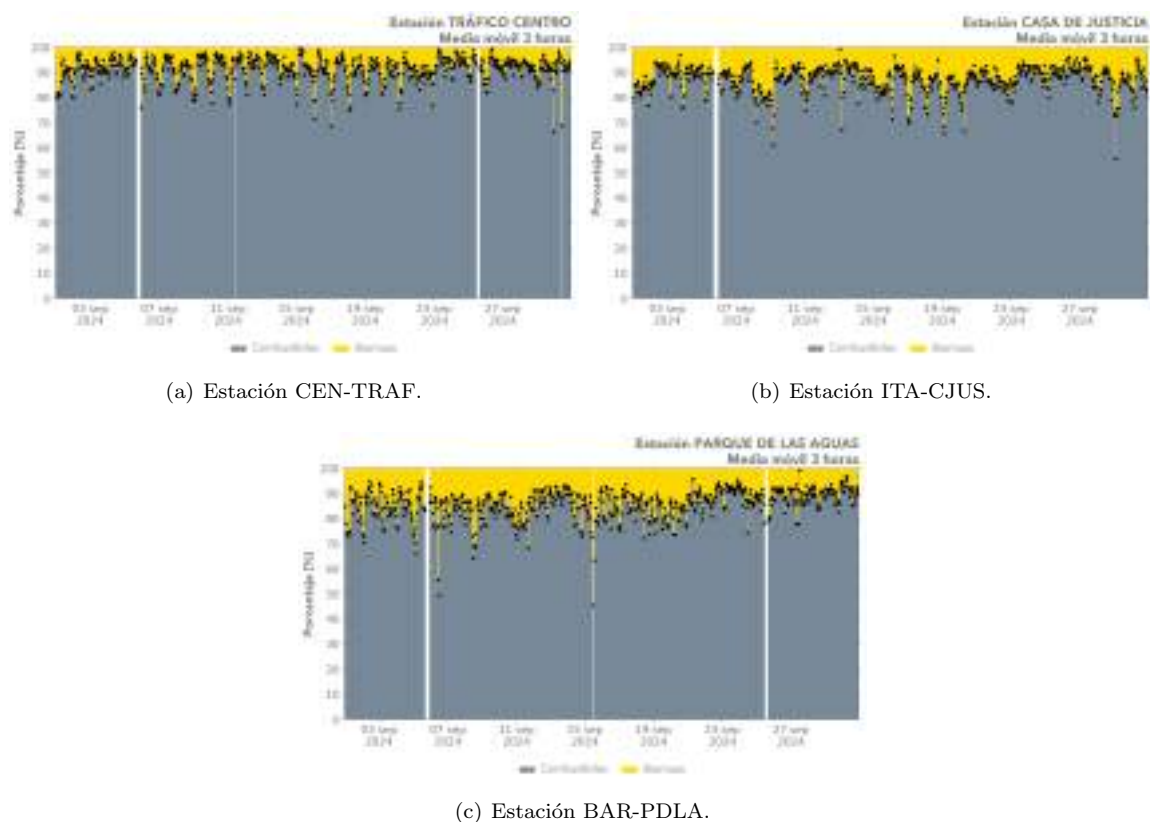


Figura 9.11: Contribución porcentual asociada a quema de combustibles fósiles y a quema de biomasa en las concentraciones de Black Carbon en las estaciones CEN-TRAF, ITA-CJUS y BAR-PDLA para el mes de septiembre de 2024.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la relación entre las concentraciones de carbono orgánico y carbono elemental (relación OC/EC), mostrados en la Figura 9.12 (a) para la estación CEN-TRAF, se observa un predominio de emisiones primarias durante la mayor parte del día, así como aportes de aerosoles orgánicos secundarios derivados principalmente de emisiones vehiculares especialmente en las horas de la noche y madrugada, sin evidenciar claramente afectaciones por fuentes externas. En cuanto a esta misma relación en la estación ITA-CJUS, predominan los aerosoles orgánicos secundarios, sin evidenciar tampoco afectaciones por fuentes externas.

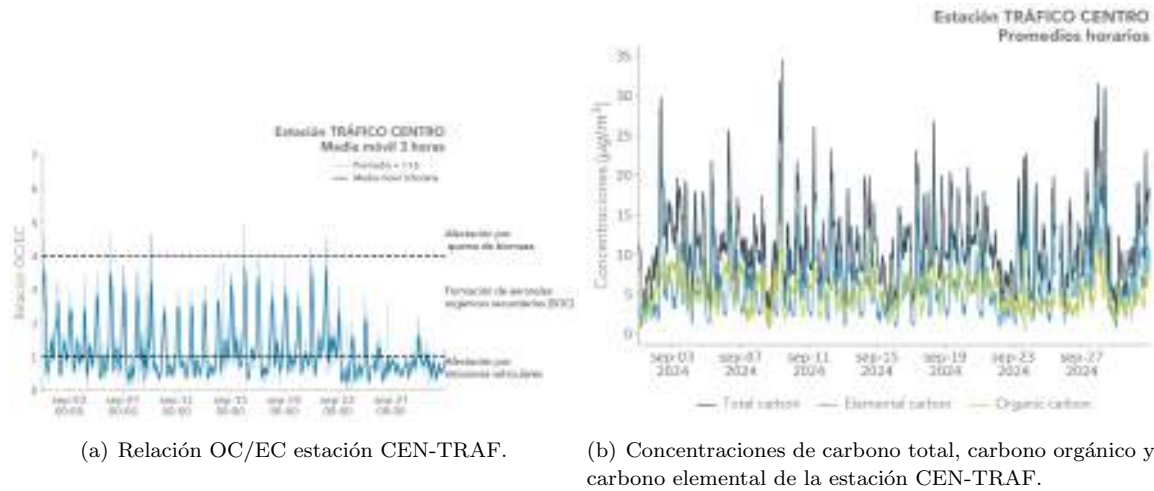


Figura 9.12: Resultados asociados al monitoreo de carbono total, carbono elemental y carbono orgánico durante el mes de septiembre de 2024 en la estación CEN-TRAF.

Especiación de aerosoles Carbonáceos

Con el método del trazador BC (Black carbon) se dividió también el Carbono Orgánico (OC) entre carbono orgánico primario (POC) y secundario (SOC), de manera semejante como se hizo con la absorción debida a BrC (Brown carbon) primario y secundario. El modelo es planteado de la siguiente manera:

$$POC(t) = \left(\frac{OC}{BC}\right)_{prim} * BC(t) \quad (9.1)$$

De esta manera, el SOC es la diferencia entre el OC total y POC, así:

$$SOC(t) = OC(t) - POC(t) = OC(t) - \left(\frac{OC}{BC}\right)_{prim} * BC(t) \quad (9.2)$$

El término $(OC/BC)_{prim}$ depende de la fuente de emisión, por lo que en Ivančič et al. (2022), trabajo que se está usando como referencia para este ejercicio, proponen hallar una relación diferente para cada temporada del año. Sin embargo, el uso de esta aproximación en el Valle de Aburrá estaba conduciendo a resultados negativos para algunos meses, por lo que se propuso una modificación a esta metodología, estimando una relación $(OC/BC)_{prim}$ para cada mes de medición, esto con el objetivo de tener en cuenta las variaciones que pueda existir en las fuentes, como es el caso de los incendios forestales, pues la aproximación anterior generaliza las condiciones por trimestre y es sabido que para el Valle de Aburrá éstas pueden cambiar considerablemente entre meses o entre las temporadas de diferentes años.

La estimación de la relación $(OC/BC)_{prim}$ es crucial para el método, y es a su vez el parámetro que más incertidumbre aporta a la especiación de los aerosoles carbonáceos a partir de métodos ópticos y térmicos como el CASS (Sistema integrado de monitoreo etalómetro-Carbono Total (TCA)) por lo que es necesario dedicar esfuerzos en la determinación de esta. Para este fin, en la literatura se proponen varias metodologías, siendo el método del Mínimo R-cuadrado uno de las más usadas. El principio de esta

metodología es suponer una relación $(OC/BC)_{prim}$ constante para cada temporada del año, además, supone que el POC y el EC tienen las mismas fuentes primarias de emisión por lo que están bien correlacionados, mientras que la correlación entre el EC y el SOC debería ser baja, debido a las diferentes vías de formación. Así pues, se estima el SOC para una gran cantidad de valores de $(OC/BC)_{prim}$ (de 0.1 a 10) y la relación seleccionada para cada mes del año es la que genera la menor correlación entre EC y SOC.

A continuación, en las Figuras 9.14 y 9.13 se muestran los resultados de este ejercicio para las estaciones CEN-TRAF e ITA-CJUS para los diferentes meses del año.

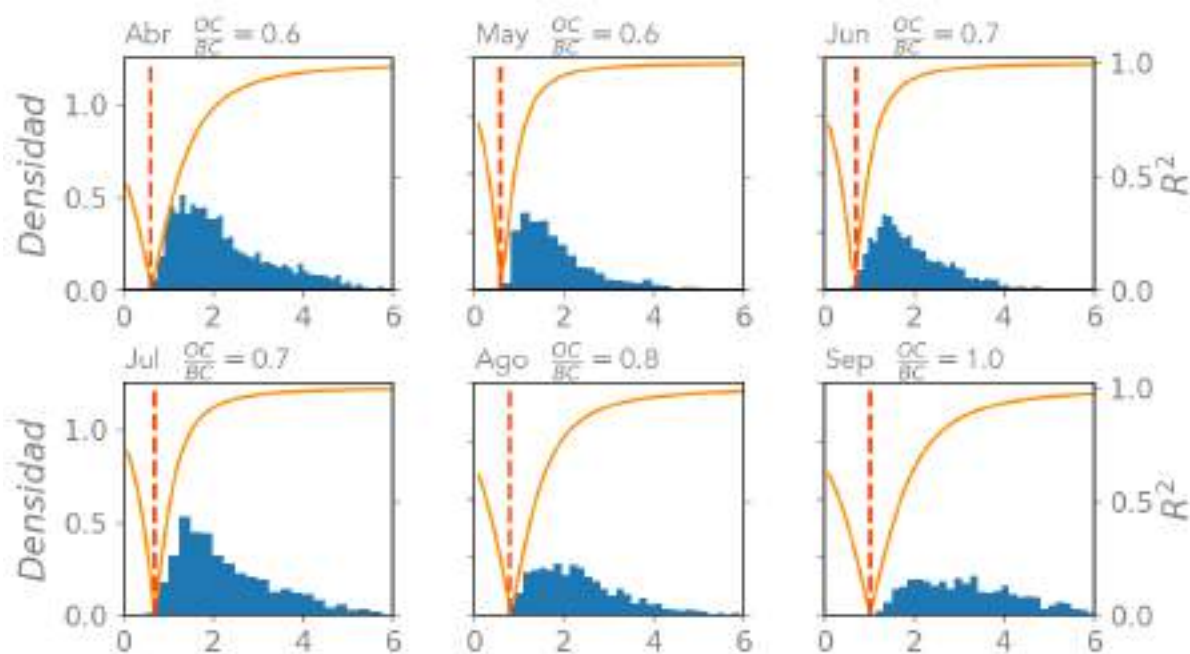


Figura 9.13: Resultados de la aplicación del método MRS para determinar el óptimo $(OC/BC)_{prim}$ en la estación ITA-CJUS. La curva naranja muestra el valor R^2 entre BC y SOC hipotético para cada $(OC/BC)_{prim_{hyp}}$, la relación óptima para cada mes se marca con la línea naranja vertical punteada

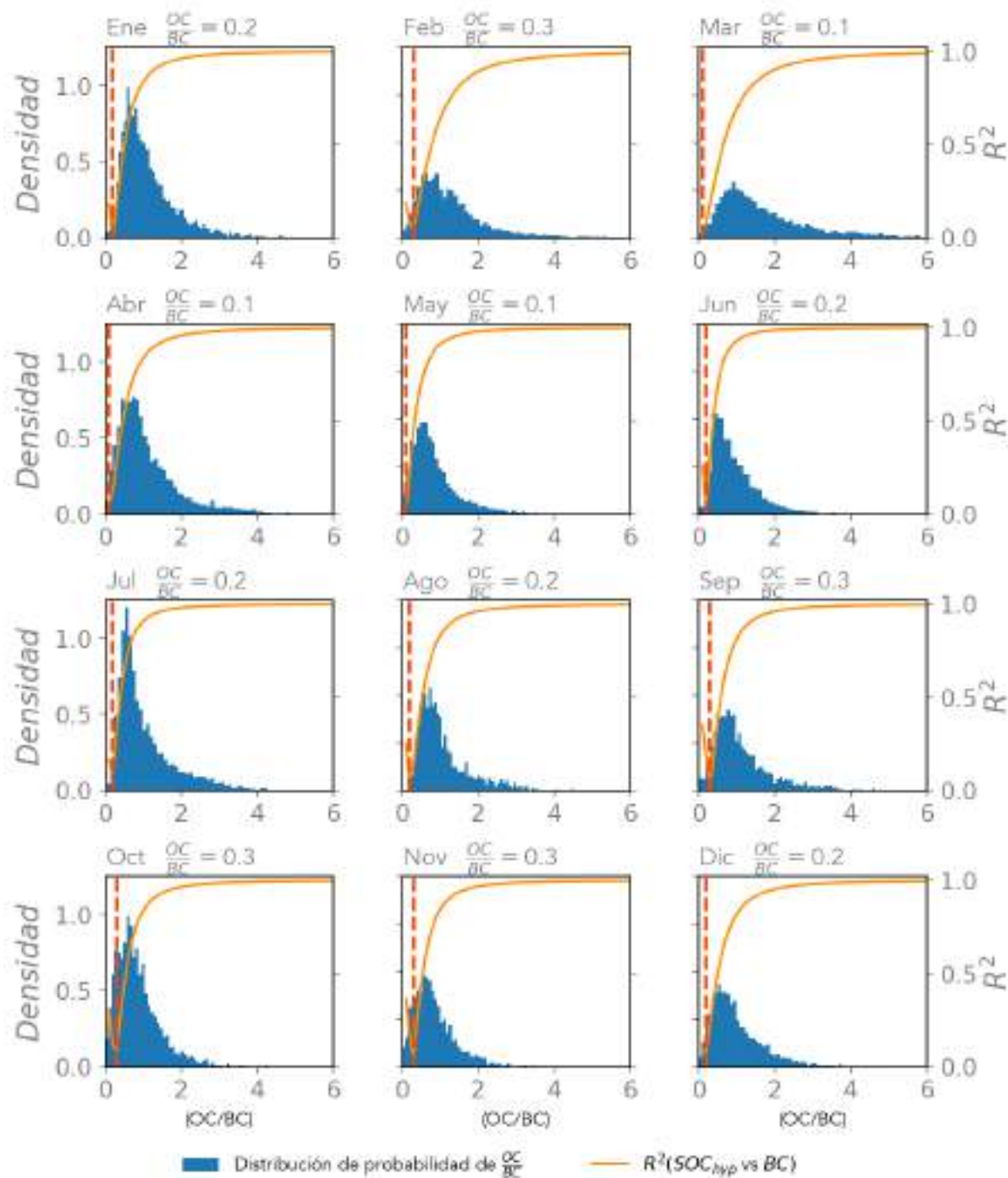


Figura 9.14: Resultados de la aplicación del método MRS para determinar el óptimo $(OC/BC)_{prim}$ en la estación CEN-TRAF. La curva naranja muestra el valor R^2 entre BC y SOC hipotético para cada $(OC/BC)_{prim_{hyp}}$, la relación óptima para cada mes se marca con la línea naranja vertical punteada

Tanto la relación óptima como las distribuciones reales de la relación OC/EC para las estación CEN-TRAF muestra valores mucho menores que en la estación ITA-CJUS, lo que sugiere en primera instancia, que la estación CEN-TRAF está expuesta a aerosoles principalmente primarios, mientras que ITA-CJUS cuenta con más presencia de aerosoles secundarios. Esto es coherente, pues la estación CEN-TRAF está ubicada en un sector con alto tráfico vehicular, por lo que está muy cerca a las fuentes de emisión, mientras que ITA-CJUS, puede tener más presencia de aerosoles con más tiempo de permanencia en la atmósfera, por lo que es posible encontrar más aerosoles secundarios.

Una vez se tiene la relación $(OC/BC)_{prim}$ óptima para cada mes, es posible hacer uso del modelo del trazador BC para dividir el Carbono orgánico en carbono orgánico primario y secundario. Este modelo se implementó para la estación CEN-TRAF, con lo cual fue posible obtener el POC y SOC para todo el histórico de datos. La Figura 9.15 muestra el ciclo diurno por temporada de estos compuestos. Se evidencia como el OC presenta generalmente dos picos durante el día, el primero en las horas de la mañana entre 6 y 9 de la mañana y el segundo entre las 4 de la tarde y las 7 de la noche. La diferenciación entre carbono orgánico primario y secundario permite evidenciar como el pico de la mañana es dominado por una producción primaria de carbono orgánico, mientras que en el pico de la noche la generación de compuestos secundarios juega un papel importante en la concentración total de aerosoles carbonáceos orgánicos, además, las noches son los momentos donde se ve mayor presencia de SOC en esta estación.

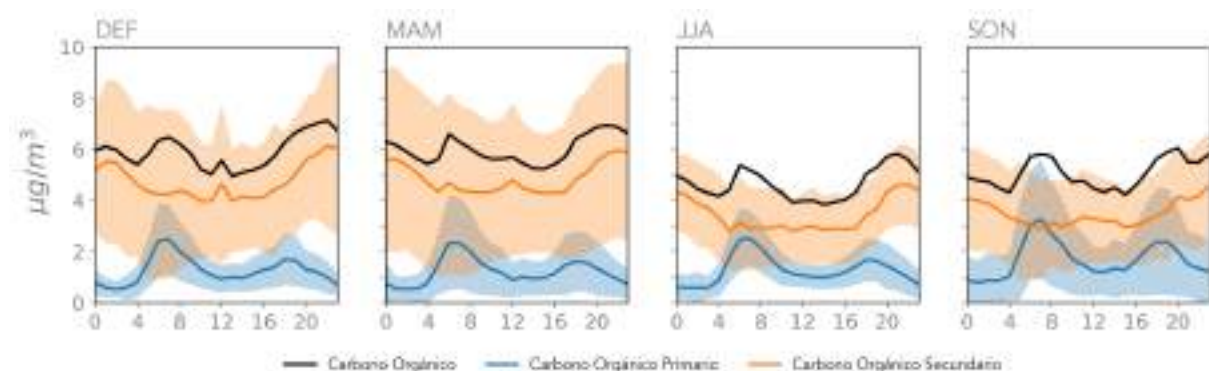


Figura 9.15: Ciclo diurno de la concentración de OC, SOC y POC para la estación CEN-TRAF para las diferentes temporadas del año. Resultados obtenidos a partir del método del trazador BC.

Estos resultados son consistentes con los encontrados en Ivančič et al. (2022), con la diferencia de que en este, en algunas temporadas del año el SOC presenta picos en la tarde, específicamente en las horas de mayor insolación, sin embargo, este comportamiento no se evidenció en los resultados para el Valle de Aburrá.

Red de Micrometeorología

Para el mes de septiembre se reportan los resultados asociados con la investigación planteada para explorar e identificar los mecanismos, tanto regionales como locales, involucrados en el ingreso de material particulado originado en posibles incendios de cobertura vegetal, principalmente en el noreste de Suramérica, que representan afectaciones por fuentes externas en la calidad del aire del Valle de Aburrá, mediante simulaciones con el modelo regional Weather Research and Forecasting (WRF). Durante este mes se realizó una simulación de aproximadamente un mes de duración para el año 2022 entre el 20 de

febrero y el 31 de marzo, periodo que comprende el primer episodio de gestión de calidad del aire de ese año.

Para esto se realizó un análisis inicial de los campos precipitación, campos de vientos en diferentes niveles, así como los campos de dos indicadores de turbulencia -cizalladura entre dos niveles para la turbulencia mecánica, y el índice delta teta, para la turbulencia térmica-. Con estas variables se realizó el promedio para todas las noches de la simulación así como las diferencias (anomalías) para las noches con posible afectación de fuentes externas, que fueron seleccionadas como aquellas en que se identifican porcentajes de Black Carbon-biomasa que superaran el 30 % en al menos una hora entre las 8 p.m. y las 4 a.m. A continuación se presentan los resultados:

En la Figura 9.16 se presentan el campo promedio de precipitación para la simulación, así como el campo entre el compuesto de las noches con afectación, menos el promedio (i.e. las diferencias/anomalías). Se puede identificar que las precipitaciones tienden a acumularse en la región suroriental del dominio de simulación. En el caso de las diferencias para los días con afectación, se puede identificar un patrón en el que tanto la zona norte, nororiente, y principalmente oriente y suroriente presentan una disminución en las precipitaciones con respecto al resto del periodo simulado, lo cual indica una condición interesante y que llama la atención teniendo en cuenta que la dirección de ingreso de masas de aire con carga de material particulado asociado a los incendios de cobertura vegetal generalmente se da desde estas regiones, lo que podría permitir inferir que es necesario que no haya precipitaciones para que ocurra un transporte efectivo de las plumas de los incendios, lo cual se podrá corroborar en posteriores análisis.

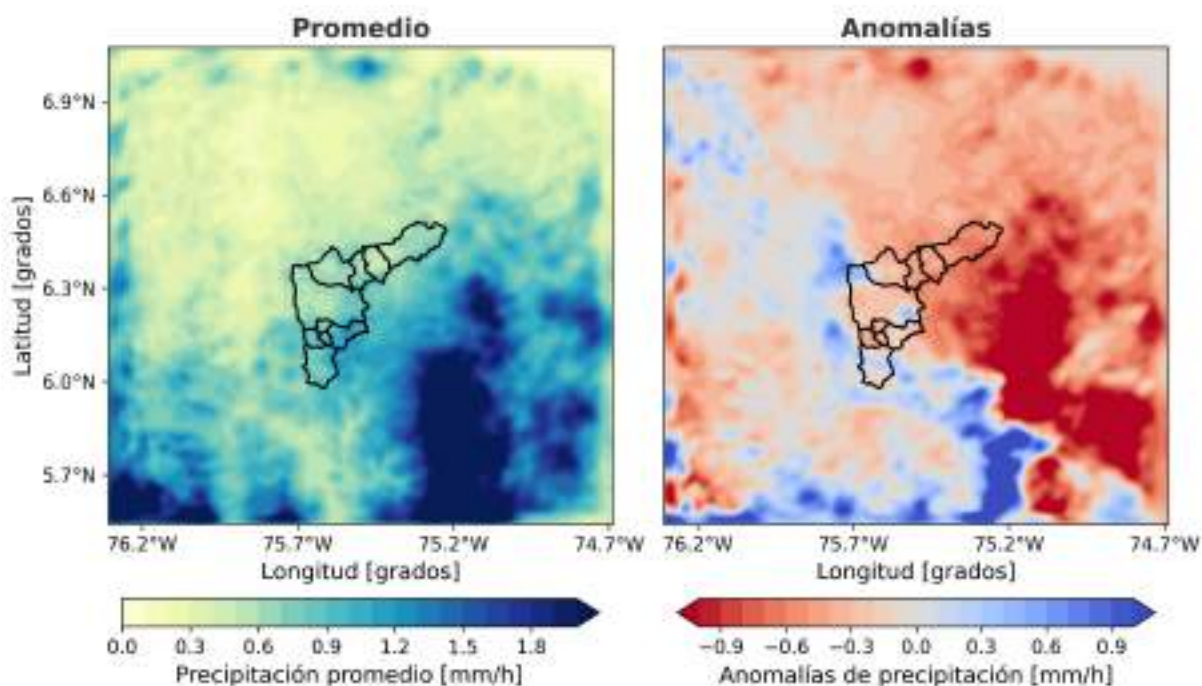


Figura 9.16: Precipitación promedio durante el periodo de simulación (izquierda) y anomalías de precipitación (derecha) durante las noches (8 p.m. a 4 a.m.) en las que posiblemente se presentaron afectaciones a la calidad del aire local por incendios regionales.

En la Figura 9.17 se presentan los vientos promedio en los niveles de 750 hPa y 600 hPa (aproximadamente

3500 y 4200 m respectivamente.), niveles en los se captura un comportamiento más regional y en que ya no se tendrían efectos de la topografía sobre la variable, además de ser posibles niveles en los que se podría presentar el transporte de las plumas de los incendios hacia el Valle de Aburrá. En el nivel de 600 hPa, el flujo es completamente desde el oriente con velocidades muy parejas sobre todo el dominio de alrededor de 2.2 m/s. Para el caso de las diferencias asociadas a las noches con afectación, se identifican los cambios más elevados en magnitud en las zonas suroccidental, noroccidental y en algunas regiones sobre el Valle, además, en las zonas suroccidental y sobre el Valle se identifican algunos cambios en la dirección del viento hacia el noroccidente. En el nivel de 750 hPa, los vientos provienen del noroccidente, y las magnitudes más elevadas se tienen en la zona oriental del dominio. En algunas regiones del Valle de Aburrá como en el distrito de Medellín y zona sur de la ladera occidental se identifica convergencia. Para las diferencias en este nivel se puede identificar que la magnitud del viento en las noches con afectación es más elevada en comparación con el promedio para los días simulados, principalmente en las zonas al suroccidente (similar a lo reportado para 600 hPa) del Valle de Aburrá y en el distrito de Medellín, en la ladera oriental, las variaciones en la dirección del viento tienden a ser ligeramente hacia el sur. Así, es posible identificar incrementos en la velocidad del viento en algunas zonas clave para el transporte como lo sería el oriente del Valle de Aburrá.

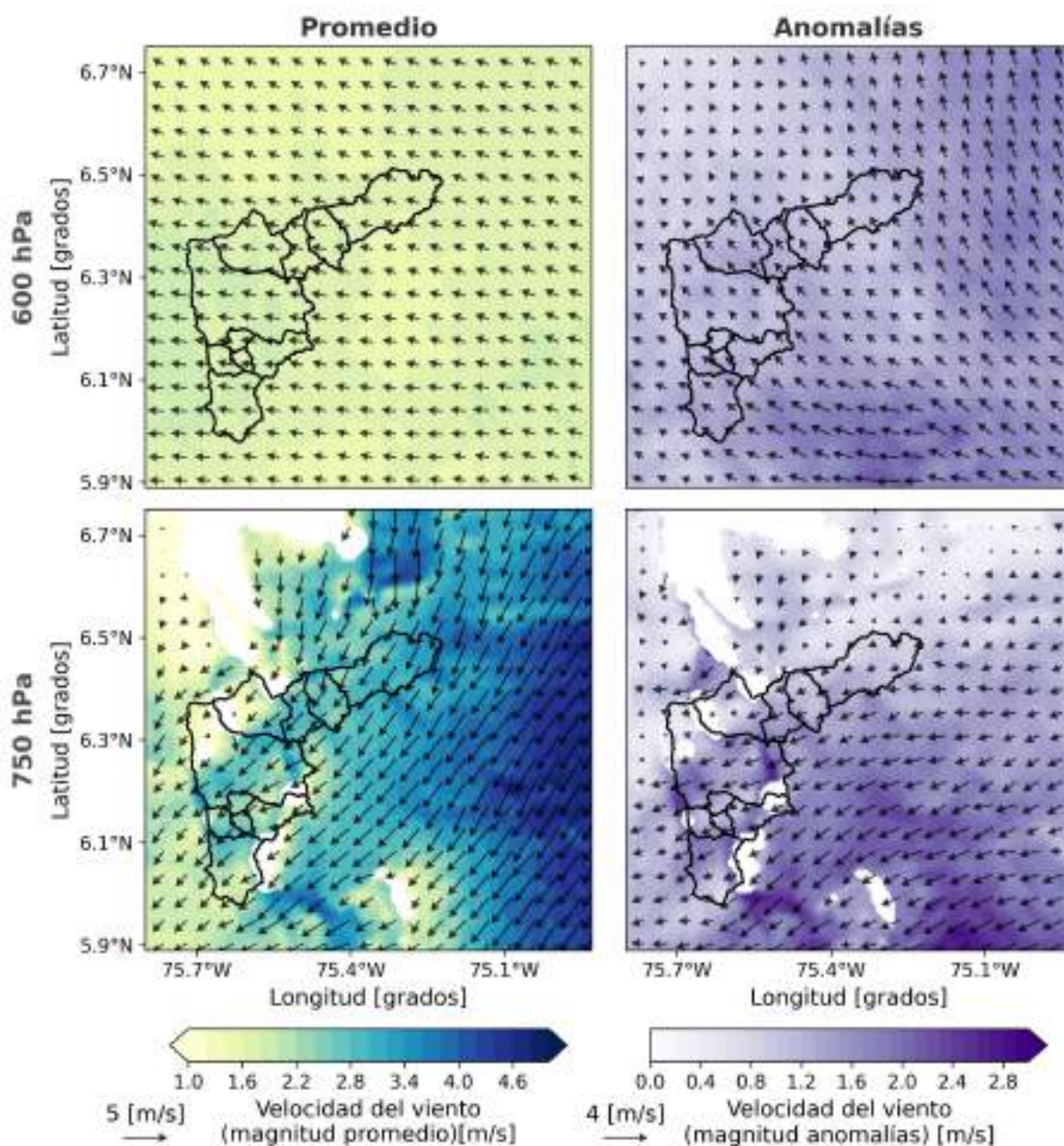


Figura 9.17: Vientos (flechas) y velocidad del viento (contornos) promedio para dos niveles en la vertical (paneles de la izquierda) y anomalías (derecha) durante las noches (8 p.m. a 4 a.m.) en las que posiblemente se presentaron afectaciones a la calidad del aire local por incendios regionales.

Finalmente, la Figura 9.18 presenta la cizalladura y sus diferencias con las noches con afectación, así como el índice de estabilidad y sus diferencias, en distintos niveles de la vertical, buscando representar el nivel por debajo de la altura de las laderas del Valle (más cerca a la superficie- entre 30 y 200 m.s.n.m.), el nivel de transición entre el Valle y la altura máxima de las laderas (500 y 1000 m.s.n.m.), y la atmósfera

sobre este nivel (1500 y 2000 m.s.n.m.). Nótese que los valores de cizalladura son positivos para los tres niveles analizados, indicando que la magnitud de la velocidad del viento incrementa con la altura para cada nivel. A su vez, los valores de cizalladura son más elevados mientras más lejos nos encontramos de la superficie. Para el nivel entre 30 y 200 m.s.n.m. los valores de cizalladura son más bajos para todo el Valle de Aburrá y la zona suroccidental del dominio, mientras que en los otros niveles, los valores son en general más consistentes en todo el dominio.

Para las diferencias asociadas a las noches con afectación, en los niveles de 30 y 20 m.s.n.m. así como en los niveles de 1500 y 2000 m.s.n.m. se identifica que las noches con afectación presentan valores de cizalladura más elevados sobre el Valle de Aburrá, la zona oriental y en general, sobre casi todo el dominio. En el nivel entre 500 y 1000 m.s.n.m se llama la atención sobre lo que ocurre en los municipios del norte, con valores de cizalladura más bajos en las noches con afectación, indicando magnitudes de los vientos más similares entre las dos alturas en este nivel para las noches con afectación.

Similar a lo descrito para la cizalladura, el índice de estabilidad promedio exhibe un incremento en los valores a medida que se sube en la vertical. Por su parte, el nivel más cercano a la superficie presenta valores cercanos a cero, con algunas zonas con valores que harían referencia a inestabilidad atmosférica, principalmente para el Distrito de Medellín. Para los dos niveles restantes los valores son positivos, indicando estabilidad atmosférica. Para el nivel más elevado, entre 1500 y 2000 m.s.n.m. los valores son más elevados indicando un gradiente de temperatura más marcado, y teniendo en cuenta los valores, indicaría una capa más estable. En el caso de las diferencias asociadas a las noches con afectación, en el nivel entre 30 y 200 m.s.n.m. se ve un patrón interesante con disminuciones en el índice para la zona suroriente (i.e. menos estable en las noches con afectación), en donde se describieron incrementos de los vientos (principalmente en 750 hPa) y la precipitación para las noches con afectación. Por su parte, se identifican aumentos en la mayor parte del Valle, es decir, las noches con afectación son más estables en esta capa entre 30 y 200 m.s.n.m. En el segundo nivel, entre 200 y 1000 m.s.n.m. se presentan disminuciones en el índice de estabilidad en todo el Valle de Aburrá, así como en la zona al oriente de Valle, indicando que las noches con afectación en este nivel serían menos estables. Finalmente, en el nivel entre 1500 y 2000 m.s.n.m. se tienen incrementos en el índice de estabilidad para las noches con afectación, indicando mayor estabilidad en este nivel.

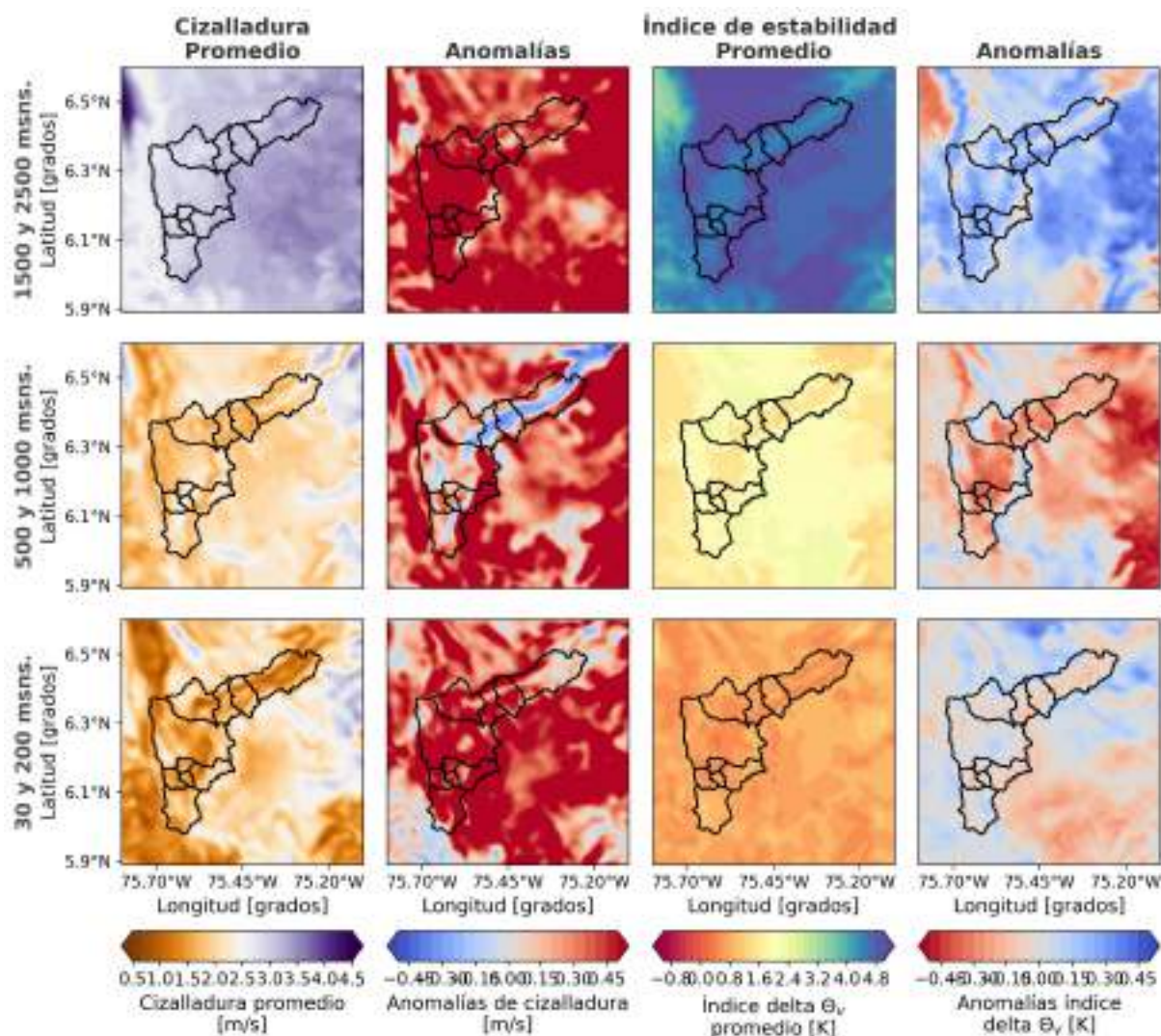


Figura 9.18: De izquierda a derecha: cizalladura promedio durante el período de simulación, anomalías de cizalladura, índice de estabilidad promedio y anomalías del índice de estabilidad. Las anomalías fueron obtenidas durante las noches (8 p.m. a 4 a.m.) en las que posiblemente se presentaron afectaciones a la calidad del aire local por incendios regionales.

Caracterización de aerosoles carbonáceos

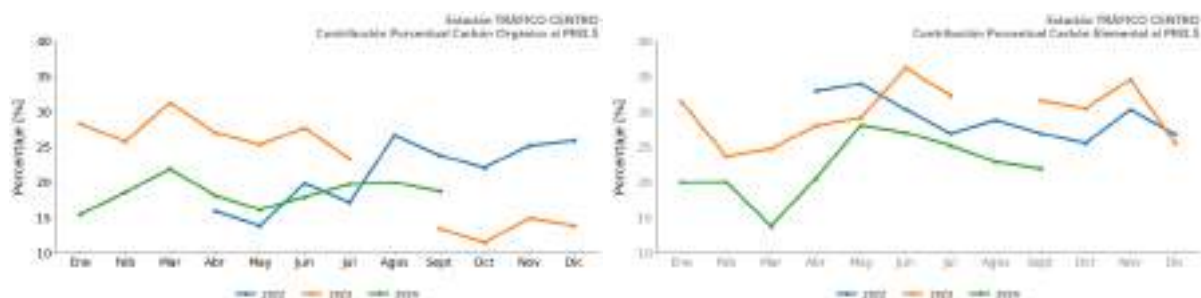
La Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Valle de Aburrá cuenta con dos analizadores de Carbono Total Magee TCA08 ubicados en la estación CEN-TRAF en el Distrito Especial de Medellín y en ITA-CJUS en el municipio de Itagüí.

Los analizadores de Carbono Total, junto con los monitores de Black Carbon, apoyan la caracterización de partículas carbonáceas presentes en el material particulado PM_{2.5}, y sus mediciones constituyen una aproximación para la identificación de fuentes de contaminación a partir de la relación entre las concen-

traciones de Carbono Orgánico (OC) y Carbono Elemental (EC), relación OC/EC, la cual, dependiendo de su valor, indica la posible afectación de fuentes como emisiones vehiculares, predominancia de formación de aerosoles orgánicos secundarios y/o quema de biomasa. Un valor cercano a 1, indica una fuente común tanto para OC como para EC, principalmente por quema de combustibles fósiles (carbón, diésel, gasolina, gas natural, etc), mientras que valores cercanos a 2 representan la formación secundaria de aerosoles orgánicos (Rincón Caro et al. (2019); AMVA (2019)). Finalmente, una relación OC/EC con valores cercanos a 4 y mayores, sugiere que predominan las emisiones de quema de biomasa (Ram et al. (2012)).

Las Figuras 9.19 (a) y (b) muestran la variación mes a mes de la contribución porcentual de OC y EC en el PM_{2.5} registrado en la estación CEN-TRAF. Estas Figuras se construyeron teniendo en cuenta la información histórica de las concentraciones de Carbono Orgánico y Carbono Elemental registradas a partir de la instalación del analizador de Carbono Total, los resultados se presentan discretizados por año.

Según los resultados mostrados, en términos generales, en la estación CEN-TRAF, el aporte de Carbono Elemental es mayor al aporte de Carbono Orgánico a excepción del mes de marzo, donde claramente se evidencia un aumento en el aporte de OC, llegando a ser superior al 20 % y el aporte de EC alcanza un valor inferior al 15 %. Para el mes de septiembre de 2024, se observa que la contribución de EC presenta un valor cercano al 25 % y el aporte por OC se mantiene en sus valores habituales (cerca del 20 %).



(a) Variación mensual de la contribución porcentual del Carbono Orgánico al PM_{2.5}.

(b) Variación mensual de la contribución porcentual del Carbono Elemental al PM_{2.5}.

Figura 9.19: Variación anual de la contribución porcentual del Carbono Orgánico y Carbono Elemental al PM_{2.5} en la estación CEN-TRAF.

El comportamiento de los resultados obtenidos para el año 2024 en relación con el aporte del OC y EC al PM_{2.5}, muestran que estos han sido menores, comparados con los registros disponibles para los años 2022 y 2023. Lo anterior se explica considerando que el porcentaje de aporte está calculado como la relación entre las concentraciones de carbono orgánico y carbono elemental y las concentraciones de PM_{2.5} y para el año 2024, las concentraciones de material particulado PM_{2.5} fueron mayores en comparación con las obtenidas para el primer semestre de los años 2022 y 2023 debido posiblemente al aporte de otras especies químicas, por lo cual la contribución porcentual del OC al PM_{2.5} fue menor.

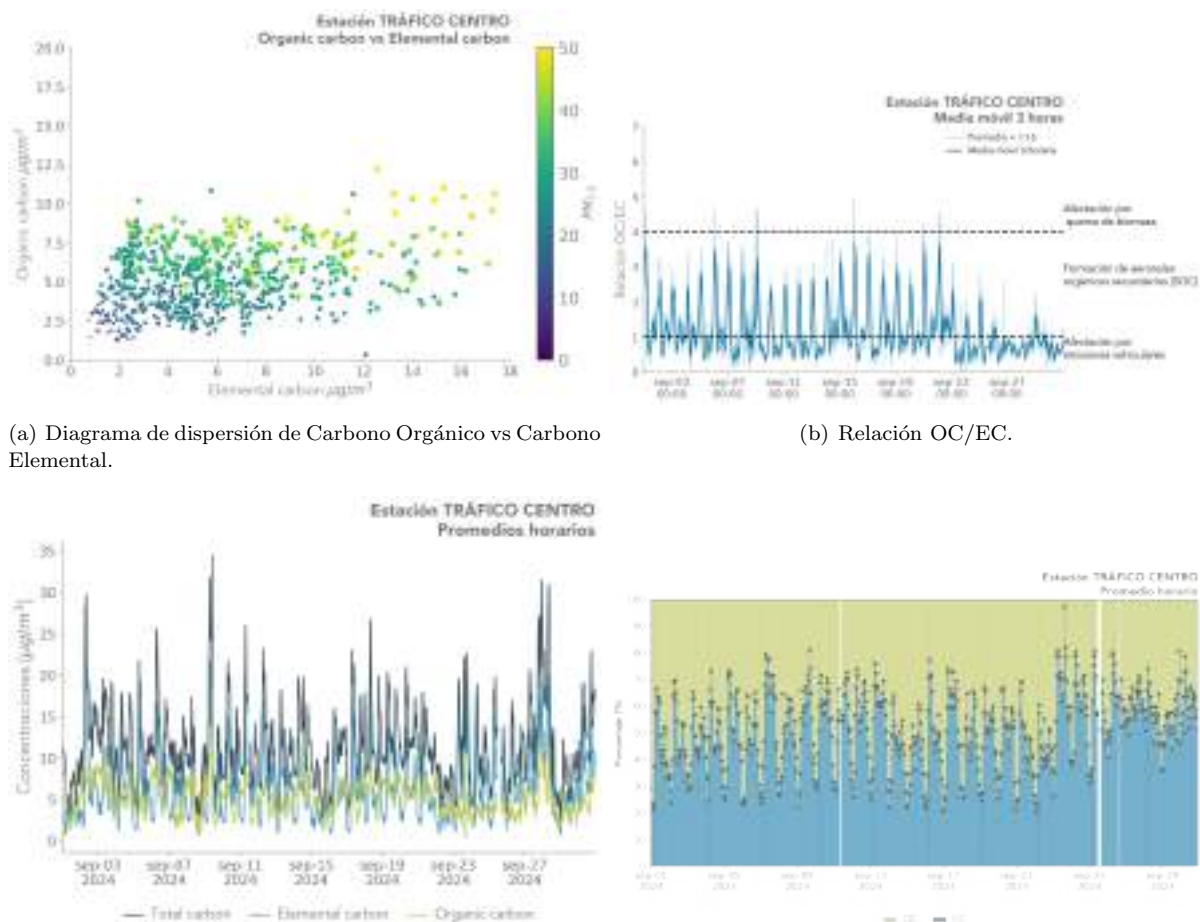
En las Figuras 9.20 a 9.23 se presentan los resultados del seguimiento y monitoreo a las concentraciones de Carbono Total (TC), Carbono Elemental (EC) y Carbono Orgánico (OC) durante el mes de septiembre de 2024. Cabe agregar que no se reporta el análisis histórico de la contribución porcentual de OC y EC en las concentraciones de PM_{2.5} en la estación ITA-CJUS dado que no se cuenta con una serie de tiempo con suficiente información válida para este punto de medición. No obstante, en esta estación, para el mes

de septiembre de 2024, las partículas de origen carbonáceo representaron el 43.57 %, valor obtenido a partir de la relación entre las concentraciones promedio de Carbono Total y de PM2.5 (Figuras 9.21 (d) y 9.23 (d)).

El diagrama de dispersión de las concentraciones de OC y EC de la estación CEN-TRAF, registradas durante el mes de septiembre de 2024, mostrado en la Figura 9.20 (a), presenta una mayor variabilidad en las concentraciones de EC en comparación con las concentraciones de OC. De lo anterior se resalta la disminución en la contribución de fuentes provenientes de quema de biomasa, y de ahí que se presente una menor variabilidad en las concentraciones de OC en este punto de medición.

Adicionalmente, durante el mes de septiembre de 2024, los valores horarios de la relación OC/EC en la estación CEN-TRAF presentada en la Figura 9.20 (b), variaron entre 0.21 y 3.62 con un promedio de 1.14, con valores similares registrados durante todo el mes. Estos valores sugieren un predominio de emisiones primarias asociadas a fuentes vehiculares principalmente, las cuales contribuyen también a la formación de aerosoles orgánicos secundarios.

En las Figuras 9.20 (c) y (d) se pueden observar las series horarias de las concentraciones de TC, OC y EC y las contribuciones porcentuales de las concentraciones de OC y EC a las concentraciones de TC de la estación CEN-TRAF. De manera general, durante el mes de septiembre las concentraciones promedio de TC, OC y EC fueron iguales a $11.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $6.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La contribución porcentual promedio de EC a las concentraciones de TC durante el mes fue igual a 52 %, mientras que el OC contribuyó en promedio en un 48 % a los niveles de Carbono Total monitoreado en esta estación.



(a) Diagrama de dispersión de Carbono Orgánico vs Carbono Elemental.

(b) Relación OC/EC.

(c) Concentraciones de Carbono Total, Carbono Orgánico y Carbono Elemental. (d) Porcentaje de Carbono Orgánico y Carbono Elemental.

Figura 9.20: Resultados asociados al monitoreo de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de septiembre de 2024 en la estación CEN-TRAF.

Con respecto al ciclo diurno de las concentraciones de TC, OC y EC, el ciclo diurno de la relación OC/EC y el ciclo semanal de las concentraciones de TC, OC, EC y $\text{PM}_{2.5}$ de la estación CEN-TRAF (Figuras 9.21 (a), (b) y (c)), se observa entre las 20:00 y las 04:00 horas, que las concentraciones de OC fueron superiores a las de EC, el resto del día se presentó el caso contrario, sin embargo la relación OC/EC entre las 20:00 y las 04:00 horas, no llegó a ser mayor de 4. Lo que implica que en la noche, la principal fuente de aerosoles carbonáceos encontrados en el $\text{PM}_{2.5}$ de la estación CEN-TRAF, estaría relacionada principalmente con la formación de aerosoles orgánicos secundarios, cuyo origen también está asociado a las emisiones primarias vehiculares, de precursores como los compuestos orgánicos volátiles. En la gráfica del ciclo diurno de la relación OC/EC (Figura 9.21 (b)) se observa que entre las 4:00 y las 20:00 horas, esta relación es menor o igual a 1. Los ciclos diurnos de TC, EC y OC permiten observar además que a lo largo del día, las concentraciones de OC exhiben una baja variabilidad, mientras que las concentraciones de EC muestran una mayor variación asociada fundamentalmente a las dinámicas de movilidad propias del Valle de Aburrá, que inducen a un mayor flujo vehicular aportando emisiones a la atmósfera entre las 04:00 y 20:00 horas. En el caso del ciclo semanal, los resultados de las concentraciones de TC, EC

y PM2.5 muestran concentraciones similares a lo largo de los días de la semana y una disminución en las concentraciones el fin de semana, por su parte las concentraciones de OC muestran valores similares durante todos los días.

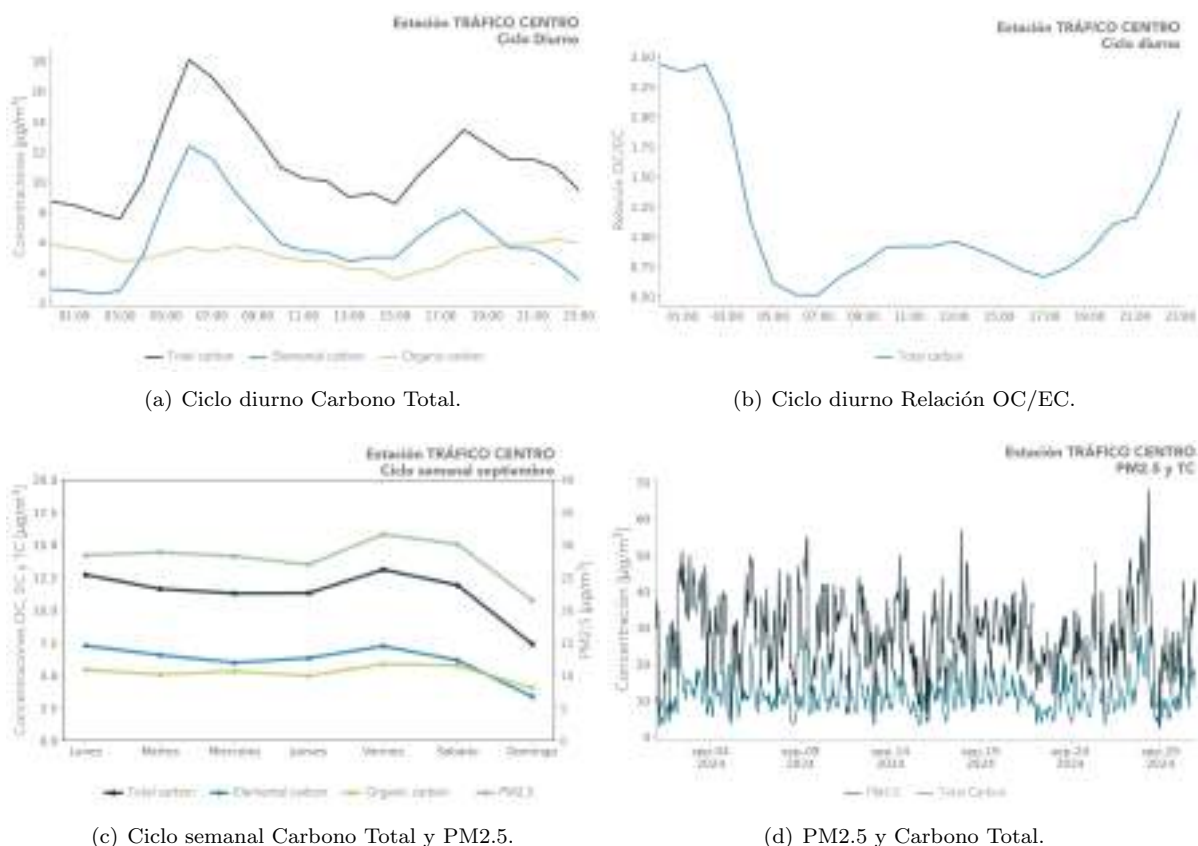


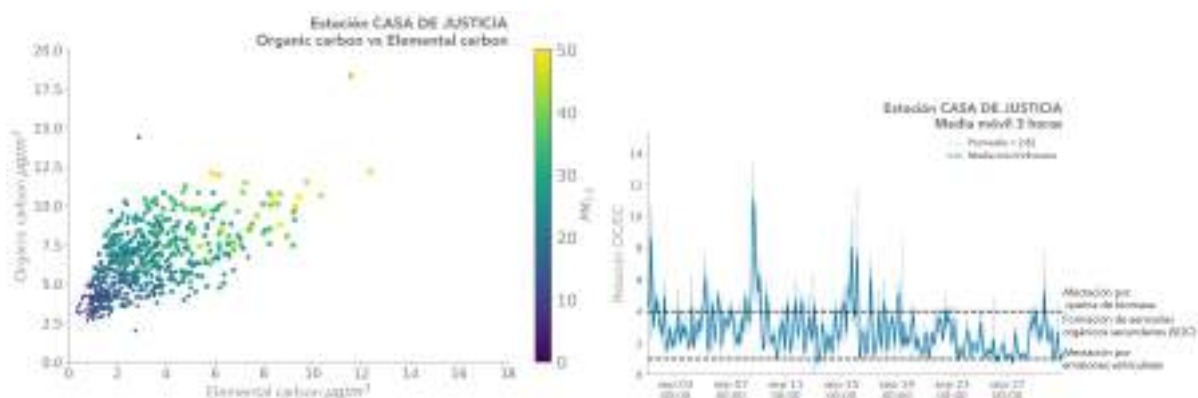
Figura 9.21: Variación horaria, semanal y diaria de las concentraciones de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de septiembre de 2024 en la estación CEN-TRAF.

Por otra parte, el diagrama de dispersión de las concentraciones de OC y EC de la estación ITA-CJUS, mostrado en la Figura 9.22 (a), construido también para los datos registrados en el mes de septiembre de 2024, en términos generales, presenta una variabilidad similar en las concentraciones de OC y EC; sin embargo, se puede notar que la variación de las concentraciones de OC, es levemente mayor respecto a las de EC, lo cual permite inferir que la estación ITA-CJUS se ve más afectada por el contenido de partículas orgánicas presentes en la atmósfera, contrario a lo que ocurre con la estación Tráfico Centro, la cual está influenciada fundamentalmente por el contenido de carbono elemental, producto de las emisiones primarias de combustiones incompletas asociadas a quema de combustibles fósiles, principalmente aportadas por fuentes móviles.

En la estación ITA-CJUS la relación OC/EC presentada en la Figura 9.22 (b), se mantuvo entre 0.75 y 10.99 con un promedio mensual de 2.82, presentándose dos aumentos de esta relación el primero entre el domingo 08 y el martes 10 de septiembre y el segundo entre el domingo 15 y el martes 17 de septiembre. Los resultados anteriores sugieren que en la estación ITA-CJUS (clasificada como una estación poblacional dentro del marco del Plan Operacional para enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica -POECA),

predominan los procesos físico-químicos que dan lugar a la generación de aerosoles orgánicos secundarios (valores de la relación OC/EC entre 1 y 4), lo cual puede estar asociado tanto a las dinámicas locales del punto de medición, como al transporte atmosférico de contaminantes que llegan al Valle de Aburrá, además de las condiciones meteorológicas que pueden favorecer esta formación.

En las Figuras 9.22 (c) y (d) se muestran los resultados obtenidos para la estación ITA-CJUS. En términos generales, durante el mes de septiembre, las concentraciones promedio de TC, OC y EC fueron iguales a $9.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $6.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $3.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. La contribución porcentual promedio de EC a las concentraciones de TC durante el mes fue igual a 30 %, mientras que el OC contribuyó en promedio en un 70 % a las concentraciones de Carbono Total. Esto sugiere, que las dinámicas que ejercen el control principal sobre los registros de la estación ITA-CJUS, son las emisiones que dan origen a la formación secundaria de aerosoles y la afectación por la materia carbonácea de origen orgánico presente en la atmósfera, producida por la quema de biomasa (incendios forestales o combustible usado por las fuentes industriales).



(a) Diagrama de dispersión de Carbono Orgánico vs Carbono Elemental.

(b) Relación OC/EC.



(c) Concentraciones de Carbono Total, Carbono Orgánico y (d) Porcentaje de Carbono Orgánico y Carbono Elemental.

Figura 9.22: Resultados asociados al monitoreo de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de septiembre de 2024 en la estación ITA-CJUS.

En relación al ciclo diurno de las concentraciones de TC, OC y EC, el ciclo diurno de la relación OC/EC y el ciclo semanal de las concentraciones de TC, OC, EC y PM2.5 de la estación ITA-CJUS (Figuras 9.23 (a), (b) y (c)), se observa que durante todo el día, los valores de OC fueron superiores a los de EC ($OC/EC > 1$). Esto permite inferir que la principal fuente de aerosoles carbonáceos encontrados en el PM2.5 de la estación ITA-CJUS durante todo el día, estaría relacionada principalmente con la formación de aerosoles orgánicos secundarios. Además durante algunas horas del día este valor, en promedio, llegó a ser mayor a 3 lo cual da un indicio de la afectación por la quema de biomasa probablemente asociada a las dinámicas propias del punto de medición (Figura 9.23 (b)). En el caso del ciclo semanal, los resultados de las concentraciones de TC, EC, OC y PM2.5 muestran concentraciones similares a lo largo de los días de la semana y una disminución en las concentraciones el día domingo.

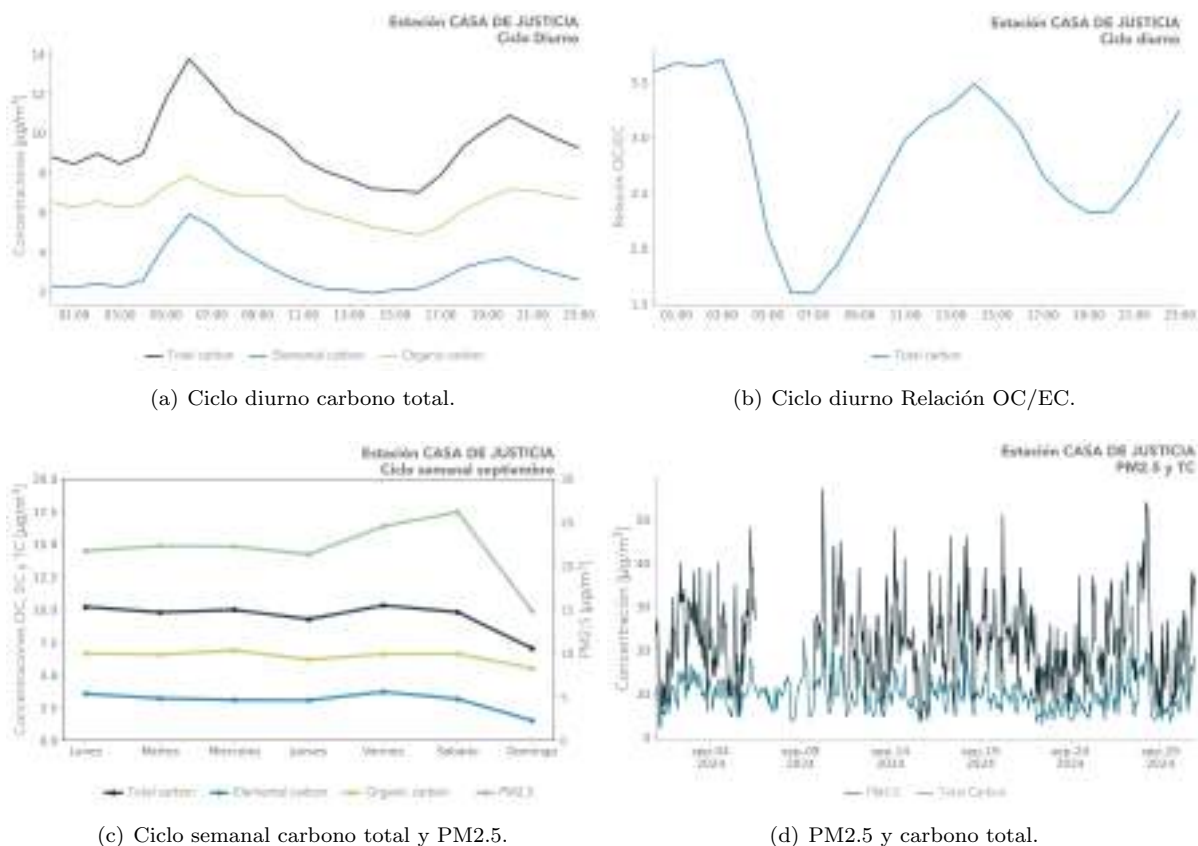


Figura 9.23: Variación horaria, semanal y diurna de las concentraciones de Carbono Total, Carbono Elemental y Carbono Orgánico durante el mes de septiembre de 2024 en la estación ITA-CJUS.

Analizar la variabilidad espacio-temporal del PM2.5 en las concentraciones del Valle de Aburrá, a partir de las mediciones de la Red de Ciudadanos Científicos en bicicleta

Ciudadanos Científicos es una estrategia de ciencia, tecnología y educación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, operada por el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá -SIATA-, la cual, a través del desarrollo, ensamble, calibración e instalación de sensores (llamados Nubes), le

permite a la ciudadanía monitorear la calidad del aire, desde la casa, instituciones educativas, en bicicleta, etc y el ruido ambiental para el caso de las Nubes fijas. De esta manera, la estrategia de Ciudadanos Científicos busca despertar la conciencia de las comunidades en su papel y responsabilidad para contribuir al cuidado y mejoramiento de la calidad del aire en la región, fortaleciendo su capacidad de participación en los espacios de gobernanza y enriqueciendo investigaciones con los datos obtenidos como aporte a la construcción de políticas públicas para cuidar la salud de la población.

Los sensores que hacen parte de la Red de Ciudadanos Científicos, se instalan en las bicicletas de los ciudadanos que acogieron de manera voluntaria un sensor móvil de bajo costo desarrollado por el proyecto SIATA. Esta información está disponible a través del enlace <https://siata.gov.co/biciscc/>. Tanto sensores como aplicativos han sido desarrollados por el equipo de profesionales del proyecto SIATA, reafirmando su apuesta por la ciencia y la innovación local. Los sensores transmiten datos cada 10 segundos y tienen instalado un GPS.

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo de PM_{2.5} a partir de los sensores instalados en bicicletas para el mes de septiembre de 2024, período durante el cual se obtuvieron datos de 12 sensores, considerando aquellos que enviaron datos al menos una vez durante el mes. Cabe agregar que en este total de sensores, un mismo sensor se pudo contar varias veces de acuerdo con los viajes realizados durante el período de análisis. Para los análisis presentados, de los sensores que enviaron datos, se consideraron como activos los ciudadanos que registraron rutas significativas, es decir sólo se tuvieron en cuenta los recorridos continuos de cada sensor con distancias de recorridos iguales o superiores a 300 m, que corresponden aproximadamente a tres cuadras.

La Figura 9.24 presenta el número de viajes y número de sensores activos para todos los meses desde febrero de 2022, mes en que inició la estrategia, hasta septiembre de 2024. Esta variación es calculada teniendo en cuenta los sensores con recorridos superiores a los 300 m y que operaron durante el período de análisis en los diferentes municipios del valle de Aburrá. En septiembre de 2024 se registró un total de 93 viajes correspondientes a los 12 sensores activos, evidenciando un aumento en el número de viajes con respecto al mes anterior.

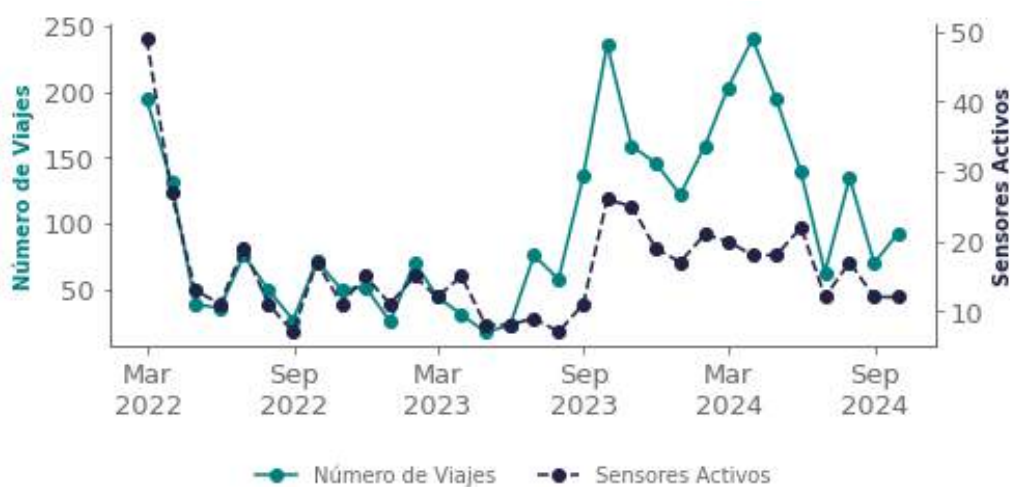


Figura 9.24: Serie mensual de número de viajes y número de sensores activos para los sensores instalados en bicicletas, de la Red de Ciudadanos Científicos.

Por otra parte, en la Figura 9.25 se presenta la relación entre el número de viajes y el número de

sensores activos cada mes. Esta relación permite observar la frecuencia del uso de cerca de los 35 sensores asignados para este período y se puede interpretar como un indicador de la constancia que tienen los ciudadanos cada mes con el uso del sensor. Se observa que durante los primeros meses del año, la relación tiende a ser más baja, lo que podría indicar un menor uso de los sensores o una mayor cantidad de sensores activos sin un aumento proporcional en el número de viajes. A partir de los meses de marzo a mayo, se evidencia un aumento significativo en la relación, lo que podría reflejar un mayor uso de los sensores, o bien, una reducción en el número de sensores activos con un número constante de viajes. Este comportamiento podría estar relacionado con factores estacionales o sociales que influyen en la participación de los ciudadanos.

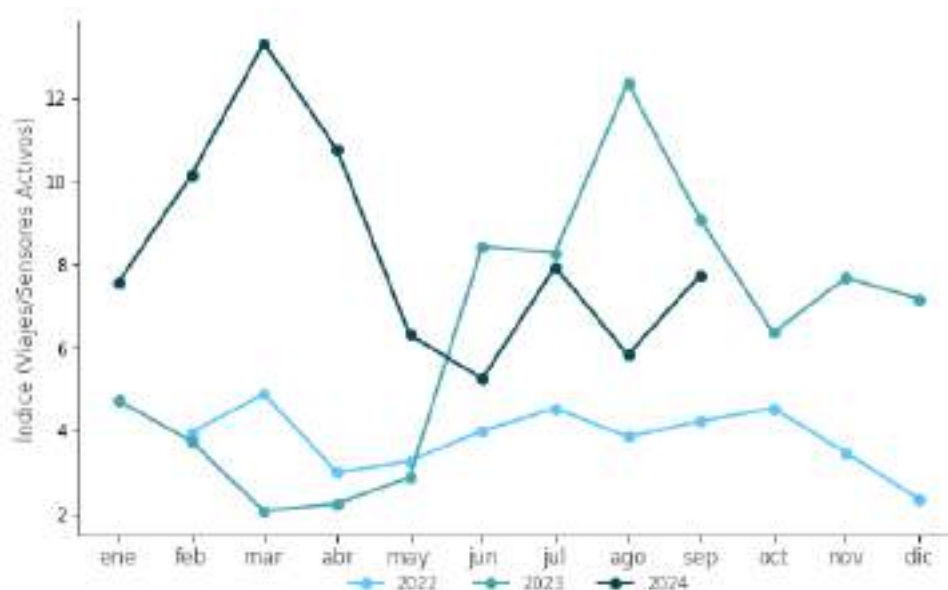


Figura 9.25: Relación entre número de viajes y número de sensores activos para los dispositivos instalados en bicicletas de la Red de Ciudadanos Científicos.

Durante el período de este informe, se analizaron los viajes por franjas horarias, de esta manera, la Figura 9.26 presenta la variación mensual promedio de PM_{2.5} de todos los recorridos considerados en el análisis, durante el mes de septiembre de 2024 teniendo en cuenta diferentes períodos de tiempo (06:00 - 09:00, 09:00 - 12:00, 12:00 - 15:00, 15:00 - 18:00, 18:00 - 21:00 y 21:00 - 23:00). Cabe recordar que los cálculos presentados solo consideran los sensores instalados en bicicleta con recorridos superiores a los 300 m y que operaron en los diferentes municipios del Valle de Aburrá. De acuerdo con esta Figura, en términos generales, las mayores concentraciones promedio se han registrado en las franjas horarias de 12:00 a 15:00 y de 18:00 a 21:00.

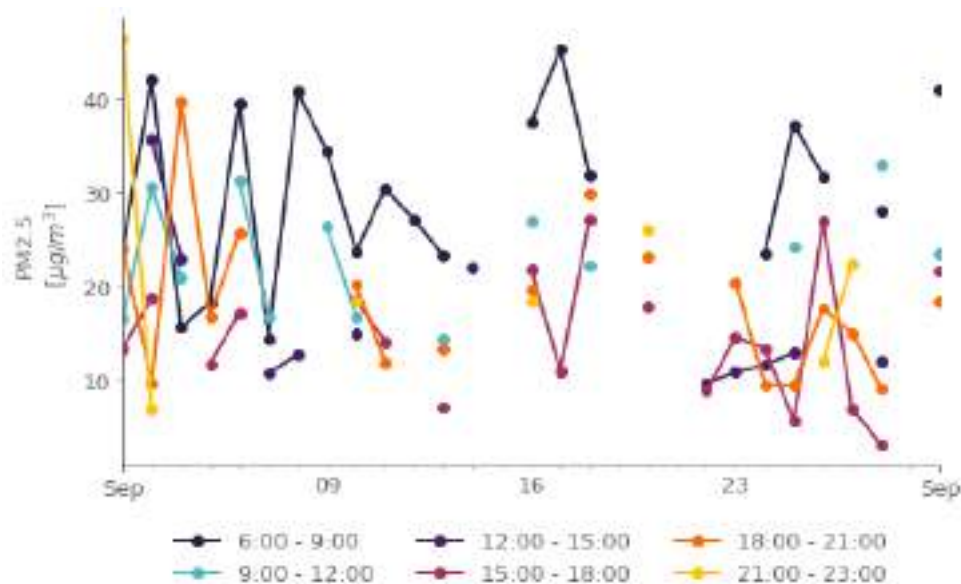


Figura 9.26: Serie diaria de PM_{2.5} para los sensores instalados en bicicleta, de la red de Ciudadanos Científicos que operaron durante el mes de septiembre de 2024 en el Valle de Aburrá en rangos horarios.

A partir de los viajes considerados válidos para el análisis, la Figura 9.28 muestra el ciclo diurno de las concentraciones de PM_{2.5} para el mes de septiembre, evidenciando varios picos durante el día. Los picos de concentración más altos obtenidos en el período de medición se presentan en las horas de la mañana de 06:00 a 12:00. La Figura 9.28 permite concluir que los ciclistas están expuestos a la misma variabilidad diurna en las concentraciones de PM_{2.5} registradas por las estaciones oficiales de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire.

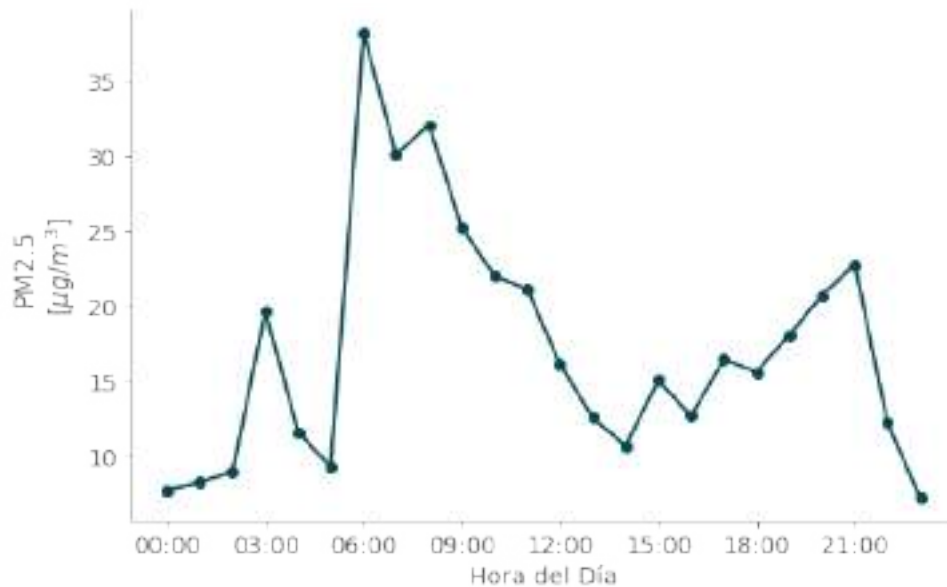


Figura 9.27: Ciclo diario promedio de PM2.5 para los sensores de bicicleta de la red de Ciudadanos Científicos calculado para el mes de septiembre de 2024.

El resumen de las concentraciones de PM2.5 promedio obtenidas a partir de la red de Ciudadanos Científicos en bicicleta durante el mes de septiembre de 2024 se muestra en la Figura 9.27. Se incluye la distribución de las concentraciones en las principales rutas de los ciudadanos en bicicleta y el mapa de calor. En este último, el gradiente de la distribución está asociado al número de datos por ubicación y la magnitud de la concentración de PM2.5; la variación del color es la intensidad y explica cómo los viajes y la concentración de PM2.5 se agrupan y varían en el espacio. El color rojo en la Figura de la derecha representa mayor número de datos en esa ubicación y concentraciones de PM2.5. Estos puntos de calor sugieren que un mayor número de personas en bicicleta pasan por esta ubicación y están expuestas a mayor concentración de PM2.5. De acuerdo con los resultados presentados, los desplazamientos de los usuarios en bicicletas se dieron principalmente en las vías: Avenida Las Vegas, Guayabal, Poblado, San Juan, La 33 y Las Palmas; las Carreras 65 y 70. En términos generales, las mayores concentraciones se presentaron a lo largo de las avenidas Las Vegas, Regional, Guayabal, Carrera 65 y Las Palmas, además de algunas zonas en el municipio de Envigado.

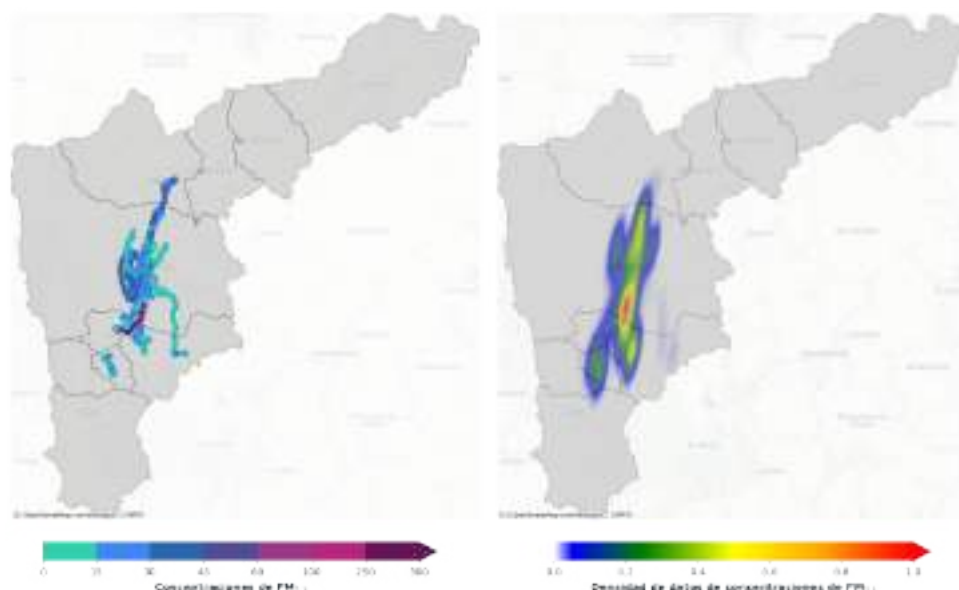


Figura 9.28: Resumen de las concentraciones de PM_{2.5} obtenidas a partir de los sensores activos instalados en bicicletas, de la red de Ciudadanos Científicos que operaron durante septiembre de 2024 en el Valle de Aburrá. El panel de la izquierda muestra la distribución de las concentraciones de PM_{2.5} mientras que el panel de la derecha muestra el mapa de calor, donde el gradiente de la distribución está asociado al número de datos por ubicación y la magnitud de la concentración de PM_{2.5}; la variación del color es la intensidad y explica cómo los viajes y la concentración de PM_{2.5} se agrupan y varían en el espacio.

Estudio de la formación de PM_{2.5} secundario en el Valle de Aburrá

Los mecanismos de reacción química para la formación de PM_{2.5} secundario consideran las condiciones medioambientales como variables que afectan el rendimiento o velocidad de reacción en la tasa de formación de aerosoles. Algunos contaminantes precursores de la formación de PM_{2.5} secundario, también contribuyen con la formación de ozono troposférico, tales como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Es importante buscar entender la participación de los contaminantes precursores, en la formación de aerosoles secundarios y de ozono en el valle de Aburrá. Por lo anterior, en el mes de septiembre se continúa con el análisis del comportamiento de las concentraciones de contaminantes secundarios, en este caso particular del ozono en 2 estaciones, ubicadas en el Distrito especial de Medellín (MED-FISC) y en el municipio de Girardota (GIR-EPM). La selección de estas dos estaciones de monitoreo obedece al hecho de que en estos dos puntos se miden tanto ozono como sus precursores, los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂). Se pretende analizar la tendencia de las concentraciones de estos contaminantes y el efecto de variables meteorológicas como la precipitación y la radiación solar. Con este objetivo, fueron seleccionados dos días, uno sin eventos de precipitación (9 de marzo de 2024) y otro con precipitación (13 de junio de 2024 para MED-FISC y el 26 de junio de 2024 para GIR-EPM).

Análisis en la estación MED-FISC

La estación MED-FISC se encuentra ubicada en la sede Caribe de la Fiscalía General de la Nación en el Distrito Especial de Medellín, la cual tiene una importante afectación tanto por la zona industrial cercana, como por la movilidad del sector influenciado por la autopista norte, siendo una vía de alto flujo vehicular donde se tiene el tránsito de diferentes categorías.

En la Figura 9.29 (a) y (b), se puede visualizar el ciclo diurno de las concentraciones de ozono y sus precursores NO y NO_2 para los días de baja y alta precipitación, respectivamente. Se destaca en el ciclo diurno que la máxima concentración de NO se presentó durante el periodo entre las 05:00 y las 09:00 horas, coincidente con el mayor flujo vehicular. Posterior a esta hora, se identifican los máximos en las concentraciones de ozono aproximadamente a las 15:00 horas (el NO se interconvierte a NO_2 y posteriormente a ozono troposférico), formación que se facilita por la presencia de radiación solar. Se observa además que los picos de NO y NO_2 son mayores que los picos de ozono, teniendo en cuenta que los NO_x también son precursores de la formación de $\text{PM}_{2.5}$ secundario (nitratos). A pesar de que las gráficas corresponden a un día con baja precipitación (9 de marzo) y con lluvia (13 de junio) y que el comportamiento del NO es aproximadamente similar en las primeras horas de la mañana, llegando a concentraciones superiores a $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la formación de NO_2 fue inferior en el día con lluvia, desfavoreciendo además la formación de ozono, que pudo haber sido mayor considerando que hubo mayor radiación solar ($800 \text{ W}/\text{m}^2$) (Figura 9.29 (d)) en comparación al día con baja precipitación ($400 \text{ W}/\text{m}^2$, Figura 9.29 (c))

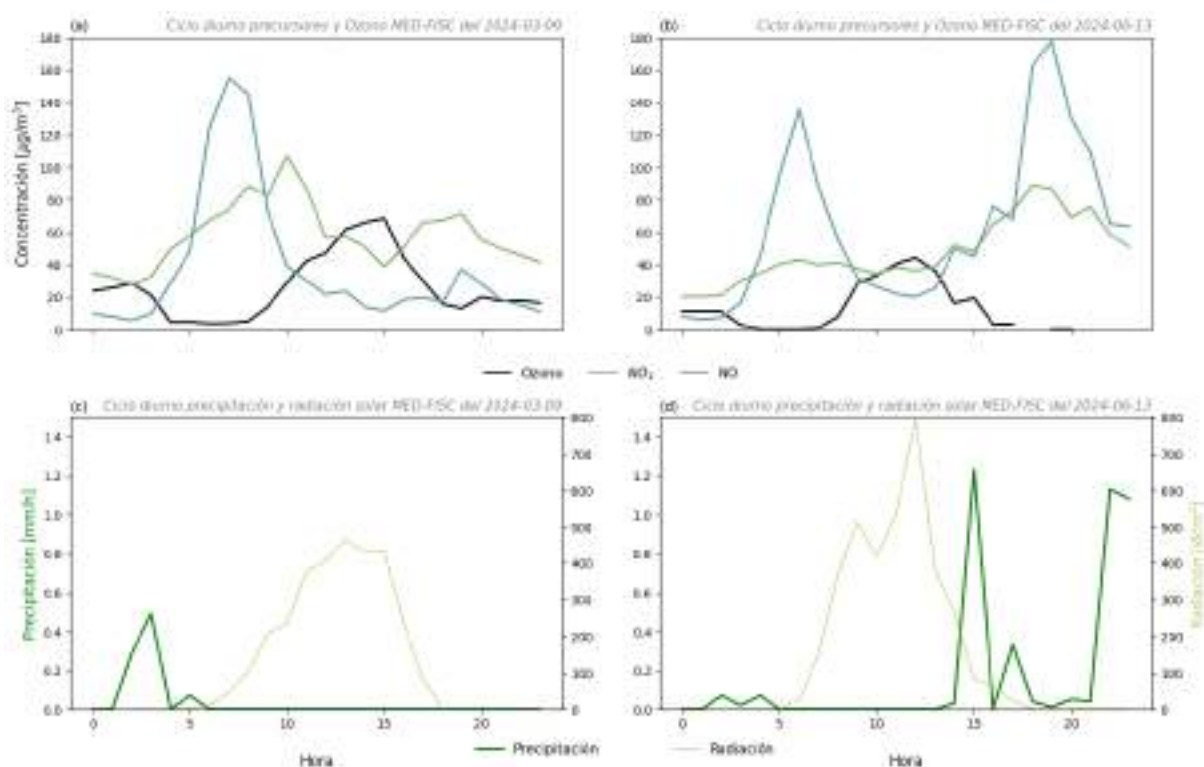


Figura 9.29: Comportamiento de las concentraciones del ozono y otros contaminantes atmosféricos e influencia de variables meteorológicas en la estación MED-FISC para dos días del año 2024.

Los eventos de lluvia pueden contribuir con el aumento de la higroscopicidad de los aerosoles, favoreciendo procesos de hidratación o reacciones en fase acuosa en la atmósfera que pudo terminar en un aumento de la concentración de NO_2 (Chen et al. (2021)) y otros aerosoles secundarios. Lo anterior se evidencia con la Figura 9.29, donde se permite visualizar que los eventos de precipitación pudieron haber permitido la formación de NO_2 .

Durante las horas de la noche del día con alta precipitación (Figura 9.29 (b)) se logra apreciar que desde las 15:00 h, con un evento de lluvia con intensidades de 1.2 mm/h, las concentraciones tanto de NO como de NO_2 aumentaron considerablemente, lo cual está también asociado al aumento de las emisiones características de los problemas de movilidad que se dan durante eventos de lluvia. El día 9 de marzo (sábado) caracterizado por la disminución del flujo vehicular, especialmente finalizando la tarde, y donde no se presentaron precipitaciones, las concentraciones de estos contaminantes descienden desde las 19:00 h, atribuible a menores emisiones de NO y a la formación de pentaóxido de dinitrógeno (N_2O_5) y nitratos acorde al ciclo regular del nitrógeno en su ciclo nocturno (Xu et al. (2020)).

Cabe destacar dos momentos del ciclo diurno para el día 13 de junio con altas precipitaciones. Inicialmente, después de las lluvias de las 15:00 h (altas emisiones y procesos de transformación química), se presentaron altas concentraciones de NO y NO_2 cuando aun había presencia de radiación solar, y en un segundo momento de precipitaciones altas alrededor de las 21:00 h con ausencia de radiación solar, se observó un descenso en las concentraciones de estos contaminantes, favoreciendo otros procesos de transformación, como por ejemplo la formación de nitratos, ácido nítrico (formación de lluvia ácida) y deposición húmeda.

Análisis en la estación GIR-EPM

La estación GIR-EPM se encuentra ubicada en una zona afectada principalmente por la actividad industrial y adicionalmente, se observa la presencia de un entorno con alta cobertura vegetal.

En las Figuras 9.30 (a) y (b), se puede visualizar el ciclo diurno de las concentraciones de ozono y sus precursores NO y NO_2 para los días de baja (3 de marzo) y alta precipitación (26 de junio), respectivamente. De forma similar a lo que se presenta en la estación MED-FISC, los máximos de NO se registran entre las 05:00 y las 09:00 horas, consistente con el flujo vehicular. Así mismo, para las concentraciones de ozono se registran mayores valores cerca de las 15:00 horas. Esta alta concentración de ozono así como de NO_2 , coincide con bajas concentraciones de NO. La situación es contraria a lo ocurrido en la estación MED-FISC, donde se observó que tanto el NO como el NO_2 pudieron haber contribuido a la formación de ozono. Se observa, además que los picos de ozono superan los picos de NO y NO_2 , lo que puede estar asociado a la participación de otros precursores como los compuestos orgánicos volátiles (COV) en la formación de ozono, aportados ya sea por emisiones biogénicas y/o antropogénicas.

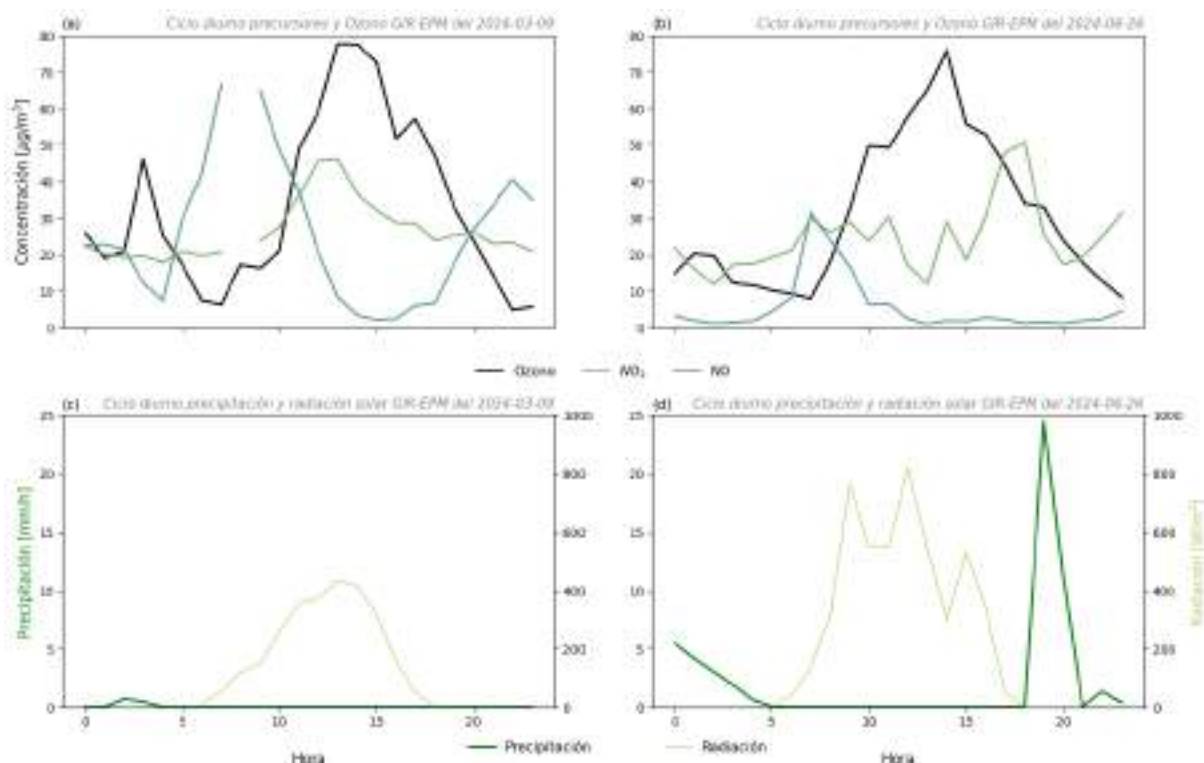


Figura 9.30: Comportamiento de las concentraciones del ozono y otros contaminantes atmosféricos e influencia de variables meteorológicas en la estación GIR-EPM en el 2024

Por otro lado, se identifican concentraciones relativamente altas de ozono troposférico durante las primeras horas del día 9 de marzo (03:00 a 04:00 h, Figura 9.30 (a)), lo cual puede estar relacionado con el ingreso de este contaminante al Valle de Aburrá más que asociarlo a formación local debido a la ausencia de la radiación solar. Adicionalmente, no es claro el mecanismo de degradación del NO durante estas horas, se intuye que pudo estar relacionado a su participación como precursor en la formación de PM_{2.5} secundario.

En el ciclo diurno del día de alta precipitación (Figura 9.30 (b)), se observan muy bajas concentraciones de NO asociadas probablemente al periodo de vacaciones del sector académico, el cual influye directamente en la reducción del flujo vehicular y las pocas emisiones generadas fueron favorecidas para transformarse posiblemente a ozono y PM_{2.5} secundario.

Los comportamientos anteriores muestran una variabilidad importante en diferentes puntos del Valle de Aburrá con respecto al comportamiento o tendencia de precursores como el NO y el NO₂, bajo condiciones de radiación solar y ocurrencia de precipitaciones, principalmente las condiciones en el ciclo nocturno de los NO_x.

Es necesario considerar las características de localización de ambas estaciones, dado que en la estación MED-FISC tiene una influencia del transporte vehicular mayor que en la estación GIR-EPM de forma considerable, además de la cobertura vegetal, dado que la estación del municipio de Girardota posee alta presencia arbórea a sus alrededores, lo que puede facilitar las reacciones con compuestos orgánicos volátiles (VOC) de origen biogénico, mientras que en el punto de medición del Distrito de Medellín está influenciado por los VOC de origen antropogénico.

De lo anterior se identifica la complejidad de los factores que inciden en los mecanismos de formación secundario, siendo necesario continuar profundizando en su análisis, teniendo en cuenta variables meteorológicas tales como la precipitación, radiación solar y humedad relativa, así como también las dinámicas estacionales y espaciales, así como de la producción de emisiones locales. Los estudios de caracterización química son fundamentales para contribuir al fortalecimiento de este conocimiento, proporcionando información para acercarnos al entendimiento de los mecanismos de reacción química que se dan en la atmósfera del Valle de Aburrá. De igual forma, el análisis presentado considera la variación diurna de procesos físicos como la precipitación, mostrando que incluso la hora en la que llueve puede afectar la formación de aerosoles secundarios y, consecuentemente, la contribución a las concentraciones de los contaminantes criterio particularmente los niveles de PM_{2.5} secundario. En este sentido, se resalta la necesidad de implementar ejercicios de caracterización química de alta resolución temporal que permitan avanzar en el entendimiento de los procesos atmosféricos físico-químicos que afectan la formación de contaminantes en el Valle de Aburrá.

WP1.2.13. (Inundaciones, Sequías, Av. Torrenciales, Mov. Masa, Sismos, Incendios) Desarrollo de metodologías para la clasificación de coberturas de suelo

El conocimiento de las coberturas del suelo es un insumo que ayudará en la evaluación de ciertas amenazas, así como el desarrollo de modelos que caractericen la infraestructura del territorio (modelos de exposición). Dichos modelos permitirán, a su vez, una posible evaluación del riesgo por fenómenos naturales tales como los hidrológicos (avenidas torrenciales, movimientos en masa húmedos), geofísicos (sismos, movimientos en masa secos) y climatológicos (movimientos en masa húmedos, incendios, sequías).

Durante el mes de septiembre se complementó la tabla resumen para la identificación de fuentes y metodologías que se pudieran usar para la clasificación de usos/coberturas del suelo, adicionando tres (3) columnas. La información completa se puede ver en [bibliografía](#).

A modo de resumen, las metodologías de clasificación se pueden agrupar en:

- Clasificación supervisada o no supervisada;
- Clasificación basada en objetos (OBIA) o basada en píxeles (PBIA); y
- Clasificación según el algoritmo usado para obtener el clasificador: Machine learning, Deep Learning, Inteligencia Artificial, entre otros.

Además, los insumos necesarios para realizar la clasificación a partir de imágenes obtenidas con UAS, se pueden agrupar en:

- Insumo sin procesamiento, por ejemplo: fotografía aérea RGB, imagen infrarrojo, nubes de puntos.
- Insumo producto de procesamiento, por ejemplo: ortomosaico RGB, Modelo Digital de Terreno (DTM), Modelo Digital de Superficie (DSM), índices de vegetación, Modelo Digital de Superficie normalizado (nDSM), entre otros.

Por otro lado, la precisión de la clasificación se encuentra justamente mediante el uso de la matriz de confusión, que entrega métricas como la precisión global y la precisión por clase (cobertura o categoría

clasificada). Las precisiones globales obtenidas en los artículos revisados varían entre el 82 % y el 98 %, siendo mejores aquellas que involucraron la ortofoto RGB, el modelo de superficie, algún índice de vegetación y la banda del infrarrojo cercano.

En cuanto a los programas usados para realizar el ejercicio de clasificación, estos pueden agruparse en programas de software libre y software comercial:

- Dentro del grupo de software libre destacan: *QGIS*, *Orfeo Toolbox*, *GRASS GIS* y rutinas programadas en *Python* y *R*.
- En los software comerciales, los más comunes son: *eCognition*, *ArcGIS*, *ArcGIS Pro*, *ENVI* y rutinas programadas en *MatLab*.

Respecto a las clases de interés para la clasificación y usos del suelo, especificadas en informes previos, este mes se les asoció su equivalente en la metodología de *Corine Land Cover*.

También, en función de las necesidades y las imágenes de alta definición que se tienen, se definió la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) como $10m^2$ y un tamaño deseado de píxel de $10x10cm$. En *Python* para *QGIS* se desarrollaron dos (2) códigos para estimar el Índice de Exceso de Verde (Excess of Green) y Modelo Estandarizado de Altura (stdnDSM). Estos insumos serán usados para mejorar la precisión de la clasificación de coberturas.

Finalmente, se complementó el documento [metodologías de interés](#), adicionando dos (2) diagramas para la aplicación de metodologías y la enumeración de clases de interés para la clasificación de LULC.

WP1.3. Insumos técnicos para herramientas operacionales/atención de emergencias

WP1.3.1. Revisión, análisis y evaluación de las capacidades existentes del proyecto para el acompañamiento en la atención de emergencias

Inventario de equipos disponibles para apoyos

A continuación se muestra el inventario de las estaciones para la atención de emergencias en el mes de septiembre de 2024:

- Cuatro (4) sirenas completas
- Cuatro (4) estaciones de nivel completas
- Cuatro (4) pluviómetros completos
- Cuatro (4) cámaras visibles con antena

WP1.3.2. Desarrollo y mejoramiento continuo de herramientas operativas que permitan la generación de alertas

Se continúan las actividades de monitoreo de crecientes, incendios y drenaje urbano. Los productos operativos para agilizar la consulta y generación de reportes sobre el estado de las crecientes semana a semana están disponibles en: https://siata.gov.co/hidrologia/reportes/resumen_semanal/. Como se ha mencionado, los productos incluyen el resumen de eventos de precipitación en cada día de la semana, número y ubicación de estaciones con crecientes de todos los niveles de riesgo, y estaciones cuyas crecientes superaron los máximos históricos.

Con respecto a incendios, se continúa con el procesamiento de los datos requeridos para el cálculo del Fire Weather Index y el reporte de columnas de humo en el valle de Aburrá.

Finalmente, en torno a drenaje urbano, las redes de nivel de alcantarillado y encharcamiento, al igual que la red de cámaras, mantienen su operación continua.

WP2.1. Medición y seguimiento

WP2.1.1. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento de los requisitos de micro-localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire

En el mes de septiembre se continuó en la búsqueda de un sitio en el municipio de Caldas, al sur del Valle de Aburrá, para instalar un equipo de medición de ozono, para lo cual se visitaron dos Instituciones Educativas: Tercer Milenio y Joaquín Aristizabal. En la primera no se encontró ningún espacio apto para la actividad requerida basado en los criterios de microlocalización del Protocolo de Medición de Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mientras que en el segundo sitio es necesario realizar análisis posteriores relacionados con la logística de instalación en la terraza del edificio.

Luego de la identificación como un posible sitio de medición de contaminantes atmosféricos de la portería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, se gestionó con el AMVA la aprobación de dicho sitio, teniendo en cuenta que no cumplía con todos los requerimientos de microlocalización dados por el protocolo nacional, pero permitiría evaluar el impacto a la calidad del aire asociado a un proyecto que generará grandes cambios en la movilidad del territorio, como es el Metro de La 80.

Por otra parte, se recibió aprobación para la instalación de un equipo de monitoreo de calidad del aire por parte del grupo técnico del Sistema de Transporte Masivo Metro en la Estación La Estrella; sin embargo, queda pendiente de agendar una visita con personal del grupo técnico de Gestión Ambiental del AMVA para la revisión del punto en cuestión.

WP2.1.2. Garantizar el correcto funcionamiento de los sensores de monitoreo que hacen parte de las redes de monitoreo

En el mes de septiembre, los equipos Operacional y de Calidad de Datos continuaron con el proceso de garantizar el correcto funcionamiento de los sensores que forman parte de las redes de monitoreo del proyecto SIATA. Se ha realizado un reporte diario detallando el estado de las estaciones e incluyendo información sobre aquellas que se encontraban caídas, la duración de la caída y si se detectaron datos anómalos.

El listado detallado de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados durante el mes de septiembre se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Lista Mantenimiento septiembre 2024](#).

Este reporte ha sido fundamental para que el equipo de Mantenimiento pueda incluir los mantenimientos correctivos necesarios en su cronograma de mantenimientos preventivos. Esto ha permitido abordar de manera oportuna y efectiva cualquier problema identificado, asegurando así el funcionamiento óptimo de los sensores de monitoreo.

En el mes de septiembre, el equipo de Mantenimiento realizó ocho (8) visitas para revisar el funcionamiento y verificar las mediciones de los sensores de nivel. Durante estas visitas, se comprobó la altura de referencia entre el sensor y el lecho del afluente, un factor crucial para asegurar la calidad de la información registrada. Adicionalmente, a través de la empresa Servicios Especializados Hidrométricos, se llevaron a cabo cuatro (4) aforos en el río Medellín (ver Tabla 11.1), lo que permitió actualizar la

sección transversal de estas estaciones y aumentar los datos disponibles para la realización de las curvas de calibración Nivel/Caudal.

Tabla 11.1: Instalaciones red de nivel.

Fecha	Nombre estación
29/09/2024	668 — R. Medellín - Isaza
29/09/2024	342 — R. Medellín - Santa Marta
29/09/2024	684 — R. Medellín - Yarumito
29/09/2024	260 — R. Porce - Puente Gabino

WP2.1.3. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos

Análisis de la recurrencia de fallas de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico. A partir del análisis de recurrencia de fallas realizado durante el mes de septiembre, se sintetizaron los siguientes problemas identificados en las estaciones de monitoreo de la red hidrometeorológica y de geotecnia, y se consolida el porcentaje de la cantidad de estaciones asociado a cada problema, con respecto al total de estaciones con fallas durante el mes en cuestión.

- Acumulado de problemas de baja recurrencia: **49.70 %**.
- Estaciones pluviométricas con uno o ambos pluviómetros que no generan registros de precipitación o presentan registros anómalos: **15.79 %**.
- Estaciones que no alcanzan una recuperación mínima del 80 % de los datos durante el mes luego de la importación. **12.28 %**.
- Estaciones de nivel con datos distorsionados, ruidosos, sin hidrógrafas, comportamiento plano, sostenido o incoherente. **11.70 %**.
- Estaciones con problema recurrente de un pluviómetro taponado o pulsos de lluvia anómalos posterior al evento de precipitación: **10.53 %**.

En el siguiente enlace se proporciona mayor información relacionada: [Calidad Datos](#). Así mismo, los informes de análisis de recurrencia de problemas desarrollados durante esta vigencia pueden consultarse en: [Análisis de recurrencias](#).

Inventario de estaciones de monitoreo hidrometeorológico. En el mes de septiembre, la red hidrometeorológica in-situ del proyecto SIATA contó con **401** estaciones, distribuidas en las siguientes redes:

- Pluviómetros: 162.
- Niveles: 134.
- Meteorológicas: 44.
- Velocidad superficial: 21.
- Disdrómetros: 19.

- Humedad del suelo: 15.
- Piranómetros: 5.

Adicionalmente, se cuenta con catorce (14) piezómetros que hacen parte de la red experimental de medición de nivel freático y con dos (2) sensores experimentales para la medición de sedimentos en ríos y quebradas.

En el siguiente enlace se puede consultar más información sobre el inventario de estaciones hidrometeorológicas en tierra del proyecto SIATA: [Calidad Datos](#).

Metadatos nuevas instalaciones. Para las redes de monitoreo hidrometeorológico, de geotecnia y de cámaras del proyecto SIATA, durante el mes de septiembre se realizó un total de cinco (5) instalaciones en el Valle de Aburrá correspondientes a las redes de cámaras (3), niveles (1) y piezómetros (1). En el siguiente enlace se proporciona mayor información de las instalaciones realizadas: [Calidad Datos](#).

WP2.1.4. Generar información oportuna sobre amenazas

Estaciones de monitoreo de sedimentos: se apoyó el mantenimiento preventivo del sensor de sedimentos Ancón Sur, donde se realizó una limpieza profunda y se verificó su correcto funcionamiento.

Sensor RPLiDAR como apoyo en las mediciones de nivel y sección transversal: se simplificó el montaje del RPLiDAR S3, reemplazando la Raspberry pi 4 por una a Raspberry Zero. Esto, además de eliminar el uso del conversor serial, disminuyó el consumo, llegando a 600mA máximo en los instantes en donde se realiza el muestreo; adicionalmente, se tuvo un 99 % de mediciones correctas.

Sensor RPLiDAR como apoyo en las mediciones de nivel y sección transversal: se actualizó el código del módulo ESP32 para las estaciones de nivel, donde se mejoró la transmisión de la información, el fallo ante bug de bloqueos y la rutina de recuperación de datos. Esta actualización actualmente está en pruebas de funcionamiento en laboratorio.

(Para más detalle, visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.1.5. Identificar e instalar nuevas estaciones de monitoreo en las diversas redes de monitoreo

En la Tabla 11.2 se listan las instalaciones de las estaciones de monitoreo del proyecto en el mes de septiembre.

Tabla 11.2: Instalaciones del mes de septiembre de 2024.

Código	Nombre	Fecha	Municipio
737	Sotrames Envigado - Piezómetro	2024-09-26	Envigado
100865	Cámara drenaje urbano Guadalajara	2024-09-11	Copacabana
100866	Armadillo poste Fiscalía Caribe	2024-09-23	Medellín
100869	Cámara conteo Vehicular Fiscalía Caribe	2024-09-23	Medellín
100871	Cámara Térmica Belén Las Mercedes	2024-09-24	Medellín

Se visitaron puntos de agua (sitios en los cuales se tienen pozos o aljibes que permiten o permitían la

extracción y uso de aguas subterráneas) en los municipios ubicados en el sur del Valle de Aburrá, y se instaló la estación 14, correspondiente a la red de aguas subterráneas en el municipio de Envigado (ver Tabla 11.3).

Tabla 11.3: Instalaciones red de aguas subterráneas.

Fecha	Nombre estación
26/09/2024	737 — Piezómetro Sotrames Envigado

Monitoreo de incendios forestales y de interfaz. Se realizaron visitas en la zona norte y sur del Valle de Aburrá con el fin de identificar posibles puntos de instalación para la red de monitoreo de incendios, con cámaras en áreas que no están siendo monitoreadas. En el norte se visitaron cinco (5) puntos en Barbosa, mientras que en el sur se visitaron tres (3).

WP2.1.6. Llevar a cabo mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones en las diferentes redes de monitoreo

En la Tabla 11.4 se listan los mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones de monitoreo del proyecto.

Tabla 11.4: Mantenimientos del mes de septiembre de 2024.

Municipio	Total Mantenimientos	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
Barbosa	51	46	5
Bello	65	55	10
Caldas	43	41	2
Copacabana	37	36	1
Envigado	19	15	4
Girardota	30	28	2
Itagüí	32	25	7
La Estrella	47	42	5
Medellín	336	285	51
Sabaneta	29	20	9
Totales	689	593	96

WP2.1.7. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región. (Calidad del aire) Toda esta información soporta decisiones relacionadas con calidad del aire, especialmente durante los períodos de gestión de episodios, de manera que permitan definir la pertinencia de activar el POECA.

Modelo de pronóstico a corto plazo

En cuanto al modelo de pronóstico a corto plazo de ocurrencia de precipitación a partir de información espectral proveniente del sensor ABI a bordo del satélite GOES East, se obtuvieron resultados que empiezan a ser satisfactorios y adecuados para una futura implementación operacional. Dicho modelo, como se ha explicado en informes anteriores, se basa en una red neuronal convolucional cuyas variables de entrada son las observaciones en seis (6) bandas espectrales del infrarrojo y sus correspondientes promedios de la última hora, para un total de doce (12) mapas en la capa de entrada a la red neuronal. Después de un proceso riguroso de análisis de sensibilidad de los hiperparámetros del modelo, se encontró una combinación de los mismos en los que se maximizó el desempeño de la herramienta en el pronóstico de la ocurrencia de precipitación para la hora siguiente (próxima hora) a la observación de las bandas espectrales. Se obtuvieron los siguientes indicadores de desempeño sobre los datos de validación: *Accuracy*: 91.5%; *Precision*: 90.0%; *Recall*: 88.5%; *Specificity*: 93.5 %.

El *Accuracy* indica que, de todos los pronósticos hechos (tanto de ocurrencia o no de precipitación), el 91.5 % de ellos fueron correctos.

El *Precision* indica que, de todos los pronósticos de ocurrencia de precipitación, el 90.0 % fueron correctos.

El *Recall* indica que, de todas las fechas en que hubo precipitación, el 88.5 % fueron correctamente pronosticados.

El *Specificity* indica que, de todas las fechas en que NO hubo precipitación, el 93.5 % fueron correctamente pronosticadas.

WP2.1.8. Brindar apoyo a la Entidad en el monitoreo de puntos críticos

Durante el mes de septiembre, se realizaron diversas actividades relacionadas con el monitoreo y la gestión de movimientos en masa. Se brindó apoyo al personal del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA en recorridos técnicos en zonas afectadas por deslizamientos, específicamente en San Antonio de Prado, en la quebrada La Mauala, y en las inmediaciones del metro, cerca de la quebrada La Tinaja.

Además, se emitieron varios reportes técnicos relacionados. El informe sobre el monitoreo en la Institución Educativa Normal Superior de Copacabana, describe la activación reciente de un nuevo punto afectado y se propuso una estrategia de monitoreo complementaria a la cámara existente en el lugar. También se generó un reporte sobre la quebrada La Tinaja, en el sector del Metro de Medellín, donde se evaluó la viabilidad técnica para la instalación de un nuevo punto de monitoreo de deformaciones.

Por otro lado, se elaboró un informe relacionado con el monitoreo del punto La Salinas en Caldas, donde se detectó movimiento reciente de material y el uso de maquinaria pesada, lo que podría incrementar el riesgo de deslizamientos previos. Adicionalmente, se preparó un reporte para solicitar el retiro del sensor GNSS instalado en el movimiento en masa de La Montañita, en San Antonio de Prado. Por último, se participó en reuniones con el DAGRD y personal de AMVA para abordar las afectaciones por deslizamientos en San Antonio de Prado, y se exploraron oportunidades para la instalación de puntos de

monitoreo adicionales en áreas de interés.

Los detalles de los reportes técnicos se pueden consultar en los siguientes enlaces:

- [Reporte Normal Superior, Copacabana](#)
- [Reporte La Salinas, Caldas](#)
- [Reporte La Montañita, San Antonio de Prado](#)
- [Reporte Quebrada La Tinaja, Medellín](#)

WP2.1.9. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

En lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el territorio metropolitano y fuera de él, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, debido a que se encuentra en el apartado WP2.1 sobre Medición y Seguimiento, se plasman las actividades y gestiones adelantadas para el mantenimiento y la renovación tecnológica de los equipos y periféricos necesarios para el uso de los VANTs.

Durante el mes de septiembre se efectuaron diez (10) acciones enfocadas al mantenimiento y renovación tecnológica, cuatro (4) aclarando diferentes solicitudes de compra realizadas en meses anteriores, y tres (3) en el mantenimiento general del UAS Matrice 300 RTK. Además, se adelantó una (1) reunión con el equipo de Sistemas para actualizar y renovar la base de datos del equipo. Finalmente, se solicitaron dos (2) elementos de seguridad, con el fin de ingresar a las instalaciones de la empresa Metro de Medellín, para la realización de un sobrevuelo en espacios confinados y de difícil acceso. Respecto al mantenimiento del Matrice 300 RTK, no se encontraron novedades en el equipo, pero sí en el cargador de baterías. Los detalles de estas acciones, adelantadas a lo largo de la presente vigencia, se pueden ver en el enlace [mantenimiento y renovación tecnológica](#).

WP2.1.10. Brindar apoyo a la Entidad para el acompañamiento en la atención de emergencias

Durante el mes de septiembre, se elaboraron los siguientes reportes y se generaron alertas tempranas que fueron enviadas a los organismos gestores del riesgo a través de diferentes grupos de WhatsApp destinados para tal fin.

Tabla 11.5: Resumen de reportes a organismos de gestión del riesgo del Valle de Aburrá.

Tipo de reporte	Número
Reportes de precipitación	170
Reportes de nivel	63
Informes eventos precipitación	25
Reportes de vientos	5
Reportes de descargas eléctricas	4
Reportes de granizo o precipitación sólida	16
Reportes de deprimidos viales	2
Reportes de incendios	18
Condiciones meteorológicas	0
Reportes de red pluviométrica	0

Para información más detallada, consultar el siguiente link: [Reportes](#)

En cuanto al equipo de Teledetección, en el mes de septiembre se activó al mismo en una (1) ocasión, el cual atendió con carácter de urgencia el evento asociado a un movimiento en masa en la vereda Hatoviejo del municipio de Bello. El compilado de apoyos realizados por el equipo se encuentra en el enlace [apoyo a la atención de emergencias](#).

WP2.2. Fortalecimiento

WP2.2.1. (Calidad del aire) Implementar y fortalecer las estrategias tecnológicas, logísticas y operativas para garantizar el correcto funcionamiento de las redes de Calidad de Aire y Ruido Ambiental, y el programa de Ciudadanos Científicos

Fortalecimiento de la red de calidad del aire. Se apoyó el equipo de Calidad del Aire en la recopilación y transferencia de conocimiento de sensores de gases de bajo costo, información relevante al funcionamiento, ecuaciones de calibración y rangos de medición, todo esto para el correcto análisis del comportamiento de estos sensores.

Adicional a lo anterior, se realizó modificaciones a tarjeta electrónica para la lectura de los sensores de gases de la marca Honeywell.

Por último, se realizó el ensamble de tres (3) sistemas de adquisición y visualización de datos para los sensores de humedad y temperatura MetOne 083/085A.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá está constituida por 36 puntos de monitoreo distribuidos en los 10 municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá. Estos puntos de monitoreo están dotados de equipos tanto automáticos como manuales, los cuales permiten hacer seguimiento de los contaminantes criterio definidos en la Resolución 2254 de 2017, por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. La Red de Monitoreo de Calidad de Aire se complementa con la información obtenida de la Red de Monitoreo de Ruido ambiental compuesta por 7 estaciones.

Todos los resultados arrojados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire están en los informes de operación mensuales, que se encuentran a disposición de la supervisión en el enlace [Informes de operación](#)

Indicadores de captación de datos

Red de Calidad de aire

El seguimiento continuo de los reportes de las estaciones de calidad del aire, permite establecer un porcentaje de datos válidos para cada analizador. Este indicador es afectado, entre otras variables, por la cantidad de datos faltantes relacionadas con las actividades de monitoreo y verificación intermedia, posibles interrupciones en el fluido eléctrico de las estaciones, así como por la calificación realizada por el equipo de analistas de datos de la Red de monitoreo de Calidad del Aire a partir de los procedimientos de validación establecidos. En este sentido, en la Tabla 12.1 se presenta, para el mes de septiembre de 2024, el porcentaje de datos válidos para cada variable medida por las estaciones que hacen parte de la Red de Monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá. Según los resultados mostrados, los analizadores de NO, NO₂ y NO_x de la estación CEN-TRAF, los sensores de NO₂ y PM10 de GIR-EPM, y los equipos de ozono de las estaciones MED-MIRA e ITA-CONC, presentaron porcentajes de datos válidos inferiores al

75 %, por las siguientes razones:

En el caso de la estación ITA-CONC, la cabina refrigerada donde se encuentra el analizador de ozono, presentó averías con el aire acondicionado, el cual mantiene las temperaturas para la correcta operación del mismo. Según el diagnóstico de los proveedores al momento de revisarlo, indicaron que es necesario reemplazar todo el sistema. Por lo anterior y debido a las altas temperaturas que puede alcanzar a tener el interior de la cabina, se decidió apagar el analizador, para proteger la integridad del mismo, hasta que se realice la actividad correctiva del aire acondicionado.

El sensor de NO₂ de la estación CEN-TRAF presentó intermitencias en las mediciones, que según los diagnósticos realizados por los profesionales técnicos, se debían a fallas con el sistema de entrada de muestra. En las pruebas realizadas se encuentra una fuga en la línea de entrada a la cámara de reacción, por lo cual se hizo el ajuste a las conexiones e inspección de los orificios críticos. Luego del mantenimiento correctivo se realizó verificación multipunto con el fin de validar la linealidad del equipo y por ende la validez de los datos.

Por otro lado, el sensor de NO₂ ubicado en la estación GIR-EPM, de acuerdo a la validación de datos que se realizó para este mes, presentó mediciones negativas, generando así la invalidación de los mismos. Entre las acciones correctivas por parte del equipo técnico, se realizó el mantenimiento general de la cámara de reacción, al igual que la inspección y mantenimiento del recinto del tubo fotomultiplicador, limpiando la suciedad y cambiando el gel de sílice para evitar la generación de humedad dentro de la unidad. Para finalizar, se realiza una verificación multipunto validando el correcto funcionamiento del analizador. En el caso del equipo monitor de PM10, presentó fallas con el panel posterior, el cual tiene las entradas de medición de los sensores externos y también las conexiones para la comunicación del analizador con el datalogger, lo que no permitió el reporte de las mediciones realizadas. Como actividades correctivas, estuvo el cambio de la tarjeta electrónica del panel posterior y configuración de parámetros de operación, finalizando así con la instalación y verificación del mismo.

Por último, para el analizador de ozono de la estación MED-MIRA, durante las verificaciones o monitoreos intermedios se identificó que los parámetros que determinan la linealidad del equipo, están fuera de rango, lo que puede ocasionar inconsistencias en las mediciones. El equipo técnico al identificar esta novedad en el analizador, decidió llevar el equipo al área de análisis y pruebas con el fin de realizar un mantenimiento completo a todos los componentes internos del mismo. Entre las acciones correctivas se realizó el reemplazo del sistema neumático, la limpieza del fotómetro y del porta filtro de partículas, y el reemplazo de la válvula de referencia. Luego de realizar los ajustes, se verificó la condición multipunto ajustando los parámetros y garantizando así la linealidad del equipo.

Tabla 12.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes.

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO	SO ₂	PM2.5(s)	PM10(s)
BAR-TORR	93.1									
BAR-PDLA						99.2				
GIR-EPM	97.4	73.2	84.6	73.4	84.7	98.5	98.6	93.8		
COP-HSMA										90.0
COP-CVID	95.0									
BEL-FEVE	93.1									
BEL-JEGA									100.0	
BEL-USBV		99.4				98.8				
MED-ARAN	97.1									

Tabla 12.1: Porcentaje de datos válidos para los contaminantes.

Estaciones	PM2.5	PM10	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO	SO ₂	PM2.5(s)	PM10(s)
MED-SCRI	96.7									
MED-FISC	95.4		98.5	98.5	98.5	98.5		96.9		
MED-VILL	92.5									
CEN-TRAF	95.6	87.8	62.6	62.6	62.6			98.6		
MED-CORA										100.0
MED-EXSA		98.8								
MED-BEME	94.2									
MED-SELE	82.9									
MED-UDEM						93.6				
MED-MIRA						70.4				100.0
MED-ALTA	93.5	91.9	91.9	91.9	91.9					
MED-PJIC		98.5	98.5	98.5	98.5		99.3		100.0	100.0
MED-CES	88.6					97.2				
MED-TESO	95.0									
ITA-PTAR										90.0
ITA-POGO		98.9								100.0
ITA-CJUS	87.8		93.1	93.1	93.1			99.0		
ITA-CONC	98.5	96.1				33.9				
ENV-HOSP	97.8									
EST-MAGO										80.0
EST-HOSP	96.8									
SAB-RAME	95.0									
EST-TABL	90.4									
CAL-JOAR	95.0									100.0

Red de Ciudadanos Científicos

Ciudadanos Científicos - Nubes

Durante el mes de septiembre de 2024 se realizaron 128 intervenciones a las Nubes de la Red de Ciudadanos Científicos, incluyendo mantenimiento correctivo y/o actualización de software de acuerdo con los requerimientos de cada Nube. La Figura 12.1 muestra el porcentaje de nubes que enviaron datos al menos una vez cada día del mes. Las franjas grises de la Figura indican los días de fin de semana, en los cuales, en términos generales, se ve una disminución en el porcentaje de nubes activas que puede deberse a situaciones en las cuales los ciudadanos suspenden el fluido eléctrico del sensor porque van a dejar la vivienda sola durante esos días.

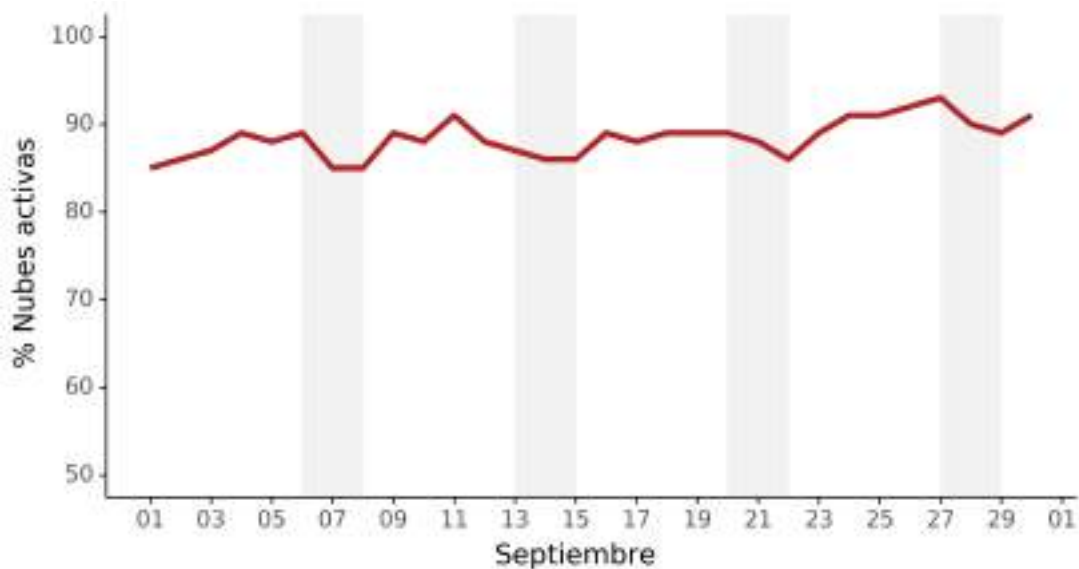


Figura 12.1: Porcentaje de Nubes activas al menos una vez durante el mes de septiembre de 2024.

De las 266 Nubes instaladas, 227 estuvieron activas al menos una vez durante el mes, lo que equivale al 85 % de los sensores instalados. En cuanto a las Nubes restantes del total del programa, éstas se encuentran fuera de operación y en proceso de calibración y/o mantenimiento. La Figura 12.2 muestra el ciclo semanal de Nubes que estuvieron activas al menos una vez durante el mes de septiembre. El margen de confianza graficado es del 95 %, es decir, se muestra la variabilidad del 95 % de los datos alrededor del promedio semanal.

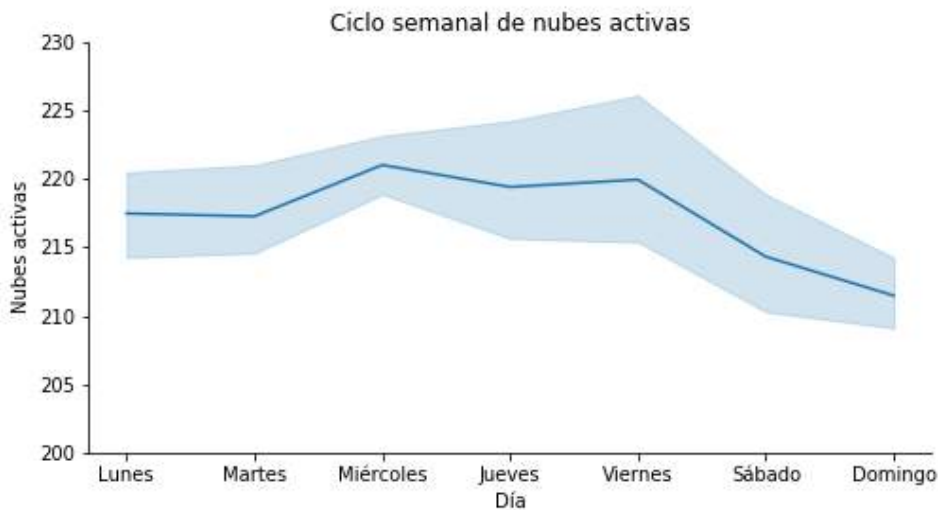


Figura 12.2: Ciclo semanal de número de Nubes activas durante el mes de septiembre de 2024.

La Tabla 12.2 presenta el número de Nubes activas y que enviaron datos durante más del 50 % del mes, es decir, aquellas que estuvieron activas la mayor parte del tiempo para un total de 206 lo que equivale al 74.4 % de las Nubes instaladas. La información se presenta clasificada por municipio.

Tabla 12.2: Nubes activas durante el mes de septiembre de 2024, discretizadas por municipio del Valle de Aburrá.

Municipios	Número de nubes activas	Número de nubes instaladas
Barbosa	7	8
Bello	15	19
Caldas	8	8
Copacabana	10	12
Envigado	21	28
Girardota	12	21
Itagüí	12	17
La Estrella	16	19
Medellín	94	121
Sabaneta	11	13

Ciudadanos Científicos en Bicicleta

Durante el mes de septiembre de 2024, 14 sensores instalados en bicicleta, de un total de 35 sensores asignados, enviaron datos al menos un día al mes. En promedio, 3 sensores enviaron datos cada día del mes de septiembre como se presenta en la Figura 12.3.

Como parte de las actividades del Contrato de Ciencia y Tecnología CCT 016 de 2024, desde el equipo de Gestión Ambiental del Área Metropolitana y el equipo de Calidad del Aire del proyecto SIATA, se está trabajado articuladamente en estrategias que permitan el fortalecimiento de la Red de Ciudadanos Científicos en Bicicleta, teniendo en cuenta el número de sensores asignados y sensores activos. Estas estrategias han incluido conversaciones con colectivos de bicicleta. Este mes se realizó una reunión con los colectivos BiciÁngel y el Club de Bicicletas Antiguas de Sabaneta con el fin de convocar y animar a sus integrantes a hacer parte de la estrategia. Así mismo, se está a la espera de la activación desde el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, de los Planes Empresariales de Movilidad Sostenible (MES) que permitan evaluar la inclusión de nuevos integrantes a esta red. A pesar de lo anterior, se resalta que el grupo técnico encargado del proyecto Ciudadanos Científicos en Bicicleta, realiza contacto permanente con los usuarios, motivando al uso de estos sensores, buscando canales de comunicación e incentivándolos frente a la importancia de los datos, que esta iniciativa del proyecto SIATA ha implementado.

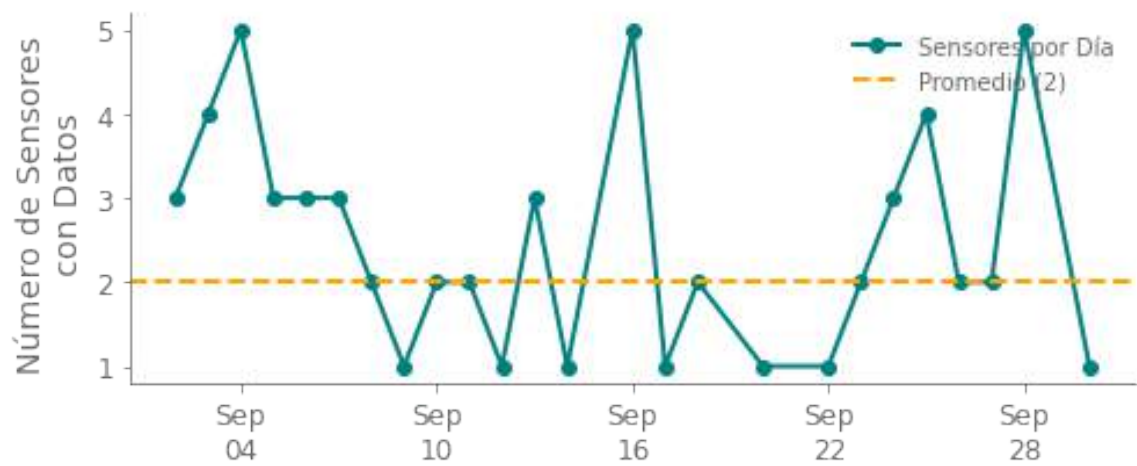


Figura 12.3: Balance de los sensores instalados en Bicicletas de la Red de Ciudadanos Científicos para el mes de septiembre de 2024.

Soporte general de la red de Ciudadanos Científicos

Durante el mes de septiembre de 2024, se realizaron 128 actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos relacionadas con los sensores fijos y 3 actividades relacionadas con los sensores móviles, como se presenta en la Figura 12.4.

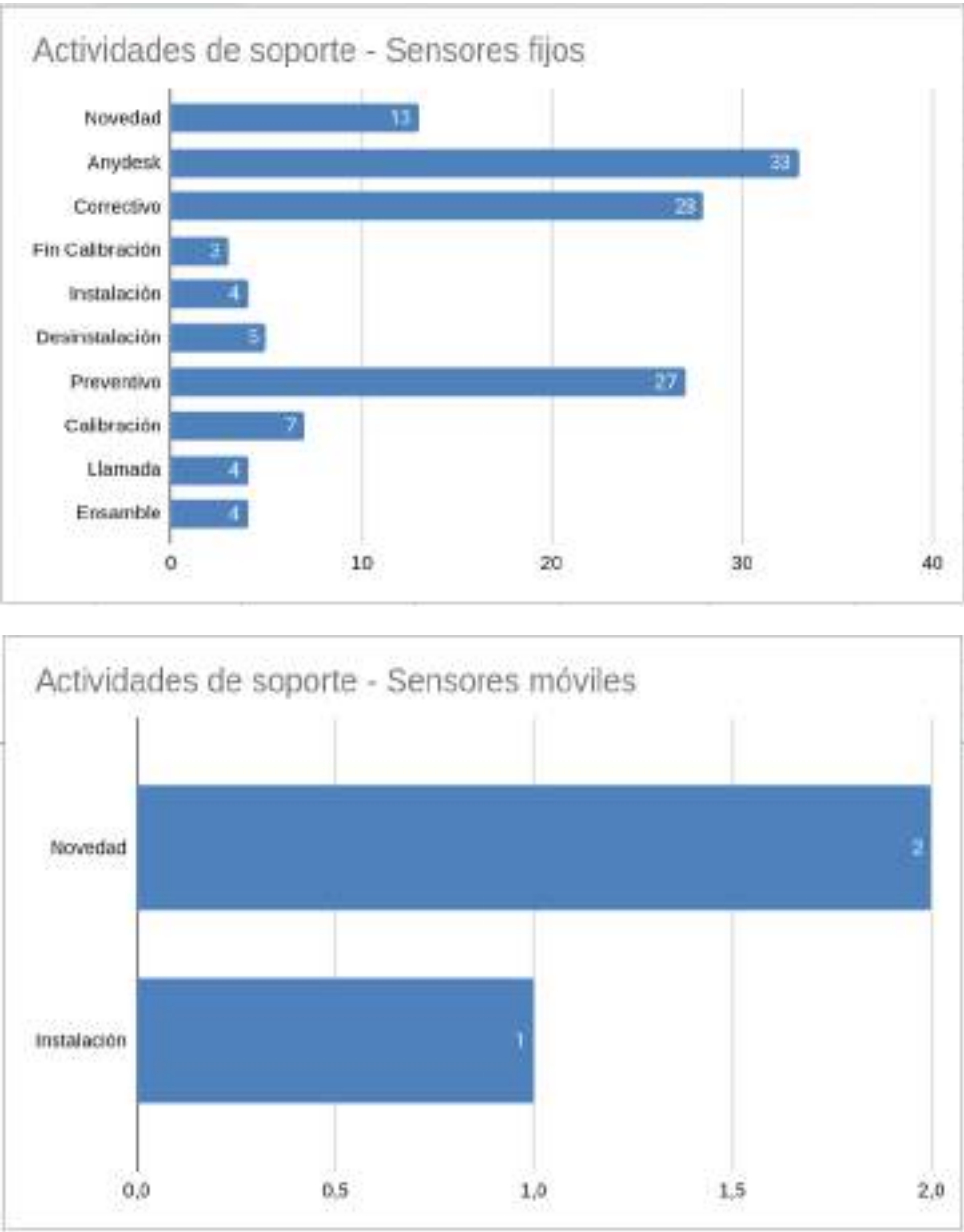


Figura 12.4: Actividades de soporte a la red de Ciudadanos Científicos durante el mes de mayo de 2024.

Datos meteorológicos

La Tabla 12.3 muestra el porcentaje de datos válidos para las variables meteorológicas en cada una de las estaciones de monitoreo. En esta tabla, P es presión atmosférica, PPT es precipitación, T es temperatura del aire, RG es radiación solar global, HR representa humedad relativa, VV es la velocidad del viento, y DV es la dirección del viento. Según los resultados mostrados, el sensor de humedad relativa de la

estación BEL-USBV, la totalidad de sensores de las estaciones MED-UDEM, MED-PJIC, ITA-CONC y SAB-RAME, reportaron un porcentaje de datos válidos inferior al 75 %.

Las estaciones MED-UDEM, ITA-CONC y MED-PJIC, estuvieron en pruebas de calibración desde el día 5 hasta el día 25 de septiembre, mientras que la estación SAB-RAME, estuvo sin datos 10 días por que tenía el modem bloqueado desde el día 5 hasta el día 16 de septiembre.

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

Tabla 12.3: Porcentaje de datos válidos Meteorología.

Estaciones	P	PPT	T	RG	HR	VV	DV
BAR-PDLA	96.8	96.8	96.8		96.8	96.7	96.8
GIR-EPM	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
COP-CVID	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
BEL-USBV	96.8		99.4	100.0	19.2	91.2	100.0
MED-PBLQ	100.0	100.0	100.0		100.0	99.9	100.0
MED-FISC	88.5	88.5	88.5		88.5	88.5	88.5
MED-UDEM	32.9	32.9	32.9		32.9	32.9	32.9
MED-MIRA	100.0	100.0	100.0		100.0	99.6	100.0
MED-PJIC	23.3	23.3	23.3		23.3	23.3	23.3
ITA-CJUS	97.6		98.9	100.0	100.0	88.9	95.8
ITA-CONC	19.7	19.7	19.7		19.7	19.7	19.7
SAB-RAME	61.1	61.1	61.1		61.1	61.0	61.1

Red de Ruido Ambiental

En la Figura 12.5 y en la Tabla 12.4 se presenta el porcentaje de datos de nivel de presión sonora válidos, inválidos o faltantes, además del porcentaje de datos válidos para los datos de niveles de presión sonora diurnos y nocturnos, calculados a partir de los niveles de presión sonora horaria. El porcentaje de captación de datos horarios válidos para 1 de las 8 estaciones se encontró por debajo del 75 %.

La estación ubicada en la farmacia Botica Junin del municipio de Girardota (GIR-BOTJ) presentó dificultades para el ingreso a la estación desde el 1 de septiembre de 2024 y debió ser retirada el 19 de septiembre por solicitud de la farmacia, por lo que no contó con datos para el mes de septiembre de 2024 y deberá ser reubicada. Adicionalmente la estación BEL-USBV presentó porcentajes de datos válidos inferiores al 75 % debido a inconvenientes con la memoria de almacenamiento de datos, entre el 6 y el 12 de septiembre de 2024, no lográndose cumplir con la meta del 75 % de datos válidos para las variables LRAeqH, LRAeqD y LRAeqN.

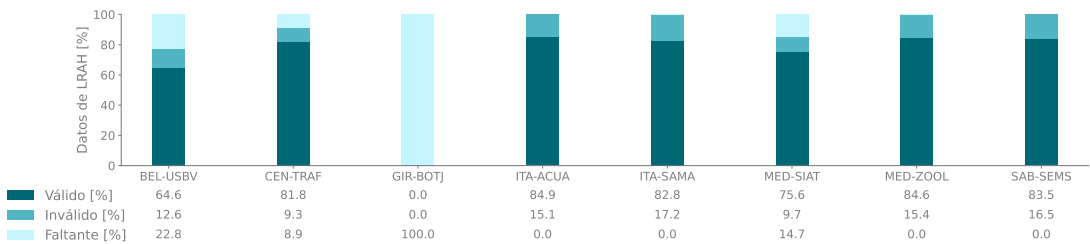


Figura 12.5: Datos captados válidos e inválidos del nivel de presión sonora horaria en el Valle de Aburrá para el mes de septiembre de 2024.

Tabla 12.4: Porcentaje de datos válidos de la Red de Ruido Ambiental para el mes de septiembre del 2024

Estaciones	LRAeqh	LRAeq, d	LRAeq, n
GIR-BOTJ	0.0	0.0	0.0
BEL-USBV	64.6	80.0	76.7
MED-SIAT	75.6	86.7	73.3
CEN-TRAF	81.8	100.0	90.0
MED-ZOOL	84.6	100.0	86.7
ITA-SAMA	82.8	100.0	90.0
ITA-ACUA	84.9	100.0	93.3
SAB-SEMS	83.5	100.0	90.0

Comportamiento del nivel de presión sonora a partir de las nubes de Ciudadanos Científicos.

Durante el mes de septiembre del 2024 la red de Ciudadanos Científicos contó con 205 sensores de ruido instalados que transmitieron al menos un dato durante el mes en puntos de monitoreo ubicados en viviendas, oficinas e instituciones educativas que acogieron de manera voluntaria un sensor de bajo costo o *nube* como es conocido comúnmente el dispositivo, desarrollado por el SIATA.



Las Figuras 12.6 a 12.8 presentan la mediana del nivel de presión sonora para diferentes zonas de los municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá, durante el mes de septiembre del año 2024, calculada teniendo en cuenta las nubes que operaron durante el mes en los diferentes municipios. Las zonas se encuentran definidas de la siguiente manera:

- Zona Norte: estaciones ubicadas en los municipios de Girardota, Copacabana y Barbosa, con un total de 31 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Bello: estaciones ubicadas en el municipio de Bello, con un total de 15 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Zona Sur: estaciones ubicadas en los municipios de Sabaneta, Itagüí y Caldas, con un total de 33 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Envigado: estaciones ubicadas en el municipio de Envigado, con un total de 19 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- La Estrella: estaciones ubicadas en el municipio de La Estrella, con un total de 19 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Sur: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios Belén, El Poblado, Guayabal y Altavista con un total de 34 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Centro: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios La América, Buenos Aires, San Javier, Laureles, Estadio, Villa Hermosa, La Candelaria y el corregimiento de Santa Elena con un total de 27 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.
- Medellín Norte: estaciones ubicadas en el municipio de Medellín, en los barrios Robledo, Doce de Octubre, Castilla, Aranjuez, Manrique, la zona Nororiental, y el corregimiento de San Cristobal con un total de 27 estaciones de Ciudadanos Científicos con sensor de ruido.

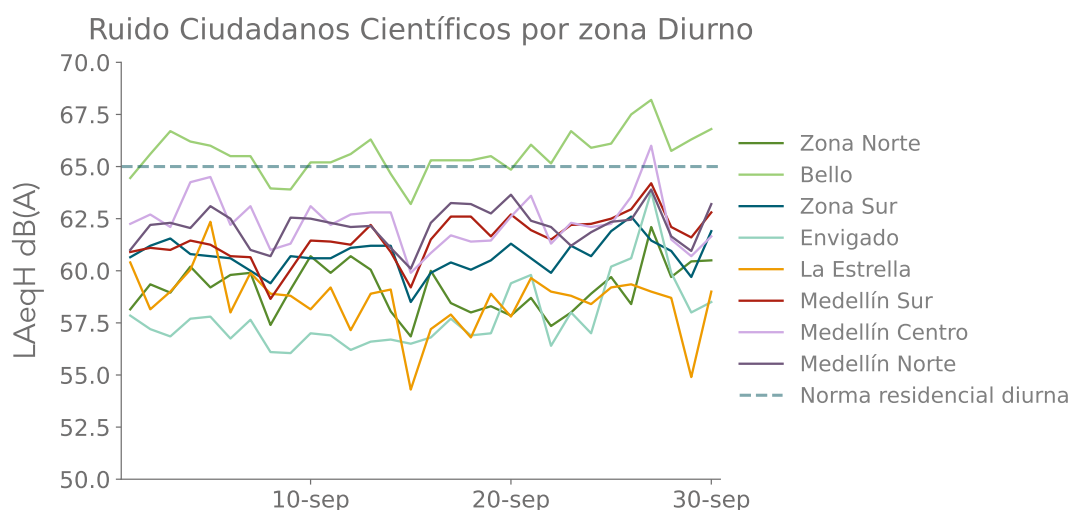


Figura 12.6: Serie de tiempo diurna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de septiembre de 2024.

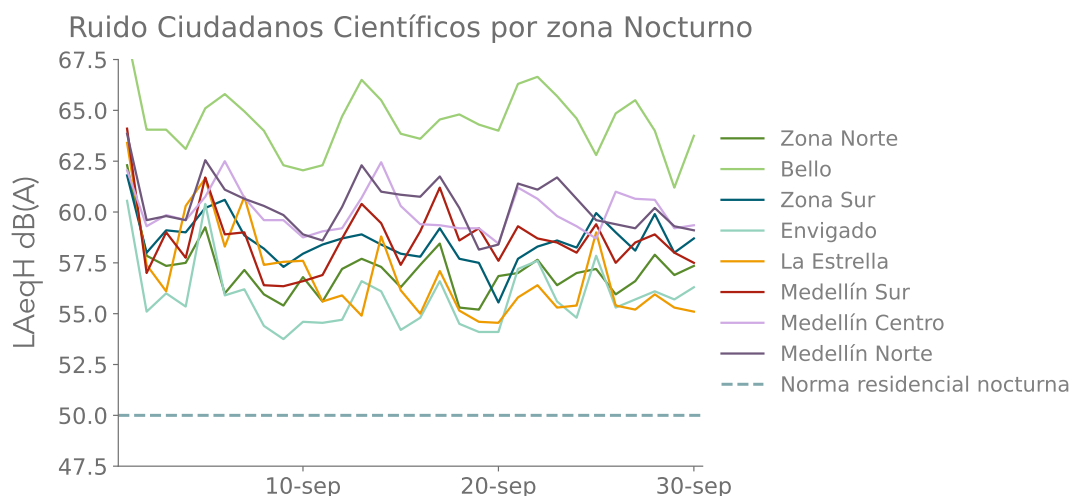


Figura 12.7: Serie de tiempo nocturna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de septiembre de 2024.

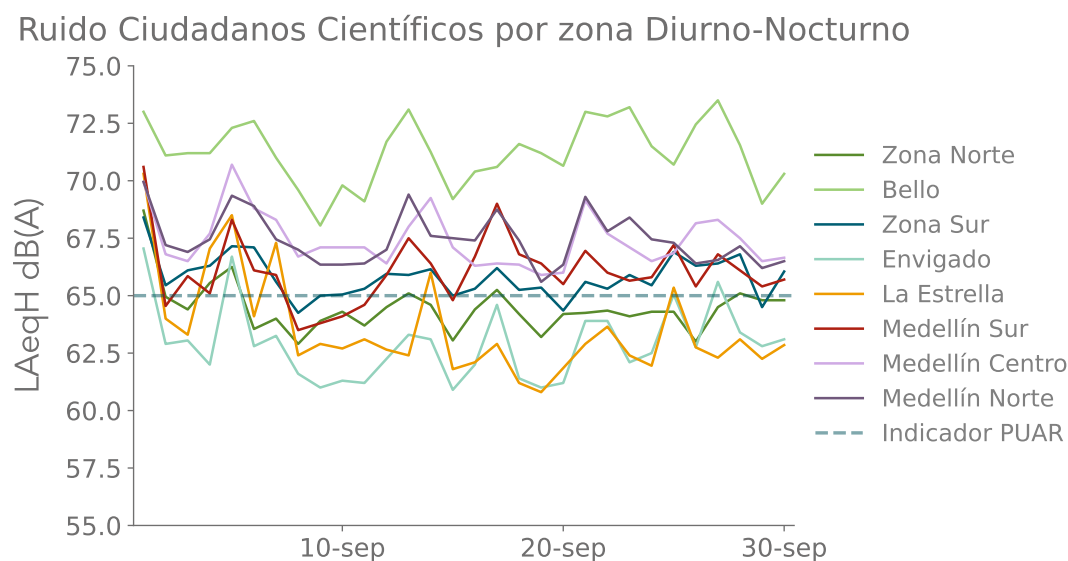


Figura 12.8: Serie de tiempo diurna-nocturna por zonas de los sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos para el mes de septiembre de 2024.

En las Figuras 12.6 a 12.8 es posible observar que la mediana del nivel de presión sonora varía entre 54 y 68 dBA durante el período diurno, entre 53 y 68 dBA durante el período nocturno, y entre 60 y 73 dBA para el indicador diurno-nocturno.

En las Figuras 12.9 y 12.10 se presentan los resultados del nivel de presión sonora promedio (LAeq) diurno y nocturno para las nubes de Ciudadanos Científicos que entregaron datos durante el mes de septiembre

de 2024. Es importante resaltar que los valores presentados corresponden al promedio energético de los días en los cuales cada estación entregó datos.

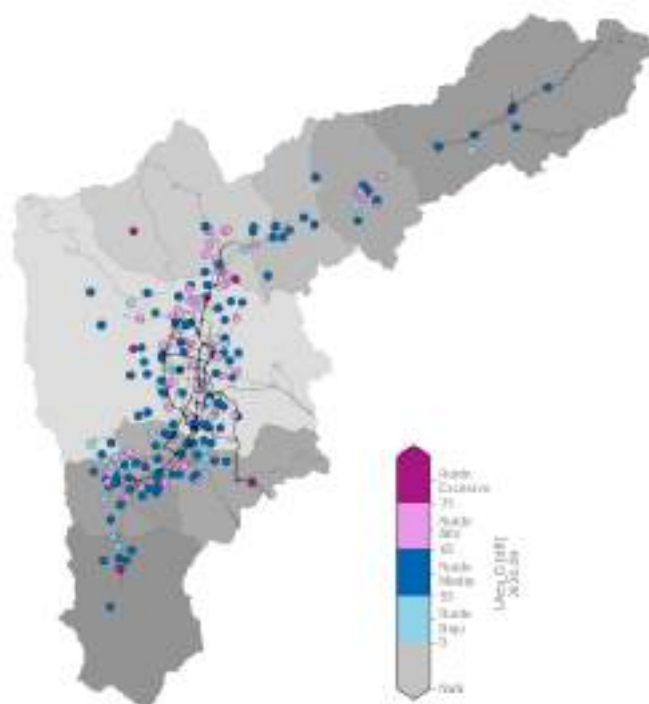


Figura 12.9: Mapa de los valores de LAeq promedio mensual diurno obtenidos con la Red de Ciudadanos Científicos para septiembre de 2024.

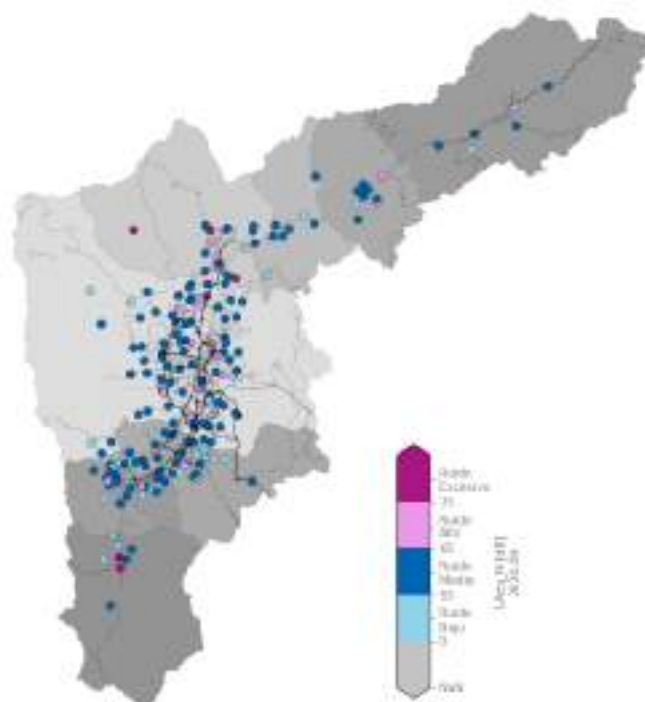


Figura 12.10: Mapa de los valores de LAeq promedio mensual nocturno obtenidos con la Red de Ciudadanos Científicos para septiembre de 2024.

Finalmente, en la Tabla 12.5 se presenta el número de nubes de Ciudadanos Científicos que entregaron datos diarios de ruido para al menos la mitad de días del mes de septiembre del 2024.

Tabla 12.5: Sensores de ruido de la red de Ciudadanos Científicos activos durante el mes de septiembre del 2024

Municipios	Número de nubes activas
Barbosa	7
Bello	13
Caldas	8
Copacabana	9
Envigado	19
Girardota	11
Itagui	12
La Estrella	15
Medellín	89
Sabaneta	11

WP2.2.2. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos registrados en las redes hidrometeorológicas

Desde el equipo de Calidad de Datos se lleva a cabo un constante avance en el desarrollo de herramientas para la evaluación de la calidad de los datos en tiempo real, y la detección y seguimiento de problemas en la red de monitoreo hidrometeorológico. En el mes de septiembre se realizaron 9 herramientas de desarrollo de código y 23 actividades involucradas en los procesos de calidad del dato, las cuales se realizan con periodicidades diaria, semanal y mensual. Para mayor detalle se puede consultar: [Calidad Datos](#).

WP2.2.3. (Calidad del aire) Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad y validez de los datos registrados en la red de Calidad del Aire

Herramientas de análisis para el monitoreo de la Calidad del Aire. Durante el mes de septiembre se tuvieron en operación los equipos de monitoreo atmosférico que permitieron mantener actualizada la herramienta para el análisis integral de la calidad del aire: equipos de monitoreo de PM2.5 (23), Equipos de monitoreo de black carbon (3), equipos de monitoreo de carbono total (2), sensores de la red ciudadanos científicos (aprox 300), radar meteorológico (1), ceilómetros (4), radar de vientos (1), piranómetros (5), entre otros.

WP2.2.4. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información

La base de datos empleada para dar respuesta a las solicitudes de información, especialmente las relacionadas con los registros históricos de las distintas redes hidrometeorológicas, es actualizada mensualmente teniendo en cuenta el último mes con evaluación de la calidad exhaustiva. De igual forma, esta información es almacenada periódicamente en los servidores del proyecto SIATA.

Adicionalmente, el seguimiento del correcto funcionamiento de la herramienta de descargas disponible al público es una tarea que se realiza en conjunto con el equipo de Sistemas, teniendo en cuenta las retroalimentaciones recibidas por parte de los usuarios. La documentación relacionada con estas actividades de seguimiento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Seguimiento descargas](#).

WP2.2.5. Proveer sostenibilidad a las redes

Durante el mes de septiembre, se brindaron todos los consumibles y repuestos necesarios para llevar a cabo las instalaciones y mantenimientos a las estaciones de monitoreo. En el enlace [Detalle de inventarios septiembre 2024](#) se puede visualizar el detalle y cantidades consumidas durante el mes de septiembre con su comparativo.

En el marco del fortalecimiento y la expansión de la **red de monitoreo estructural**, se realizaron las siguientes actividades en torno a la selección de la nueva edificación para instrumentación sísmica y monitoreo permanente:

- De acuerdo con los edificios propuestos entre los profesionales del equipo de Asistencia Técnica y Gestión del Riesgo Sísmico del AMVA y el equipo de Ingeniería Sísmica, se seleccionaron veinte (20) edificaciones, dos (2) por cada municipio, a los que se les entregará una carta formal de invitación.
- Con aprobación interna de la coordinación de Geociencias se hace envío de las cartas de presentación/invitación a la supervisión para su respectiva revisión y aprobación. Las cartas se reciben radicadas por parte de AMVA el 30 de septiembre de 2024.

Nota: es importante anotar que para el municipio de Envigado, que en principio se había seleccionado la nueva alcaldía (aún en construcción), ésta fue reemplazada por la Clínica de la Policía Nacional. Lo anterior fundamentado en la logística y responsabilidad contractual de la instrumentación sísmica prevista para la presente vigencia por parte del equipo Ingeniería Sísmica.

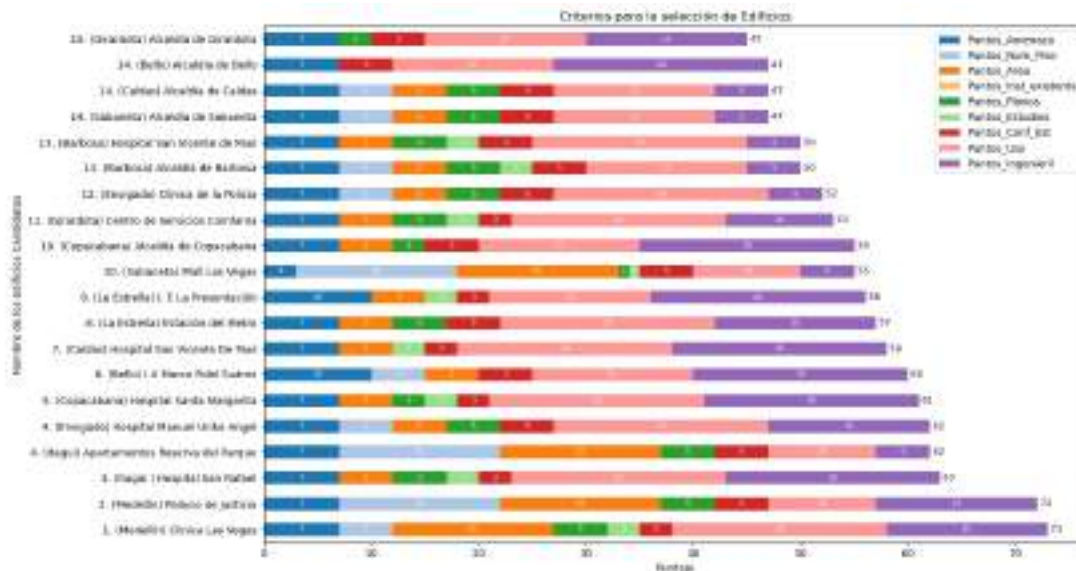


Figura 12.11: Aplicación de la matriz de selección de edificios. Los edificios mostrados son aquellos primeros candidatos seleccionados para realizar la logística y acercamiento para la implementación de instrumentación sísmica permanente y realización de pruebas de vibración ambiental.

WP2.2.7. Garantizar el seguimiento de las redes de monitoreo sísmico

El 10 de julio se realizó la visita al sitio de reubicación de la estación La Tasajera (TAS) en un túnel auxiliar de la Central Hidroeléctrica del mismo nombre, conocido como Ventana 2, a una distancia aproximada de 1 km del punto actual. El personal que realizó la visita hace parte de los equipos de Infraestructura, Mantenimiento e Ingeniería Sísmica del proyecto SIATA, así como del área de Mantenimiento y Operación de Empresas Públicas de Medellín (Grupo EPM). Esta evaluación sirvió para definir el punto exacto de reubicación dentro del túnel, las obras a realizar y los materiales necesarios para su ejecución, además del tiempo en el cual se realizará la obra, que estaba prevista para finales de agosto e inicios de septiembre del presente año. No obstante, sujeto a procesos de oferta y contratación, se estima que la instalación deba ser realizada para finales del mes de octubre y mediados del mes de noviembre. La reinstalación del sensor de la estación La Tasajera se encuentra sujeta a las obras necesarias que se encuentran en proceso de contratación.

Con relación a la estación sismológica de Santa Elena (ESE), que se recuerda fue visitada en el mes de julio con el fin de evaluar anomalías presentadas en sus registros y para la cual se llevó a cabo una nueva visita el día 21 de agosto, se concluyó que es necesario cambiarla de sitio donde los registros no se vean alterados por algún tipo de excitación no identificada. El lugar para su reubicación fue identificado dentro del mismo predio donde se encontraba inicialmente el sensor. En éste es necesario disponer de obras menores para su respectiva instalación y alimentación a la energía. El proceso de compra de todos los elementos necesarios para realizar esta instalación se encuentra finalizado y las obras de adecuación y reubicación están sujetas a los respectivos permisos de AEROCIVIL.

WP2.2.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales

En el mes que se documenta, se atendieron solicitudes de usuarios que requirieron mejorar el rendimiento de servidores sobre los cuales se hacen actividades de registro, consulta y procesamiento de datos, así como de servicios de aplicación y firewall. Para lograr esto, se realizaron acciones de balanceo de cargas para, principalmente, obtener mejores tiempo de respuesta. Además, se atendieron solicitudes de creación de usuarios, actualizaciones de sistemas operativos, creación de librerías y otras actividades de apoyo a la implementación y pruebas de servicios de aplicaciones y plataformas de software.

Se terminó el proceso de compra de tres (3) servidores presupuestados para esta vigencia. Se espera que finalizando el mes de noviembre ingresen al almacén de EAFIT.

Se avanzó en la preparación de actividades y proyectos a proponer para la próxima vigencia en aras de mantener la continuidad del proyecto, los servicios que presta a los ciudadanos y organismos de riesgo, y la actualización tecnológica requerida.

WP2.2.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos

Se avanzó en el alistamiento del Repositorio Tipo 1 para lograr su despliegue en el mes de noviembre y poner la plataforma a disposición de usuarios del AMVA, SIATA y el DAGRD inicialmente.

Se inició el proceso de búsqueda de proveedores para contratar los servicios de Data Lake para poder implementar servicios de Catalogación, Gobierno, Calidad de Datos, y Distribución dinámica de reportes.

WP2.2.10. Optimizar los aplicativos de difusión de alertas en tiempo real

En el mes que se documenta, se atendieron solicitudes de desarrollo y mantenimiento de software que aseguran la continuidad del proyecto. Estos desarrollos están asociados a aplicaciones de apoyo a la gestión del proyecto y procesos de análisis y divulgación de los datos misionales del mismo.

De forma especial se hizo una adaptación de las aplicaciones de Geoportal para ciudadanos y nuevo Sitio Web SIATA, que ya estaban a punto de ser desplegadas y lanzadas. Debido a que la conectividad entre Casa SIATA y Torre tuvo un fallo tecnológico que impacta directamente el rendimiento requerido de este tipo aplicativos, se rediseñó la arquitectura de los mismos en la nube de AWS para poder garantizar su estabilidad al momento de ser desplegados para usuarios reales en línea.

Se avanzó en el desarrollo del prototipo funcional de la nueva APP SIATA. Este será una versión en prueba, que se liberará de forma restrictiva a nivel interno (versión Alfa evaluativa) en un grupo experimental restringido. Se espera, con base en los resultados de las pruebas, implementar los ajustes requeridos. Se espera que entre los meses de enero y marzo de 2025 se tenga una primera versión para ser desplegada a usuarios finales.

Se avanzó en la preparación de actividades y proyectos a proponer para la próxima vigencia, en aras de mantener la continuidad del proyecto, los servicios que presta a los ciudadanos y organismos de riesgo, y la actualización tecnológica requerida.

WP2.2.11. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información Internet de las Cosas - IoT)

Fortalecimiento en el uso de nuevas tecnologías para la transmisión de la información en las estaciones del proyecto SIATA. Buscando estar a la vanguardia en tecnologías de transmisión de la información IoT y, a su vez, fortalecer las redes existentes, durante este mes se realizaron las siguientes actividades:

- **Sistema de alta disponibilidad con el bróker RabbitMQ:** para el mes de septiembre se desarrolló software para consumir las colas de información de las redes meteorológicas Thies, Vaisala y de pruebas. Adicionalmente, para las red de disdrómetros Thies, las estaciones de fuentes fijas de calidad del aire y la red de humedad de suelo para los sensores Stevens. Para los consumidores anteriores se les creó adicionalmente servicios para realizar su ejecución controlada cada minuto y tratando de evitar bloqueos al sistema.
- **Red alterna LoRaWAN para la transmisión de la información:** Durante el presente mes, se continuó con el análisis de esta solución de conectividad en la vereda San Fernando para la posible instalación de un SATC, contigua a la vereda La Valeria en el municipio de Caldas. Adicionalmente, se procesó la información obtenida por el equipo de Drones en la vereda El Salado de San Antonio de Prado, en donde se determinaron algunos puntos para la posible instalación del gateway LoRa. También se consolidó la base de datos para LoRa, en donde se busca concatenar toda la información de cada red instalada. Con esta información en base de datos, se inició el proceso de implementación de un *dashboard* mediante el uso del framework Grafana, en el cual se pueda visualizar algunas métricas de las conexiones LoRa y evaluar la calidad de éstas. Por último, se desarrolló software para estaciones con el módulo ESP32 pluvio y nivel para envío de datos usando tecnología LoRa.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.2.12. Propender por la actualización tecnológica, el mejoramiento y la densificación de las redes de monitoreo

Buscando fortalecer las redes de monitoreo del SIATA, durante este mes se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Configuración de sensores meteorológicos Vaisala:** se realizó la configuración de dos (2) sensores meteorológicos Vaisala para su puesta en funcionamiento con una estación basada en tecnología Raspberry Pi.
- **Estaciones meteorológicas Thies:** se actualizó software de lectura de los sensores meteorológicos de la marca Thies, en donde se corrigen algunos valores anómalos en la velocidad máxima.
- **Molino de campo eléctrico:** con el fin de proteger el motor y el controlador del mismo, se diseñó un sistema electrónico de arranque el cual evita un inicio brusco y, por lo tanto, un sintético en la corriente el cual puede afectar la fuente de alimentación. Con lo anterior, se concluyó el ensamble del molino 4, el cual se instaló en el Parque Tres Aguas del municipio de Caldas. Por otro lado, buscando el fortalecimiento de dicha red de molinos, se desarrolló una tarjeta para la alimentación de los molinos de campo eléctrico con mejor funcionamiento que la actual. Por último, se comenzó con el ensamble del molino 6, el cual será instalado en el Parque de las Aguas en el municipio de Barbosa.
- **Apoyo en mantenimiento preventivo, correctivo y/o adaptativo:** se brindó apoyo a múltiples mantenimientos correctivos y preventivos, entre los cuales se puede destacar los piranómetros de Torre SIATA.
- **Revisión de funcionamiento para dos cámaras FLIR nuevas:** se verificó el funcionamiento de dos (2) cámaras térmicas nuevas de la serie FC-617. Se inspeccionó el estado físico de los dispositivos, se comprobó el acceso a la interfaz de configuración y se verificó que la imagen sea fluida. Las cámaras se encontraron en buenas condiciones para su instalación en campo.
- **Configuración de cámara térmica de la serie FH:** se realizó la configuración de una cámara de la marca FLIR, serie FH, que integra una cámara visible y una térmica. Se realizó la configuración de red para establecer comunicación a través de un radioenlace. Además, se brindó apoyo en la instalación del sistema en campo (Belén Las Mercedes).

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.3. Innovación

WP2.3.1. (Calidad del aire) Generar información complementaria a la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, a partir de la implementación de campañas de medición de variables físicoquímicas

Toda la información relacionada a las campañas de caracterización química y medición de compuestos tóxicos en el Valle de Aburrá, se especifican en el WP1.1.3.

WP2.3.2. Gestionar el intercambio de la información registrada por todas las redes de monitoreo del proyecto SIATA a través de la respuesta a las solicitudes de información

Desde el equipo de Calidad de Datos se han desarrollado distintas herramientas de carácter interno que permiten procesar y optimizar la descarga de datos históricos, esto para dar respuesta a aquellas solicitudes que requieran este volumen de información. En el siguiente enlace se puede obtener mayor información sobre las herramientas en mención: [Descargas históricos](#).

Así mismo, es importante mencionar que el registro y seguimiento de las solicitudes de información recibidas durante cada mes es llevado a cabo en el formato [Registro solicitudes](#). En este documento es posible observar el tiempo de respuesta, el tipo de usuario, la pertinencia con la herramienta de consulta de datos y la autorización para el intercambio de información. Cabe resaltar que para el periodo de tiempo en cuestión, se respondió un total de **70** solicitudes a través del correo solicitud.datos@siata.gov.co, donde predominan los requerimientos dentro de la categoría de *Entidad*. Mayor detalle puede ser consultado en: [Calidad Datos](#).

WP2.3.3. Proveer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de las diferentes redes de monitoreo

Durante el mes de septiembre, se llevó a cabo un total de **689 mantenimientos** en las diversas estaciones distribuidas en los municipios, de los cuales **593** correspondieron a mantenimientos preventivos y **96** a mantenimientos correctivos.

A continuación, se presenta un resumen de los trabajos realizados por municipio:

- **Barbosa:** se realizaron 51 mantenimientos, con un enfoque predominantemente preventivo, ya que 46 de ellos fueron de esta naturaleza, mientras que cinco (5) fueron correctivos.
- **Bello:** con un total de 65 mantenimientos, 55 fueron preventivos y 10 correctivos.
- **Caldas:** este municipio tuvo un balance de 43 mantenimientos, 41 preventivos y dos (2) correctivos, reflejando un enfoque marcado en la prevención.

- **Copacabana:** se llevaron a cabo 37 mantenimientos, de los cuales 36 fueron preventivos y sólo uno (1) fue correctivo.
- **Envigado:** de los 19 mantenimientos realizados, 15 fueron preventivos y cuatro (4) correctivos.
- **Girardota:** aquí se realizaron 30 mantenimientos, 28 preventivos y dos (2) correctivos.
- **Itagüí:** en este municipio se llevaron a cabo 32 mantenimientos, con 25 preventivos y siete (7) correctivos.
- **La Estrella:** se realizaron 47 mantenimientos en total, con 42 preventivos y cinco (5) correctivos.
- **Medellín:** con el mayor número de intervenciones, se realizaron 336 mantenimientos, distribuidos en 285 preventivos y 51 correctivos, reflejando un alto nivel de actividad en este municipio.
- **Sabaneta:** finalmente, este municipio tuvo 29 mantenimientos, 20 preventivos y nueve (9) correctivos.

WP2.3.4. Generar información oportuna sobre de los procesos físicos relacionados con la meteorología y climatología de la región

Estimación cuantitativa de precipitación a partir del radar

En términos del uso de modelos de Machine Learning para mejorar la estimación cuantitativa de la precipitación, se inició con una revisión de literatura. Wolfensberger et al. (2021) aplicaron el algoritmo Random Forest (RF) en una región de Suiza, utilizando datos de radar meteorológico y estaciones en tierra (pluviómetros). Los resultados mostraron que el RF redujo el sesgo en precipitaciones intensas, pero sobreestimó eventos leves. Rollenbeck et al. (2021) realizaron un estudio similar en Piura, Perú, también usando RF para mejorar las estimaciones de precipitación, y aunque su enfoque empírico fue más preciso en algunos casos, el RF demostró una mayor independencia de los datos en tiempo real. Por otro lado, Verdelho et al. (2024) llevaron a cabo un análisis en Brasil, combinando RF con Gradient Boosting (GB), logrando mejoras significativas en la precisión de las estimaciones. Sus resultados indicaron que la calidad y cantidad de los datos influyen en el rendimiento de los modelos, y que el GB mostró mayor solidez que RF en escenarios variados. En general, los modelos de aprendizaje automático superaron los métodos convencionales en la estimación de la precipitación, destacando su potencial en meteorología.

Con el fin de entender el uso de los modelos y antes de entrar a la construcción profunda de la metodología, esta etapa preliminar está basada en el uso de una sola estación pluviométrica para analizar una fracción de los datos entregados por el radar meteorológico. Esto con el fin de disminuir tiempos de procesamiento y así facilitar y optimizar la construcción del modelo de ML. En este sentido, los datos de referencia son de la estación pluviométrica “Torre SIATA”. Las variables del radar meteorológico utilizadas fueron la reflectividad horizontal en el pixel correspondiente a la estación pluviométrica, el promedio de reflectividad horizontal de los nueve (9) pixeles que rodean a dicha estación, estas mismas variables pero obtenidas del CAPPI, la distancia del radar a la estación, así como la altura sobre el nivel del mar de dicha estación. Esta información se obtuvo para el periodo 2015-2019. Se inició con el preprocesamiento de datos, eliminando los datos donde no hubo lluvia y datos faltantes tanto de la estación pluviométrica como del radar. En el próximo mes se continuará con el pre-procesamiento de datos y el uso del modelo RF para unas primeras aproximaciones del comportamiento de este modelo en términos de mejorar la QPE, así como poder identificar la combinación de los mejores hiperparámetros que permitan mejorar los resultados del modelo.

WP2.3.5. Avanzar en la implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo de movimientos en masa

La implementación de técnicas de teledetección para el monitoreo y de movimientos en masa se basa y complementa en los avances reportados en el WP1.2.4 en el Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se recomienda hacer una lectura conjunta de las actividades para ampliar su comprensión.

Se avanzó en la integración de las herramientas de clasificación de cambios de cobertura del suelo al repositorio Redlands para la aplicación de las actividades mencionadas en el WP1.2.4. Se presentaron al DAGRD los resultados de InSAR en la zona de anomalía La Mauala - Prado Campestre de San Antonio de Prado. A partir de estos resultados, se programó visita de inspección técnica conjunta para evaluar el esquema de instrumentación hidrometeorológico - geotécnico en el barrio Prado Campestre, basados en el análisis de correlación de desplazamientos InSAR con condiciones meteorológicas.

WP2.3.6. Implementar sensores de humedad

Las actividades relacionadas con la implementación de sensores de humedad se complementan con la actividad WP1.2.8 dentro del componente del Observatorio de Amenazas y Riesgos. Se recomienda una lectura conjunta de las actividades para una comprensión más amplia.

Para la aplicación de las actividades mencionadas en el WP1.2.8, se consolidaron los códigos en el repositorio para el análisis de sensores de humedad cercanos a zonas afectadas por movimientos en masa. Adicionalmente, se inició la aplicación de las metodologías desarrolladas para el análisis de humedad utilizando los datos recuperados en la cuenca La Despensa. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento no se consideran significativos debido a la limitación en el historial de datos disponible.

WP2.3.7. Propender por la sostenibilidad de las redes de monitoreo sísmico

Fortalecimiento de la red de monitoreo sísmico. Se realizó mantenimiento correctivo a una Raspberry Shake que presentaba problemas en la memoria SD. Se realizó el cambio por una memoria nueva de marca Sandisk clase 10 de mejores prestaciones. El equipo queda funcionando correctamente.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.3.8. Fortalecer y desarrollar la infraestructura IT para la gestión del conocimiento y el cumplimiento de las actividades misionales

En el mes que se documenta, se atendieron solicitudes de usuarios que requirieron mejorar el rendimiento de servidores sobre los cuales se hacen actividades de registro, consulta y procesamiento de datos, así como de servicios de aplicación y firewall. Para lograr esto, se realizaron acciones de balanceo de cargas para, principalmente, obtener mejores tiempo de respuesta. Además, se atendieron solicitudes de creación de usuarios, actualizaciones de sistemas operativos, creación de librerías y otras actividades de apoyo a la implementación y pruebas de servicios de aplicaciones y plataformas de software.

Se terminó el proceso de compra de tres (3) servidores presupuestados para esta vigencia. Se espera que finalizando el mes de noviembre ingresen al almacén de EAFIT.

Se avanzó en la preparación de actividades y proyectos a proponer para la próxima vigencia en aras de

mantener la continuidad del proyecto, los servicios que presta a los ciudadanos y organismos de riesgo, y la actualización tecnológica requerida.

WP2.3.9. Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos

Se avanzó en el alistamiento del Repositorio Tipo 1 para lograr su despliegue en el mes de noviembre y poner la plataforma a disposición de usuarios del AMVA, SIATA y el DAGRD inicialmente.

Se inició el proceso de búsqueda de proveedores para contratar los servicios de Data Lake para poder implementar servicios de Catalogación, Gobierno, Calidad de Datos, y Distribución dinámica de reportes.

WP2.3.10. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

Similar a lo comentado en la actividad WP2.1.9, en lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el Área Metropolitana y fuera de ella, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, por ubicarse en el apartado WP2.3 sobre Innovación, se plasma las actividades y gestiones adelantadas para sopesar alternativas en pro de superar las limitaciones de conectividad entre los dispositivos usados para la realización de los sobrevuelos y los equipos para la visualización oportuna de datos capturados.

Esta actividad no tiene avances que reportar en el mes que se documenta en el presente informe.

WP2.3.11. Acondicionar los subsistemas de un VANT destinado a prevenir el riesgo en las labores de inspección en espacios confinados, estructuras en riesgos de colapso o de difícil acceso

El equipo de Teledetección comprometió además para la vigencia actual el acondicionamiento de las partes más relevantes que componen un VANT, con el objeto de proponer una herramienta que permita la inspección de espacios confinados para la prevención del riesgo, evitando con esta el acceso del personal de los cuerpos responsables de evaluar alguna situación en lugares estrechos. La metodología propuesta implica en sus etapas iniciales la búsqueda de literatura que permita una revisión general de los desarrollos adelantados y reportados, considerar las opciones comerciales, decantar aspectos técnicos, entre otras.

Durante el mes de septiembre se solicitaron 38 componentes destinados al desarrollo de un espacio seguro para el desarrollo de VANT y modificación y/o desarrollo de VANT de espacios confinados. Además, se recibieron cinco (5) elementos, los cuales se piensan adaptar en un VANT para espacios confinados. El historial de compras destinadas al desarrollo de VANT, se encuentra en el enlace [Compra de insumos para desarrollo UAS](#).

Además, se trabajó en el desarrollo del nuevo VANT para espacios confinados. Se determinó modificar la distribución y forma de VANT para tener un mejor espacio para el uso de hélices de mayor envergadura y ubicar las baterías y el sistema electrónico en la parte inferior del mismo, dando como resultado una mejor ubicación del centro de gravedad. Además, se pasó del sistema operativo *Betaflight configurator* a un nuevo sistema operativo llamado *INAV*, esto con la finalidad de poder integrar un sensor de posicionamiento llamado *Optical Flow MTF-01*, para tener más estabilidad en las misiones y poder hacer vuelos estacionarios precisos, sin la utilización de sistemas como *GPS*.

Por otro lado, se comenzaron pruebas con la cámara estereoscópica *ZED*. Por el momento se ha tomado información a modo de prueba en la oficina 514 de 808 (ver Figura 13.1), dando como resultado una nube de puntos y un modelo 3D básico de las instalaciones. En ese sentido, se han explorado los alcances del sensor y los archivos que entrega.



Figura 13.1: Productos obtenidos en pruebas con cámara estereoscópica *ZED*.

Por otra parte, y en el mismo mes de ejecución, se inició el desarrollo de varios prototipos de carcasas protectoras para VANTs en el contexto de actividades en espacios confinados. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica que identificó cinco (5) equipos comerciales utilizados en estas actividades. A partir de esta investigación, se comenzó el proceso de diseño y prototipado de una esfera geodésica 2v como primer modelo. Además, se implementó un segundo diseño inspirado en equipos comerciales, el cual se encuentra actualmente en la fase de diseño y próximo a ser fabricado.

WP2.3.12. Identificar potenciales herramientas para la teledetección

Una actividad adicional comprometida para la vigencia en curso por parte del equipo de Teledetección, trata sobre el reconocimiento de herramientas de teledetección que pueden ser de interés al equipo y al proyecto en general en vigencias futuras.

La definición de los escenarios de teledetección se basó en las necesidades identificadas en el Valle de Aburrá. Durante el mes de septiembre se seleccionaron como áreas de interés: socavaciones en afluentes, contaminación del aire, seguimiento de gases críticos y fugas de agentes químicos. A partir de estos escenarios, se llevó a cabo una búsqueda de sistemas comerciales de teledetección, centrada tanto en equipos adaptables a plataformas de teledetección en uso actualmente como en la posible adquisición de nuevos equipos, con el fin de mejorar el análisis y la medición *in situ* de los escenarios de riesgo.

WP2.3.13. Investigar, evaluar y fortalecer el uso de nuevas tecnologías (sensores para medición y protocolos de intercambio de información IoT)

Investigación y evaluación del uso de tecnologías tipo Edge Computing. Se culminó el estudio del tercer curso Aplicaciones TinyML y se obtuvo la certificación otorgada por la academia.

(Para más detalle visitar el anexo [Telemetría](#)).

WP2.4. Ciclo de vida del dato

WP2.4.1. Gestionar e implementar algoritmos, procesos y técnicas que garanticen la calidad de los datos

Durante el mes de septiembre, la red de monitoreo hidrometeorológico del proyecto SIATA obtuvo una recuperación total de datos del 96.51 %, de los cuales alrededor del 3.22 % corresponden a datos de calidad dudosa. La información ingresada por los procesos de importación (no en tiempo real) alcanza un porcentaje del 0.54 %. Información relacionada para cada red de monitoreo hidrometeorológico puede ser consultada en el siguiente enlace: [Calidad Datos](#).

WP2.4.2. Proveer sostenibilidad a las redes

Análisis de recurrencias en las estaciones. El equipo de *Calidad de Datos* realiza un análisis exhaustivo de las recurrencias de fallas en las estaciones de monitoreo. Este análisis tiene como objetivo identificar patrones o fallos que se repiten, los cuales podrían estar afectando la disponibilidad y precisión de los datos recolectados. El informe de análisis de recurrencias del mes de septiembre 2024 se puede ver en el siguiente enlace: [Análisis de recurrencias](#).

Proceso de revisión y colaboración

Durante el mes de septiembre, se identificaron varios problemas recurrentes en las estaciones de la red. A continuación, se presenta un resumen de dichos problemas:

- **HDM-01:** se refiere a las estaciones que no alcanzan una recuperación mínima del 80 % de los datos durante el mes posterior al proceso de importación. En septiembre, se observó un **aumento** del problema, causado por la comparación de sensores dentro del Plan Metrológico del Sistema de Gestión de Calidad, lo que implica la retirada temporal de algunos sensores para su recalibración. Para mitigar este problema, se trabajó en conjunto con los equipos de Mantenimiento y Telemetría, mejorando los protocolos de comunicación.
- **HDM-04:** se refiere a las estaciones con comunicación intermitente. El problema se mantuvo **constante** durante agosto y septiembre, luego de una disminución significativa en julio. Las intermitencias se deben principalmente a estaciones con poca cobertura o fallas en los operadores. Se resolvió actualizando los sistemas de comunicación y cambiando de operador cuando fue necesario.
- **MET-03:** hace referencia a las estaciones meteorológicas con valores sostenidos en varias variables, como viento, humedad relativa o temperatura. En septiembre, se evidenció un **leve aumento** del problema, ocasionado principalmente por deficiencias en los sensores. Las medidas adoptadas incluyeron monitoreo constante y limpieza exhaustiva de los sensores.

- **NVL-02:** este problema se relaciona con estaciones de nivel con datos ausentes o distorsionados. Durante septiembre, el problema **augmentó** con respecto a agosto, aunque **disminuyó** en comparación con julio. Las causas principales incluyen fallas en los sensores, obstrucciones naturales o vandalismo. Se han realizado pruebas para mejorar la calidad de los datos, aunque las obstrucciones y la falta de fluido eléctrico siguen siendo problemáticas.
- **NVL-04:** indica estaciones con crecientes que no corresponden con eventos de precipitación. En septiembre, se observó un **aumento** en este problema, atribuido a deficiencias en los sensores de nivel y en algunos componentes eléctricos, así como a obstrucciones en los cauces.
- **PVM-01:** se refiere a estaciones pluviométricas con pluviómetros taponados o registros anómalos de lluvia. Este problema **augmentó** en septiembre en comparación con los meses anteriores. Las obstrucciones fueron causadas por hojas, semillas, telarañas y desechos de pájaros.
- **PVM-02:** relacionado con estaciones pluviométricas cuyos sensores no registran precipitación o cuyos datos son incorrectos. Este problema ha mostrado un **aumento progresivo** en los últimos meses, aunque se han implementado acciones correctivas oportunas por parte del equipo de Mantenimiento.
- **VEL-01:** se refiere a estaciones de velocidad superficial con datos fuera de rango. En septiembre, el problema **disminuyó** en comparación con meses anteriores. Las fallas están asociadas a sensores sensibles a cambios en el ángulo de inclinación o en la dinámica del flujo, lo que genera inestabilidad en las mediciones.

Este informe resalta la importancia de continuar monitoreando las estaciones y aplicar mejoras continuas para garantizar la calidad de los datos.

WP2.4.3. Propender por el sostenimiento de las redes de monitoreo sísmico

Durante el mes de septiembre se realizó la revisión y curaduría de los registros acelerográficos asociados a 30 eventos sísmicos reportados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), los cuales fueron incorporados a la base de datos acelerográfica. Para ver la información asociada a dichos eventos, ver el reporte presentado en el [WP1.2.10].

WP2.4.4. Monitorear y capturar datos de interés a diferentes escalas temporales haciendo uso de VANTs

En la misma vía a lo comentado en la actividad WP2.1.9 y WP2.1.10, en lo que respecta al WP2 que trata de la Ruta del Dato, el equipo de Teledetección del proyecto SIATA aporta mediante la captura de información gracias a la disposición de diferentes sensores acoplados a VANTs. Dicha captura se realiza de forma periódica, por evento y ante la activación por emergencias sucedidas en el Área Metropolitana y fuera de ella, gracias a las gestiones que realice el personal del AMVA. En la presente sección, por ubicarse en el apartado WP2.4 sobre Ciclo de vida del dato, se presentan las acciones que se llevaron a cabo para la recolección, almacenamiento y análisis preliminares de datos obtenidos en las diferentes capturas.

En total se realizaron diecinueve (19) sobrevuelos en el mes de septiembre, de los cuales seis (6) se enfocaron en el monitoreo de movimientos en masa, cuatro (4) para el ingreso a infraestructura en riesgo

de colapso, dos (2) para SATC, dos (2) para el monitoreo hidráulico y uno (1) para el apoyo a la atención de una novedad por movimiento en masa de carácter urgente en el municipio de Bello. Los sobrevuelos fueron solicitados por el AMVA (5), el equipo de Geotecnia (4), Social (3) y Teledetección (2) del proyecto SIATA, y por el Cuerpo de Bomberos del municipio de Bello (1). En el enlace [sobrevuelos realizados](#), se observa la información ampliada de los sobrevuelos históricos, indicando el tipo de producto generado, el solicitante, tipo de operación, nombre, mes y fecha del sobrevuelo.

WP2.4.5. Generar una infraestructura de almacenamiento con la información más relevante

En el mes que se documenta, se atendieron solicitudes de usuarios que requirieron mejorar el rendimiento de servidores sobre los cuales se hacen actividades de registro, consulta y procesamiento de datos, así como de servicios de aplicación y firewall. Para lograr esto, se realizaron acciones de balanceo de cargas para, principalmente, obtener mejores tiempo de respuesta. Además, se atendieron solicitudes de creación de usuarios, actualizaciones de sistemas operativos, creación de librerías y otras actividades de apoyo a la implementación y pruebas de servicios de aplicaciones y plataformas de software.

Se terminó el proceso de compra de tres (3) servidores presupuestados para esta vigencia. Se espera que finalizando el mes de noviembre ingresen al almacén de EAFIT.

Se avanzó en la preparación de actividades y proyectos a proponer para la próxima vigencia en aras de mantener la continuidad del proyecto, los servicios que presta a los ciudadanos y organismos de riesgo, y la actualización tecnológica requerida.

WP3.1. Comunicación

WP3.1.1. Construir y ejecutar un Plan de Comunicaciones que incluya plan de medios masivos, pauta en redes y presupuesto

El avance del Plan de Comunicaciones es significativo. Al momento se encuentran en etapa final los entregables correspondientes a Laboratorio de Innovación, ambientes virtuales como Geoportal y sitio Web, diseño y producción del nuevo stand, y la propuesta y diseño del evento de cierre con los usuarios de los componentes de Educación, Social y Divulgación con Ciudadanos Científicos.

Frente al evento de cierre, se presentó a la coordinación de ASC y a la supervisora por parte de la Entidad, la propuesta de agenda y las actividades de preproducción relacionadas con la planeación, diseño, montaje, y presupuesto que se adelantaron con oportunidad.

La propuesta fue aceptada por la supervisión, lo que permitió el avance en las actividades correspondientes a diseño, gestión de compras y relacionamiento con proveedores y prestadores de servicios.

El evento busca resaltar el compromiso de nuestras comunidades, niños, niñas y docentes, así como ciudadanos científicos y otros actores de la gestión del riesgo. El concepto busca transmitir a los asistentes la idea de que la ciencia es divertida y que la cultura y el arte son también herramientas válidas para la divulgación científica.

El evento está siendo planificado para 1100 invitados (550 de educación, 400 de los SATCs y 150 ciudadanos científicos) y un apoyo logístico de 150 personas entre prestadores de servicios y profesionales del proyecto.

El espacio donde se realizará será en las instalaciones de la Universidad EAFIT y varios de sus auditorios, desde donde se ofrecerán ocho (8) propuestas artísticas relacionadas con temas medioambientales: teatro, títeres, fotografía, cuentería y show de magia son algunas de las atracciones que los niños y comunidad podrán disfrutar.

Por otra parte, se reportan avances significativos en los ambientes digitales del proyecto: Sitio web, Geoportal y App SIATA. Las tres (3) plataformas están siendo renovadas por los equipos de TI en todo lo relacionado con front- y back-end, y desde Divulgación toda la generación de contenidos, experiencia de usuario y diseño (UI). Así mismo, para los tres se han realizado ejercicios de diseño, UX, grupos focales y encuestas que permiten tener un mayor conocimiento de las necesidades del usuario. Estos ejercicios son facilitados por la asesora del componente de divulgación científica quien soporta este tipo de actividades para asegurar soluciones agradables, intuitivas, atractivas y eficientes.

Estrategia digital

Dado que las redes sociales son uno de los canales de comunicación más influyentes del proyecto, el equipo de Divulgación trabaja diariamente en la creación de estrategias y contenidos alineados con las últimas tendencias y temas de actualidad en el ámbito digital, construyendo una comunidad sólida, donde los distintos públicos que la integran puedan acceder a información adaptada a sus intereses. Igualmente, se hacen reuniones semanales con el equipo de Comunicaciones de la Entidad, donde se nos dan orientaciones puntuales sobre contenido, manejo de imagen, uso de colores, tipo de escritura y preferencias para generar

contenidos que puedan ser usados por la Entidad en su estrategia digital de redes sociales. Se entregan aproximadamente cinco (5) contenidos que con compartidos.

A continuación, se relacionan las cifras y acciones para septiembre en las redes sociales, las cuales presentan el siguiente crecimiento en número de seguidores:

- Instagram: 19986 seguidores, 307 más que el mes anterior.
- Facebook: 13263 seguidores y 12067 “Me gusta” a la página; es decir, 39 seguidores más que el mes anterior.
- X: 76501 seguidores, 347 más que el mes anterior.

En septiembre, se llevaron a cabo 131 publicaciones en Instagram, 342 en Facebook y 696 en X. Gracias a estos contenidos, se alcanzó a 10.441 personas en Instagram y a 6.521 en Facebook. Durante este mes, en Instagram se publicaron en promedio 30 contenidos semanales, tanto en historias como en el feed. En Facebook, se compartieron 80 publicaciones cada semana, mientras que en X se alcanzaron 162. Esta cantidad de publicaciones refleja el compromiso de mantener activas las redes sociales y asegurar una presencia constante frente a las audiencias.

Cada canal tiene su propio público y una estrategia de comunicación particular. Por ejemplo, en redes sociales como Facebook e Instagram, predominan los contenidos relacionados con la educación, temas sociales y noticias actuales. En cambio, X se orienta hacia un público más especializado, interesado en recibir información en tiempo real sobre variables ambientales que pueden influir en el Valle de Aburrá.

De las publicaciones realizadas en septiembre, cinco (5) contenidos en el feed fueron en colaboración con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, uno (1) con la cuenta Ude@ Educación Virtual, uno (1) con la Alcaldía de Girardota, y cuatro (4) historias del pronóstico de calidad del aire con las cuentas EnCicla, Inder Medellín y @Areametropol:

- Podcast de Anfibio - Un nuevo ecosistema: medio ambiente, tecnología y sostenibilidad: 1926 cuentas alcanzadas.
- Ciudadanos científicos, ciudadanos que inspiran: 5914 cuentas alcanzadas.
- ¿Cuál fase del ENSO es más frecuente?: 10260 cuentas alcanzadas.
- Señar y tocar las nubes: 9979 cuentas alcanzadas.
- Tres datos sobre la temperatura en septiembre: 15350 cuentas alcanzadas.
- Desde Girardota estaremos hablando sobre calidad del aire: 6634 cuentas alcanzadas.
- Ciencia desde la montaña: 8726 cuentas alcanzadas.
- Pronóstico de calidad del aire: 3000 cuentas alcanzadas en un día por historia.

Además de los contenidos habituales en colaboración con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el mes que se documenta se realizaron dos (2) publicaciones en conjunto con entidades como la Universidad de Antioquia y la Alcaldía de Girardota. La colaboración con otras instituciones es clave para fortalecer la visibilidad y el impacto de los contenidos publicados. Trabajar junto a entidades reconocidas, diversifica el conocimiento, aumenta la credibilidad y alcanza un público más amplio. Además, estas alianzas permiten abordar temas desde diferentes perspectivas, lo que enriquece el mensaje y refuerza su relevancia.

En este mes se hizo la gestión de publicar dos (2) veces a la semana el pronóstico de calidad del aire en las historias de Instagram y Facebook del proyecto. Además, se hizo una alianza estratégica con el Inder Medellín para hacerlo en colaboración con sus redes sociales y así ampliar el alcance. El 21 de septiembre se realizó la primera publicación; sin embargo, por solicitud de la supervisión, se suspendió hasta nueva orden.

Por otra parte, el contenido que generó mayor participación en Instagram fue el carrusel [¡Qué calor! 3 datos sobre la temperatura de septiembre](#), publicado el 25 de septiembre, con 15263 usuarios alcanzados, 380 likes, 35 enviados y 12 usuarios lo guardaron. Esto se debe a que la temperatura es un tema de interés cotidiano para la audiencia, ya que afecta directamente sus actividades diarias y su bienestar. Además, la presentación en formato de carrusel, con información visualmente atractiva y fácil de digerir, facilita la comprensión rápida y el desplazamiento interactivo entre los datos. La relevancia del clima local y la inmediatez de los datos actualizados generan mayor curiosidad, lo que aumenta el alcance de la publicación.



Figura 15.1: ¡Qué calor! 3 datos sobre la temperatura de septiembre.

En Facebook, el contenido que generó mayor interacción fueron las fotos del [Semillero en la I.E. Francisco Luis](#), el 4 de septiembre, con 21 reacciones, 734 impresiones y 731 usuarios alcanzados. Este tipo de publicación genera conexión emocional, ya que muestra una actividad inclusiva y educativa. Además del tema, el formato visual y los retratos de los niños y niñas, fomentó una mayor interacción y *engagement*, lo que explica el éxito de este contenido en comparación con otros.



Figura 15.2: SIATA para mí.

En el enlace [métricas redes](#) se encuentra el documento con las métricas detalladas del mes de septiembre.

La estrategia digital implementada para el proyecto demuestra un manejo eficiente y coherente de las redes sociales. A lo largo del mes, se mantuvo una gestión activa y constante, asegurando una presencia sostenida y un buen nivel de interacción con la comunidad. Los contenidos desarrollados, tanto en formato visual como escrito, reflejaron calidad, adaptándose a las necesidades informativas de los diferentes públicos.

Finalmente, se concluye que la estrategia de comunicación digital contribuyó al fortalecimiento de la imagen y credibilidad de SIATA, asegurando que la ciudadanía del Valle de Aburrá esté mejor informada para tomar decisiones ante la posible ocurrencia de un evento de emergencia en su territorio.

En el siguiente enlace se detalla y evidencia la sistematización de las preguntas formuladas y respuestas obtenidas en redes sociales durante el mes de septiembre: [Tabla de preguntas y respuestas](#), lo que asegura una interacción de calidad entre el proyecto y sus usuarios, siempre considerando sus contribuciones, preguntas y observaciones. En este mes, se dio respuesta a veinte (20) solicitudes como charlas, talleres, participación en jornadas ambientales en empresas, instituciones educativas, universidades, alcaldías y ferias, a través del correo contacto@siata.gov.co.

Desde el componente de Apropiación Social del Conocimiento se participa en actividades como talleres, charlas, ferias, eventos, capacitaciones y semilleros en el territorio, dando cumplimiento al plan de comunicaciones. En septiembre se realizaron dieciocho (18) publicaciones en las redes sociales acerca de estas actividades en el Valle de Aburrá con los diferentes públicos de SIATA.



Figura 15.3: Publicaciones de actividades de ASC en septiembre.

Todos los contenidos realizados y publicados en el mes de septiembre se pueden ver en el enlace: [Tabla de contenidos 2024](#).

WP3.1.2. Gestionar el sitio web, Geoportal y aplicativos del proyecto SIATA

Para el mes de septiembre, se tomó la determinación de priorizar el ejercicio de conceptualización, análisis y creación de la aplicación móvil de SIATA. Este proceso se hizo en conjunto con el equipo de Desarrollo, la coordinación de Apropiación Social del Conocimiento, la asesora de este componente en temas de usabilidad, y un asesor que acompaña específicamente este producto. Al inicio de este periodo, se creó un calendario como herramienta que ayudaría a ejecutar de forma más precisa todos los pasos a seguir para el desarrollo exitoso de este producto. A continuación, se detallan algunas fechas con ejercicios o entregas realizadas:

- I. Para iniciar, **se aplicó el modelo Lean UX canvas**, una herramienta que a partir de varias preguntas específicas, alojadas en un mismo espacio visual, ayuda a determinar el proceso de desarrollo y conceptualización de un producto digital centrado en el usuario. Este ejercicio **tiene como conclusión una hipótesis que ayuda a plantear el objetivo del producto** y a partir de eso determinar unos posibles servicios. En este caso, la hipótesis que se establece posterior al ejercicio es: “Creemos que los ciudadanos del Valle de Aburrá, que cuentan con smartphones y acceso a internet, tomarán decisiones informadas frente a la gestión del riesgo en sus vidas cotidianas si acceden a información clara y práctica que promueva su bienestar, su seguridad y movilidad por medio de la APP de SIATA.” Para esta parte se hicieron dos (2) sesiones que se programaron el 5 y el 9 de septiembre.



Figura 15.4: Aplicación Lean UX canvas para App SIATA.

- II. Como paso siguiente, se debía **comprobar esta hipótesis y algunos servicios iniciales con los usuarios**. Para ello, se utilizaron dos métodos: el primero fue diseñar una encuesta con preguntas clave que fue dispuesta en redes sociales, para obtener respuestas rápidas; por otro lado, se invitó a llenar un formulario de Google que contenía preguntas más específicas.

A continuación, se presentan las conclusiones que dejó este ejercicio. Si se desea ampliar la información, se deja el [link con el análisis completo](#).

El análisis de las respuestas de los usuarios al formulario ha revelado necesidades claras y precisas en torno al desarrollo de la APP SIATA:

- **Notificaciones tempranas y personalizables:** los usuarios valoran mucho estar informados de condiciones críticas del clima y la calidad del aire, pero desean controlar qué tipo de notificaciones reciben y con qué frecuencia.
- **Acceso a información en tiempo real:** las funcionalidades de mapas interactivos y predicciones meteorológicas son de gran importancia para usuarios que basan sus decisiones cotidianas en estas variables.
- **Personalización y facilidad para compartir información:** poder ajustar la APP según las preferencias personales, y tener la posibilidad de compartir información con otros, añade valor y practicidad a la herramienta.

El desarrollo de la APP debe centrarse en estas funcionalidades clave para asegurar una experiencia de usuario eficaz y adaptada a las necesidades cotidianas de los habitantes del Valle de Aburrá.

- III. Teniendo en cuenta el resultado de ambos ejercicios, **se hizo un levantamiento de requerimientos y servicios que deberían estar en la aplicación**. Estos también fueron organizados y priorizados según su tiempo de desarrollo y la viabilidad de acuerdo con el cronograma de la Coordinación de T.I., equipo encargado de realizar el prototipo funcional. Algunos de los servicios son: pantalla de carga, pronóstico y estado del tiempo, tutoriales, perfiles para selección de capas

en geoportal, espacio para recomendaciones y notificaciones, entre otros. Este ejercicio se llevó a cabo el 20 de septiembre.

- IV. Finalmente, entre los adelantos de este mes, **se hicieron unas entregas desde la parte de diseño**, teniendo en cuenta todo el ejercicio estratégico realizado. Primero, **se organizaron unos wireframes** (o esqueleto visual inicial) teniendo en cuenta todos los servicios que se seleccionaron. De igual forma **se entregó el Design Kit**, que corresponde al manual de herramientas gráficas que tiene todo el sitio e incluye: fuentes, botones, colores, iconos, modales, y demás elementos necesarios dentro de la navegación y la experiencia de usuario. Todo esto se adelantó entre el 24 y 30 de septiembre, con entregas parciales y reuniones de socialización donde se corroboraba con los asesores para tener un camino más claro.



Figura 15.5: Design Kit App SIATA.

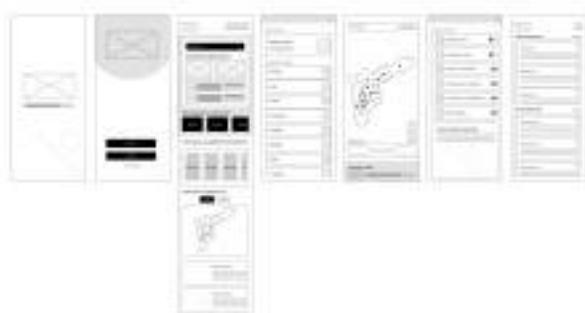


Figura 15.6: Wireframes App SIATA.

En cuanto a las otras plataformas digitales del proyecto, se continúa trabajando en solucionar los problemas de servidores con el geoportal, para lo cual ya se tiene un plan que se está ejecutando y hay que hacer pruebas para determinar que todo funcione de forma adecuada. Así mismo, se sigue trabajando en los contenidos del sitio web, para lo cual se han hecho tomas fotográficas adicionales y ya se tiene buena parte del contenido alojado en el nuevo diseño.

WP3.1.3. Conceptualizar, diseñar y generar contenido técnico

En el mes de septiembre nos enfocamos en el evento de Ciencia Local que se llevará a cabo en noviembre. Allí realizamos propuesta de la línea gráfica para el desarrollo del mismo, mostrando adelantos en la invitación del evento, camisetas, termos, stickers, chompa impermeable, libro con el mapa de encuentros y estaciones del evento. También tuvimos reuniones para planear la logística, procesos y actividades a realizar dentro del evento, como talleres, obras de teatro, exposición fotográfica, entre otros. Por otra parte, hablamos con los proveedores Color Líquido, Puro Color y Lys para mirar materiales, pedir cotizaciones y fechas de entrega de todo lo relacionado con las piezas, muebles y montaje del evento.



Figura 15.7: Divulgación - Evento Ciencia Local 2024.

Se realiza el manual de imagen para redes sociales AMVA-SIATA, donde se presentan las tipografías, colores base, piezas y videos como ejemplo y guía para próximas publicaciones en ambas redes sociales y que se cuente con una sincronía en el diseño de todo el sistema visual.

Como contenidos destacados del mes para las redes sociales se realiza el diseño sobre “Los 3 datos sobre la temperatura en el mes de septiembre” y también se diseña el contenido “Taller inclusión Red de

Educadores Científicos”.

Se continúa con el producto llamado SIATA en datos para la Dirección del Área Metropolitana, el cual consiste en realizar el reporte de lo que pasó en la semana y lo que viene en temas de calidad del aire, precipitaciones, niveles, vientos, entre otros, al igual que el pronóstico meteorológico y de calidad del aire. Este reporte se entrega al finalizar cada semana.

En cuanto a materiales impresos, se están adelantando las correcciones de los cuentos que hacen parte de la estrategia de Educación. También se están realizando ajustes de mapas de los municipios del Valle de Aburrá que son utilizados en las actividades de sismica.

Todo lo descrito anteriormente se puede evidenciar en el siguiente enlace a través de una tabla que incluye contenidos, número de piezas, uso y propósito para el cual se diseñó: [Link](#).

Para ver los diseños de las piezas mencionadas, se puede visitar el siguiente enlace: [Link](#).



Figura 15.8: Divulgación - Contenidos audiovisuales 2024.

Durante el mes de septiembre, se desarrolló una serie de contenidos y producciones audiovisuales que aportan a la apropiación social del conocimiento de los procesos de SIATA; además, apoyan la divulgación de la gestión de riesgos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En total se realizaron **23 contenidos audiovisuales en septiembre de 2024**, los cuales se encuentran alojados en el siguiente enlace [contenidos audiovisuales septiembre 2024](#).

Entre estos contenidos se destacan los siguientes:

Historias de Educadores Científicos en la ruralidad

Este contenido audiovisual relata historias inspiradoras relacionadas con la ciencia y la labor de apropiación social del conocimiento que se realiza desde el proyecto SIATA con los educadores del territorio. Ciudadanos Científicos ha despertado su interés y el de sus estudiantes por la investigación, y cómo ha encontrado un hogar en los corazones de niños y niñas que registran, observan y se preparan para enfrentar los desafíos del cambio climático. Para realizar esta cápsula, el componente audiovisual hizo un trabajo de pre-producción e investigación de la historias, conversaciones con los docentes. Luego se hicieron las grabaciones de la entrevista, las tomas de apoyo. Posteriormente, se realizó edición para dar enfoque comunicacional de emotividad. En el siguiente enlace se puede visualizar el [video docentes en la](#)

ruralidad La Veta Copacabana.

Durante el mes de septiembre se gestionaron ocho (8) kits de prensa como apoyo a la gestión de medios de comunicación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre los siguientes temas: Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, Encuentro de Ciudadanos Científicos en EAFIT, Reporte de Temperaturas en el Valle de Aburrá, Educadores en la Ruralidad, Equipo operacional y monitoreo 24/7 de las variables ambientales que afectan a los habitantes del Valle de Aburrá, Caracterización del río Aburrá-Medellín, entre otros. Ver [kits de prensa septiembre de 2024](#).

También, se realizó una serie de **cubrimientos audiovisuales en septiembre** a los diferentes talleres, visitas, charlas y demás actividades de divulgación, apropiación del conocimiento y de gestión del riesgo del proyecto en territorio. En este enlace, se detalla el [cronograma cubrimientos audiovisuales septiembre 2024](#), el cual se actualiza cada semana, priorizando los eventos más destacados; además, se gestiona su logística y producción de campo. En total se realizaron **27 registros de fotos y videos en septiembre 2024**.

WP3.1.4. Generar espacios académicos y de intercambio de experiencias e información con otros modelos de CTel

Espacios de visibilización

Una de las tareas contractuales consiste en la gestión de espacios para visibilizar el proyecto SIATA. Desde las líneas de trabajo del componente de apropiación social del conocimiento, se avanza para fortalecer la participación del proyecto en escenarios que permitan dar a conocer sus apuestas, retos y logros. Para el mes de septiembre, después de haber obtenido una respuesta positiva y ser aceptados para presentar tres ponencias en el *VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental*, que se llevará a cabo en la ciudad de Cali entre el 16 y el 18 de octubre del presente año, se adelantó la elaboración del video y los póster que serán presentados en este evento, uno de ellos a cargo de una de las profesoras de la Red de Educadores Científicos, quien estará socializando el proyecto que, en articulación con SIATA, viene desarrollando desde el 2022 en su institución educativa.

Para conocer los borradores de las presentación que serán presentadas **Ingrese aquí**.

El *VIII Congreso Latinoamericano de Educación Ambiental* es un espacio que pone en evidencia la fuerza del campo de conocimiento y la práctica educativo-ambiental, siendo clave que desde la línea educativa del proyecto se empiece a visualizar la importancia de fortalecer el enfoque de educación ambiental para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. En este sentido, la participación en el congreso es una oportunidad para consolidar fundamentos teóricos y metodológicos que fortalezcan procesos educativos para la toma de decisiones. Uno de los aspectos que se resalta de la participación en este evento, es el hecho de poder contribuir a la visibilización de la labor de las maestras y los maestros; éste es un incentivo académico que motiva la labor docente, y que el SIATA esté aportando a dichas apuestas es una muestra de colaboración y compromiso con la educación del territorio.

Para el mes de septiembre también se trabajó en la construcción de un póster que será presentado en el Simposio Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, organizado por el DAGRD y que se llevará a cabo el 4 de octubre en Plaza Mayor. Este espacio será un evento que se circunscribe en el mes de la reducción del riesgo, en el que se abrirán espacios de diálogo en el marco de los 12 años de la Ley 1523. En dicho evento se bordarán diversos temas que permiten reflexionar frente a la gestión del riesgo; además, será un escenario importante que reúne la política pública.

Para conocer el proceso de construcción del póster **Ingrese aquí**.

Este simposio se convierte en una oportunidad para intercambiar conocimientos en torno a la gestión del riesgo, así como conocer nuevas ideas que puedan nutrir los procesos del proyecto SIATA.

WP3.1.5. Diseñar una estrategia piloto para la creación de un Laboratorio de Innovación Social y Deliberativa

Implementando los ejercicios para avanzar en el proceso de construcción del laboratorio, se realizó una visita a campo en septiembre al “PH La 13” junto con un experto en avenidas torrenciales que hace parte del equipo de Geotecnia del proyecto SIATA, con el objetivo de conocer al líder comunitario y evaluar el interés de la comunidad en participar en el laboratorio de innovación.

Por otro lado, se realizó un encuentro virtual con la Escuela de Artes y Humanidades de la Universidad EAFIT, donde se llevó a cabo la revisión de la construcción metodológica realizada para la experiencia de la sala de escape y se hicieron aportes del equipo de divulgación de SIATA. En este proceso, se abordaron diversos aspectos clave, como la priorización de la comunidad objetivo, el nivel de análisis de los riesgos involucrados y el alcance de cada actividad propuesta.

A partir de este ejercicio se concluye que la sala de escape es una herramienta pedagógica y experiencial, que permite a los participantes interactuar de manera inmersiva con conceptos clave del sistema de alertas y los riesgos como las avenidas torrenciales. Los desafíos y enigmas dentro de la sala simulan problemas relacionados con la interpretación de información de alertas, fomentando el trabajo colaborativo y el desarrollo de soluciones prácticas. Esta dinámica busca empoderar a las comunidades para que puedan entender, interpretar y actuar sobre la información -ya sea generada por SIATA o no- recibida por medio de sus canales digitales, promoviendo una mayor participación y una toma de decisiones informada en temas de gestión del riesgo.

A través de la sala de escape se busca lograr varios objetivos:

- **Aprendizaje experiencial:** los participantes interactúan de manera directa con problemas o conceptos específicos relacionados con temas sociales y, a través de la resolución de desafíos, aprenden de forma práctica, lo que facilita una mayor comprensión y retención de conocimientos.
- **Fomento del trabajo colaborativo:** a través de esta actividad se promueve el diálogo, la cooperación y la co-creación de soluciones, reflejando los valores del laboratorio de innovación social en cuanto al trabajo en equipo y la construcción conjunta de ideas.
- **Desarrollo de habilidades para la resolución de problemas:** los desafíos de las salas de escape suelen ser complejos y multifacéticos, lo que ayuda a desarrollar habilidades importantes para abordar problemas sociales, como el pensamiento estratégico, la toma de decisiones y la adaptación a situaciones inesperadas.
- **Simulación de problemas reales:** la sala de escape puede replicar de manera simbólica los desafíos que enfrenta la comunidad, lo que permite a los participantes experimentar soluciones posibles o nuevas formas de abordar dichos problemas.

Esta sala de escape consta de tres fases que ofrecen una experiencia gamificada diseñada para fomentar la reflexión sobre la percepción del riesgo de avenidas torrenciales en la comuna 13, específicamente en los sectores de Juan XXIII, Pradera Alta, La Gabriela y San Pedro, zonas que pertenecen a la cuenca de La Hueso, que a su vez recibe agua de diversas quebradas. La forma como las personas han habitado el territorio en asentamientos informales de carácter urbano y rural, ha afectado la relación con la quebrada en cuanto al manejo de residuos sólidos, el depósito de escombros y material vegetal, la construcción de



Figura 15.9: Divulgación - Visita al territorio en septiembre del 2024.

puentes informales, el no respeto de las zonas de inundación, y las construcciones irregulares en zonas de ladera, lo que demuestra la falta de conciencia frente a la percepción del riesgo y la necesidad de trabajar temas como movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales.

De igual forma, en el territorio hay líderes que no hacen parte de grupos ambientales pero sí de movimientos sociales que están interesados en mejorar el cuidado del territorio, entre ellos organizaciones como la JAC, el grupo de mujeres de Pradera Alta, las Familias Rurales de La Gabriela y el colectivo PH La 13. Este último es una organización comunitaria que trabaja a través del deporte, las artes y la comunicación para abordar temas culturales, sociales y ambientales con jóvenes, niños y adultos. Es un espacio de formación para jóvenes generadores de contenido que se expresan mediante lenguajes artísticos y audiovisuales. Abordar con ellos temas como el liderazgo ambiental, la percepción del riesgo y fomentar diálogos intergeneracionales, permite construir conjuntamente mensajes de divulgación con la comunidad, promoviendo la apropiación de herramientas de monitoreo de SIATA que la ciudadanía puede integrar en su vida diaria.

Después de los diálogos con el líder de la organización, se concluyó que existe un interés en aprender sobre estos temas e integrarlos en los recorridos territoriales que actualmente desarrolla el PH La 13. Estos recorridos son proyectos de carácter turístico y ambiental que se llevan a cabo en el cerro Loma Hermosa, el cual separa geográficamente los sectores de San Pedro, La Gabriela y Juan XXIII.

Para conocer el proceso de análisis y visitas técnicas por favor visitar el siguiente enlace **Ingrese aquí**.

WP3.1.6. (Calidad del aire) Realizar campañas de sensibilización y difusión con la ciudadanía y los actores interesados

En el marco de la estrategia de comunicaciones para el componente Calidad del Aire 2024, se desarrollaron contenidos pedagógicos sobre la forma y la composición química del PM_{2.5}, las fuentes de ruido ambiental, un cubrimiento a la Semana por la Tranquilidad y contra el ruido, además de la realización de algunas charlas y talleres sobre calidad del aire.

Durante el mes de septiembre se realizaron ocho (8) contenidos en diferentes formatos (historias, publicaciones en Instagram, Facebook y X) para la sensibilización y la apropiación social del conocimiento científico sobre calidad del aire, entre los cuales se incluyeron videos en Instagram y cubrimientos a actividades destacadas.

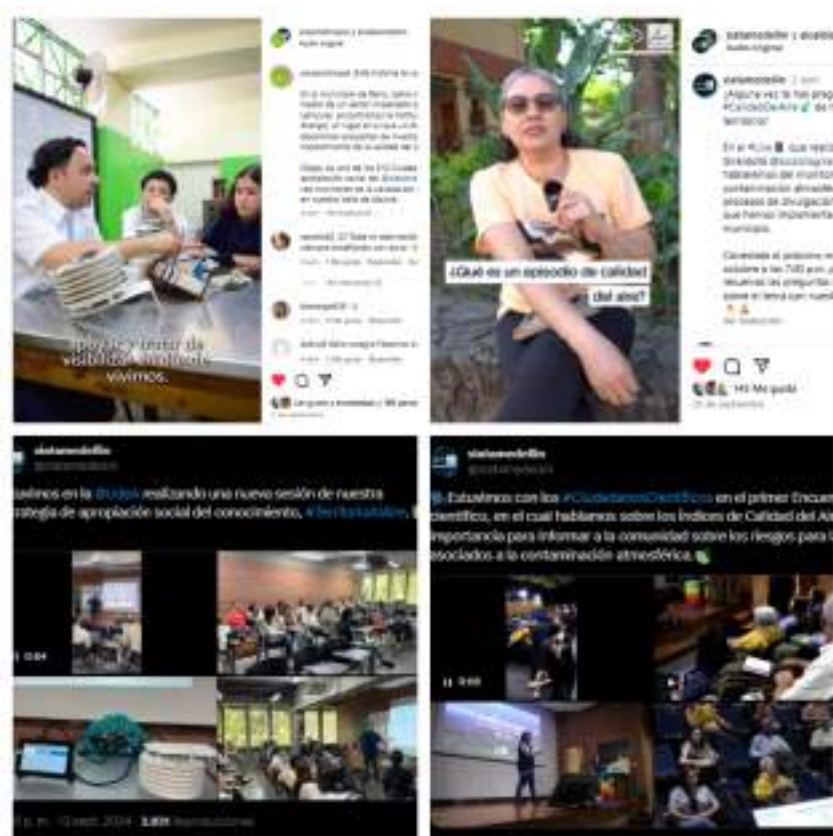


Figura 15.10: Evidencias de las publicaciones realizadas en agosto de 2024.

En el enlace [contenidos septiembre](#), se puede consultar el listado de publicaciones realizadas y evidencias. La información presentada en el documento incluye la temática, fecha del post, texto de la publicación y link de cada uno de ellos.

Gestión de la comunidad Ciudadanos Científicos

Para el mes de septiembre de 2024, se finalizó la convocatoria y se desarrolló el primer Encuentro Científico, en el cual se llevó a cabo una formación y un espacio de diálogo sobre los índices de calidad del aire. Allí, unos 43 Ciudadanos Científicos aprendieron y dieron sus ideas con respecto a estas temáticas al equipo de Gestión de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Los asistentes mostraron su interés en participar en más eventos como éste e hicieron el llamado a los profesionales de SIATA y Área Metropolitana para que continúen con la estrategia.



Figura 15.11: Evidencia de la realización del primer Encuentro Científico, que se llevó a cabo el 28 de septiembre.

Posterior a este encuentro, se espera desarrollar un taller en el que los Ciudadanos Científicos trabajen y dialoguen sobre los colores que se utilizan para los informes de los datos registrados por los sensores de sus bicicletas, el cual se tiene planteado para el mes de octubre.

Caracterización de la comunidad Ciudadanos Científicos

Con respecto a este ejercicio de caracterización, con el cual se busca conocer mejor a los públicos que hacen parte de la red, se desarrolló el formulario de encuesta para ser aplicado a los Ciudadanos Científicos con sensor para bicicleta y con nubes ubicadas en sus casas, instituciones educativas, universidades y empresas. Adicional a esto, se proyectó una serie de preguntas para una entrevista semiestructurada que se aplicará a una muestra de estos tipos de perfiles.

Para conocer más sobre los avances y reuniones realizadas con la Escuela de Artes y Humanidades de EAFIT, en el enlace [caracterización CC](#), se podrán ver evidencias de las reuniones.

Por otro lado, con el propósito de mantener fidelizados a los Ciudadanos Científicos y generar conversación entre ellos, se compartió un total de doce (12) mensajes a través de los grupos de WhatsApp habilitados para esta red. Los contenidos estuvieron enfocados en la convocatoria al evento, a la transmisión en vivo sobre calidad del aire en Girardota, entre otros.



Figura 15.12: Evidencias de los mensajes enviados a los Ciudadanos Científicos durante el mes de septiembre.

WP3.2. Educación

WP3.2.1. Potenciar los procesos de Apropiación Social del Conocimiento por medio de prácticas experienciales con públicos priorizados

Dentro del componente de ASC, la estrategia social tiene entre sus objetivos vincular a la ciudadanía y actores estratégicos con los temas de ciencia, tecnología e innovación enfocada a la gestión del riesgo de desastres, con el fin de construir territorios resilientes y adaptados a las condiciones climáticas que afronta la región.

Para el mes de septiembre se adelantó un gran total de 64 actividades con los diferentes públicos de la estrategia de los SATCs, las UMGRD, los organismos de socorro y Conexiones Territoriales. Entre las actividades que se abordaron se destacan los talleres formativos, visitas de seguimiento y gestión, reuniones de articulación y recorridos.

Para este mes las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá llevaron al equipo Operacional a generar la activación de dos (2) alarmas con líderes de las comunidades de los SATC El Cafetal en el municipio de Bello y La Isaza en el municipio de Barbosa; sin embargo, no se reportaron evacuaciones.

Por otro lado, se realizaron acciones que dan cuenta de la articulación constante que tiene el proyecto SIATA con los Organismos de Socorro del Valle de Aburrá; en ese sentido, se realizaron cinco (5) actividades a lo largo del mes. Entre las actividades se destacan los talleres de Incendios Forestales, eventos hidrometeorológicos extremos, descargas eléctricas y visitas de seguimiento.

Con las UMGRD se continuó el proceso de articulación y acompañamiento a la gestión en cada uno de los municipios con los actores encargados de la gestión del riesgo. Así mismo, se dio continuidad a los procesos de capacitación en temas de SIATA en las oficinas que lo han requerido. En el siguiente link se puede ver el detalle de dichos procesos: [información correspondiente a la estrategia social](#).

Acciones para la Apropiación Social del Conocimiento

Como parte de las actividades de apropiación social del conocimiento en diversos espacios del territorio metropolitano, durante el mes de septiembre se realizó una serie de charlas, talleres y participación en ferias de la ciencia, buscando fortalecer la visibilización del proyecto SIATA y su papel en temas de gestión del riesgo en el Valle de Aburrá. **Ingrese aquí** para acceder a las evidencias.

Con el desarrollo de estas actividades se abren posibilidades que favorecen la apropiación del conocimiento para la toma de decisiones. Una de las solicitudes más frecuentes se relaciona con capacitaciones sobre el uso del geoportal, una herramienta clave para conocer el comportamiento de las variables ambientales en el territorio.

Dentro de la apuesta de eventos durante septiembre, se desarrollaron varias iniciativas en conjunto con el Metro de la 80, quienes dentro de sus actividades de educación están llevando a cabo diferentes formaciones con las comunidades de influencia del proyecto. Desde el proyecto SIATA hemos estado acompañando con talleres sobre cambio climático y meteorología.



En estas actividades participaron, durante el mes de septiembre, 872 personas; esto nos permite ampliar los públicos del proyecto.

WP3.2.2. Fortalecer los procesos educativos de la red de Semilleros de Ciudadanos Científicos

En el mes que se documenta, se continuaron los procesos con los Semilleros de Ciudadanos Científicos, que consisten en encuentros con niños, niñas y jóvenes para que comprendan su papel en temas de investigación y se apropien de su territorio, donde relacionen las variables ambientales mediante la experimentación, a partir de un esquema de aprender-haciendo, para fortalecer espacios de reflexión y solución de problemas en torno a la gestión de riesgo de desastres en el Valle de Aburrá.

Durante el mes de septiembre, participaron diecisiete (17) instituciones educativas del Valle de Aburrá con aproximadamente 379 estudiantes, para un total de 28 encuentros. En la Tabla 16.1 se describen los procesos llevados a cabo este mes.

Es relevante mencionar que la incorporación de mediadores ha sido un factor clave para potenciar la expansión y el impacto de la estrategia de Semilleros de Ciudadanos Científicos en instituciones educativas y grupos juveniles del Valle de Aburrá. Estos mediadores, capacitados en las diferentes metodologías y diversos temas relacionados con el proyecto SIATA, han participado activamente en ferias de ciencia en instituciones educativas, en stand, foros, festivales, espacios de ciudad y en acompañamientos a empresas contribuyendo a fortalecer la presencia del proyecto en estos lugares. Gracias a su labor, se han consolidado más semilleros, lo que ha permitido la inclusión de un mayor número de estudiantes y jóvenes, alcanzando a comunidades más diversas y fomentando una participación más activa y significativa en la educación científica local.

Tabla 16.1: Semilleros de Ciudadanos Científicos - septiembre de 2024.

Institución Educativa	Municipio	Etapas	Participantes	Estado	Fecha
Escuela Normal Superior de Envigado	Envigado	Investigación	8	En proceso	11/09/2024 25/09/2024
I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora	Copacabana	Acompañamiento	19	En proceso	03/09/2024 24/09/2024
Colegio Mano Amiga	Bello	Acompañamiento	18	En proceso	12/09/2024
I.E. Santa Cruz	Medellín	Específico	14	Finalizado	04/09/2024 11/09/2024
I.E. Manuel Uribe Ángel	Medellín	Específico	21	Finalizado	17/09/2024
I.E. Ciro Mendiá	Medellín	General	20	Finalizado	04/09/2024 11/09/2024
I.E. Ciro Mendiá	Medellín	Específico	20	En Proceso	18/09/2024
I.E. Barrio Santa Margarita	Medellín	General	27	En proceso	12/09/2024
I.E. Gerardo David	Medellín	Específico	15	Finalizado	17/09/2024

Continúa en la siguiente página



Continuación de la página anterior

Institución Educativa	Municipio	Etapas	Participantes	Estado	Fecha
Centro Educativo Travesías El Morro	Medellín	General	29	Finalizado	12/09/2024
Centro Educativo Travesías El Morro	Medellín	Específico	29	En Proceso	26/09/2024
I.E. Blanquizal	Medellín	General	20	En proceso	04/09/2024
Instituto Salesiano Pedro Justo Berrío	Medellín	Investigación	16	En proceso	06/09/2024 20/09/2024
I.E. José María Bravo	Medellín	Específico	8	En proceso	06/09/2024
Colegio Pinares	Medellín	Específico	22	En Proceso	11/09/2024 13/09/2024
I.E. La Paz	Envigado	General	7	Finalizado	05/09/2024 12/09/2024
C.R.E. Pantanillo	Barbosa	Específico	45	En Proceso	13/09/2024
I.E. Finca La Mesa	Medellín	General	12	En Proceso	04/09/2024 11/09/2024 25/09/2024
I.E. Sol de Oriente	Medellín	Acompañamiento	29	En Proceso	11/09/2024

En septiembre, se implementaron actividades en los Semilleros de Ciudadanos Científicos, integrando el enfoque STEM para fortalecer la comprensión y el monitoreo de variables meteorológicas. En el semillero de la I.E. Finca La Mesa, se llevaron a cabo sesiones centradas en la programación de la placa Micro:Bit, utilizando sensores para medir parámetros como velocidad y dirección del viento, cantidad de lluvia, temperatura y humedad del suelo. Los datos recolectados se visualizaron en tiempo real mediante la plataforma ThingSpeak, gracias a un kit de sensores IoT (Internet de las Cosas), lo que permitió a los estudiantes comprender la utilidad de la tecnología en el monitoreo ambiental.

Por otro lado, en el semillero del Colegio Pinares, las actividades STEM se enfocaron en el análisis de la calidad del aire, permitiendo a los estudiantes reconocer el material particulado. Este enfoque incluyó la relación entre las variables atmosféricas y los procesos de estabilidad e inestabilidad atmosférica que se presentan en el Valle de Aburrá.

También durante el mes de septiembre, se ha continuado con el acompañamiento y seguimiento a los procesos de investigación que se vienen realizando en los Semilleros de Ciudadanos Científicos. Estas investigaciones se han centrado en temáticas relacionadas con las geociencias, tales como el monitoreo meteorológico, la calidad del aire y la gestión del riesgo de desastres, abordando diferentes variables estudiadas a través de los encuentros brindados a los estudiantes. A lo largo del proceso, los estudiantes han recibido orientación para fortalecer sus habilidades investigativas y presentar sus avances. Este trabajo culminará en noviembre en el marco de la Fiesta de Ciencia Local, espacio en el que los estudiantes comparten los resultados totales o parciales de sus investigaciones desarrolladas a lo largo del año. En el enlace [Semilleros de Ciudadanos Científicos](#), se pueden consultar las evidencias. En la Figura 16.1 se muestran algunas de las actividades realizadas en los encuentros de Semilleros de Ciudadanos Científicos durante el mes de septiembre.



Figura 16.1: Actividades en los Semilleros de Ciudadanos Científicos en el mes de septiembre.

Semilleros para la inclusión de personas con discapacidad en la ciencia

Durante el mes de septiembre, se realizó acompañamiento virtual al proyecto de investigación del grupo de estudiantes sordos de la I.E. Francisco Luis Hernández. El acompañamiento se hizo para elaborar un guion con información general sobre los sensores de SIATA, debido a que un resultado de su proyecto será una puesta en escena que será grabada en video, en la cual los estudiantes explicarán en Lengua de Señas información sobre el sensor y la seña de cada uno de éstos. Además, se asesoró a la docente en cuando a la formulación de los diferentes elementos que van en el póster. También se acompañó de manera virtual el proyecto de investigación de los estudiantes sordos de la I.E. Juan N. Cadavid; la temática de éste es el Valle de Aburrá. Específicamente, se asesoró en cuanto a la información que debe ir en el póster.

Semilleros universitarios

Durante el mes de septiembre, el Semillero de Ciudadanos Científicos del ITM trabajó con un kit de ciencia ciudadana, utilizando la plataforma Home Assistant para visualizar datos como la humedad y la temperatura de forma remota desde la web. La Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia desarrolló el semillero general y algunos conceptos de meteorología con estudiantes de pedagogía infantil. Este ejercicio es un espacio que se pensó no sólo para entender el territorio y algunos fenómenos, sino también como una oportunidad para sus prácticas tempranas. Además, con el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, se realizó un acompañamiento en el que se socializaron los avances de las investigaciones que están desarrollando y cómo se están proyectando para la presentación del póster en noviembre en el marco de la feria de ciencia local. En el enlace [Semilleros de Ciudadanos Científicos Universitarios](#) se pueden consultar las evidencias.

Red de Investigación Escolar - RIE

Como parte de las actividades para fortalecer los procesos educativos del proyecto, se continúa participando en los encuentros con la Red de Investigación Escolar-RIE (consultar [avances](#)), con quienes se vienen desarrollando acciones que permiten fortalecer la investigación en la escuela. Este espacio se ha convertido en una oportunidad que ha permitido vincular a profesores y estudiantes que hacen parte de las estrategias educativas del proyecto para que socialicen sus ejercicios investigativos en el aula.

Durante el mes de septiembre se apoyó la planeación del evento sobre investigación escolar organizado por la RIE. Dentro de las actividades logísticas previas al evento, el SIATA se encargó de la revisión de los pósteres de dos (2) instituciones y la distribución de los espacios y recursos para los talleres. En el evento realizado el 19 de septiembre, se apoyó con la logística en la inscripción de los asistentes al ingreso, la distribución del espacio de los pósteres y la separación de los docentes en los diferentes talleres.

En el desarrollo del evento, el SIATA participó con las actividades que se describen a continuación:

- Tres (3) docentes asociados a los procesos educativos del SIATA en los que se han realizado procesos de investigación escolar presentaron sus experiencias en pósteres. En las Figuras 16.2 y 16.3 se muestran los [posters](#) y algunas evidencias de su presentación.



Figura 16.2: Posters de SIATA presentados en el evento de la RIE.



Figura 16.3: Presentación de posters de SIATA en el evento de la RIE.

- Se realizaron ocho (8) talleres prácticos con herramientas educativas para los docentes en torno a los siguientes temas (2 talleres por cada tema):
 - Ciencia para todos y todas: una apuesta desde la accesibilidad.
 - Calendario meteorológico para el aula.
 - Enseñanza de las geociencias con material didáctico (experimentos, cuentos y juegos).
 - STEAM - Herramientas tecnológicas para la innovación educativa.

En la Figura 16.4 se comparten algunas evidencias del trabajo realizado.



Figura 16.4: Talleres de SIATA en el evento de la RIE.

WP3.2.3. Fortalecer los procesos educativos de la Red de Educadores Científicos

Desde la estrategia de la Red de Educadores Científicos se trabaja en el fortalecimiento de procesos educativos a través de diversas actividades que posibiliten la participación e interacción con profesores y otros actores educativos del territorio metropolitano. Desde la creación de esta estrategia, se han tenido logros que han favorecido el reconocimiento del proyecto SIATA como un apoyo en los ejercicios de enseñanza y aprendizaje en los contextos de educación formal e informal, partiendo del enfoque de ciencia local. Para conocer el crecimiento que ha tenido la red y las diversas actividades que se han venido desarrollando desde su inicio **Ingrese aquí**.

Como parte del fortalecimiento de la estrategia de la Red de Educadores Científicos, durante el mes de septiembre se realizó una serie de actividades que permiten continuar integrando profesores del Valle de Aburrá, interesados en ejercicios educativos basados en el territorio, así como seguir contribuyendo a través de la didáctica, a que los miembros de dicha red puedan contar con herramientas que favorezcan procesos de formación que respondan a las necesidades de sus contextos.

- Se sigue avanzando en los *ciclos de formación de formadores* que se vienen realizando en articulación con el Centro de Innovación del Maestro-MOVA. En esta apuesta participan 26 profesores con quienes se espera concluir una apuesta de mejora a los proyectos de gestión del riesgo escolar teniendo como enfoque uno de los fenómenos que se investigan en el proyecto -calidad del aire, territorio, cambio climático, meteorología-. Una de las actividades que se desarrolló para este mes consistió en una visita a la Torre SIATA; de esta manera, el diálogo con el experto -que es una de

las fases del proceso de formación- se realizó con el equipo Operacional en el centro de operación del proyecto, lo que da cuenta de la articulación de los equipos del SIATA para ofrecer experiencias educativas que contribuyan a la apropiación social del conocimiento científico local. Para acceder a las evidencias de cada proceso **Ingrese aquí**.

- Como parte de las actividades de la red, se realizó un *encuentro de conocimiento* sobre programación con los profesores de la I.E. Fontidueño. **Ingrese aquí para conocer sobre la actividad**. El grupo de maestros se encuentra desarrollando **un proyecto escolar** en el que se integra la ciencia y la tecnología para el monitoreo de la calidad del aire. En este espacio, algunos profesores que no habían tenido acercamiento a la programación ahondaron en temas de pensamiento computacional y generación de códigos. La respuesta fue positiva; uno de los comentarios que sobresalió tuvo que ver con la programación como una actividad que sí puede ser amigable para las personas.
- Se inició el *acompañamiento* en el marco del proyecto ConCiencia SCOUT al grupo Rakut 71. El objetivo es apoyar a los grupos de dicho proyecto mediante reuniones, entrega de material de apoyo, llamadas telefónicas y talleres. A la fecha, se tienen doce (12) proyectos en formulación, de los cuales, seis (6) vienen avanzando. **Ingrese aquí** para acceder a las evidencias.

En la Figura 16.5 se presentan algunas evidencias de las actividades en el marco de la red.



Figura 16.5: Actividades de la Red de Educadores Científicos, septiembre de 2024.

Grupo de WhatsApp Red de Educadores Científicos

Apostándole al fortalecimiento de la red, se continuó fortaleciendo la interacción con los profesores a través del grupo de WhatsApp. Durante el mes de septiembre, se estuvo enviando invitaciones para participar en actividades propuestas por el proyecto, se compartió el pronóstico meteorológico, además, se dio respuesta a las inquietudes y solicitudes de los maestros. Por otro lado, se hizo una actualización a la base de datos de la red y se incluyeron nuevos miembros al grupo de WhatsApp. Actualmente se cuenta con un total de 166 participantes, 157 de ellos son profesores y nueve (9) profesionales del proyecto SIATA. La Red de Educadores Científicos es una apuesta porque el conocimiento que se desarrolla en el territorio metropolitano se integre a las prácticas educativas, convirtiéndose en un insumo clave para los procesos escolares y los programas de educación informal. Cada una de las actividades realizadas durante el mes septiembre posibilita el cumplimiento de este objetivo. El aporte que el proyecto está haciendo al contexto educativo del territorio toma cada vez más fuerza; esto se evidencia mediante los mensajes que se recibe del profesorado, donde agradecen y felicitan al SIATA porque no sólo se desarrolla una actividad determinada, se les acompaña y apoya con material educativo. Además, se les tiene en cuenta como evaluadores de las estrategias, buscando garantizar la mejora y fortalecimiento de las apuestas educativas.

WP3.2.4. Fortalecer la estrategia Territorio al aire: diálogo de saberes

Durante el mes de septiembre, la estrategia Territorio al Aire se desplegó en diversos escenarios de la ciudad, llegando a aproximadamente 124 personas que participaron activamente en las charlas y actividades propuestas. Los encuentros se llevaron a cabo en el **Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid**, el **SENA** y la **Universidad de Antioquia**, facilitando la interacción y el intercambio de conocimientos en cada uno de estos espacios.

En el Politécnico se realizaron tres (3) charlas enfocadas en temas clave como el **Satélite GOES**, **Inundaciones** y **Redes de Alcantarillado**. En el SENA, los participantes se involucraron en un **Taller Práctico sobre Sismos**, mientras que en la Universidad de Antioquia se generó un diálogo significativo sobre la **Calidad del Aire** en nuestro Valle de Aburrá. Todos estos espacios se caracterizaron por ser altamente participativos, donde los asistentes resolvieron dudas y compartieron sus experiencias, aportando desde sus contextos locales y territoriales.

Tabla 16.2: Territorio al Aire - septiembre de 2024.

Institución	Municipio	Tema	Participantes	Fecha
SENA	Medellín	Taller de riesgo sísmico	58	12/09/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Satélite GOES	15	13/09/2024
Universidad de Antioquia	Medellín	Calidad del Aire	19	13/09/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Inundaciones	5	20/09/2024
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín	Redes de Alcantarillado	27	27/09/2024

En la Figura 16.7 se presentan algunas evidencias de las actividades en el marco de la estrategia Territorio al Aire.



Figura 16.6: Territorio al Aire, septiembre de 2024.

Se reporta también que durante el mes de septiembre se dio inicio al **curso de Divulgación Científica Ciencia Bullosa**, liderado por el colectivo de ciencia **Science Told**. Este curso cuenta con la participación de 35 colaboradores del proyecto SIATA, quienes han asistido a dos (2) sesiones, cada una de dos horas de duración. Las actividades del curso han sido muy enriquecedoras, contribuyendo al desarrollo de habilidades divulgativas en los participantes, fortaleciendo no sólo la estrategia Territorio al Aire, sino también la capacidad de los equipos para generar contenido relevante y de calidad en sus respectivas áreas de trabajo.



Figura 16.7: Curso de divulgación científica Ciencia Bullosa, septiembre de 2024.

En este enlace se pueden consultar las evidencias de [Territorio al Aire](#).

WP3.2.5. Diseñar y construir material edu-comunicativo, lúdico y pedagógico con enfoque en inclusión

SIATA para la Escuela

Durante el mes de septiembre, se trabajó en el desarrollo de contenidos que permiten fortalecer los procesos de educación y divulgación del proyecto. A continuación se describen los avances realizados durante este mes:

- Se continuó trabajando en la construcción de la [Cartilla de meteorología](#), dando relevancia a la relación entre el clima global y la actividad solar. En la Figura 16.8 se evidencia parte de los avances realizados.



Figura 16.8: Avances en la cartilla de meteorología.

- Se continuó el proceso de retroalimentación de la Cartilla de cambio climático, por parte de algunos docentes. Durante el mes de septiembre se comenzaron a recibir los **formatos de evaluación** por parte de los educadores. En la Figura 16.9 se muestran algunos de los resultados.

Nro.	Preguntas de evaluación	Respuesta
1	¿Considera usted que el lenguaje de la cartilla es claro? (figuras, contenido escrito)	Sí, los temas se abordan ampliamente y deja una explicación clara, resuelve muchas inquietudes
2	¿El orden en el que están dispuestos los capítulos es adecuado?	Correcto, solo se realiza una sugerencia con el tema de cambio climático.
3	Que conocimientos previos cree usted que debe tener el lector para acceder a la cartilla? (si es necesario tener conocimientos previos o no)	Son necesarios los conocimientos previos que se ven a diario en los medios para saber que el tema requiere profundidad y conocimiento, que se profundizan en la cartilla.
4	¿El contenido de la cartilla puede facilitar su práctica educativa para abordar el cambio climático en el aula?	Sí, tiene una visión amplia y se puede adaptar a cualquier grado de primaria.
5	¿Considera que el contenido de la cartilla es útil para sus planeaciones de clase?	Sí, ya que la propuesta del ministerio de educación es trabajar por proyectos de investigación y esta cartilla abre la posibilidad generar este tipo de estrategias.
6	¿Cree usted que hace falta algún contenido sobre cambio climático que pueda complementar la cartilla?	Al final de la cartilla, junto con los dedos, agregar la actividad de calendario meteorológico.
7	¿En general cómo lo parece el contenido de la cartilla para procesos educativos?	Excelente, felicitaciones por abordar en esta plataforma a incentivar a los maestros a conocer e implementar el cambio climático dentro de sus planes de estudio.
8	Sugerencias adicionales	Ver anexos en word

Supervisor Asesoría Centro Campo Córdoba

Botón para Centro Campo Córdoba, documento de la asesoría para docentes de la escuela (anexo)

- Contiene el tema de **temperatura y humedad** al fin de cada uno de los 4 temas climáticos en una de las presentaciones.
- Anexo al libro de manual de la cartilla, **tema "Cambio climático"** (cartilla #17)



• Contiene el tema de **temperatura y humedad** al fin de cada uno de los 4 temas climáticos en una de las presentaciones.

• Anexo al libro de manual de la cartilla, **tema "Cambio climático"** (cartilla #17)

Se creó de material con imágenes como en el **apunte** en cada uno de los 4 capítulos.

- Temario de la cartilla: Contiene el libro de cada temática o capítulo que muestra qué se va a aprender al aprender el libro, por ejemplo, temario:

Temas	temáticas	temas o subtemas
1. ¿Qué es el cambio climático?	• ¿cómo se define el cambio climático?	• ¿qué es el cambio climático?
2. ¿Qué es el cambio climático?	• ¿cómo se define el cambio climático?	• ¿qué es el cambio climático?
3. ¿Qué es el cambio climático?	• ¿cómo se define el cambio climático?	• ¿qué es el cambio climático?
4. ¿Qué es el cambio climático?	• ¿cómo se define el cambio climático?	• ¿qué es el cambio climático?

Figura 16.9: Avances en la cartilla de cambio climático.

SIATA Para la Escuela con enfoque de inclusión

Durante el mes de septiembre se inició la búsqueda de referentes e información sobre el nuevo material que se creará para la población con discapacidad visual de los semilleros. Con este material se buscará acercar a la población a la ubicación geográfica de los trópicos y también se espera explicar con éste la Zona de Convergencia Inter-Tropical, ZCIT. Será un material hecho con impresión 3D para mayor duración y precisión en el contenido.

WP3.2.6. Realizar procesos educativos y de transferencia del conocimiento relacionados con calidad del aire y ruido ambiental

Con respecto a los espacios de divulgación y educación sobre calidad del aire y ruido ambiental en el Valle de Aburrá, en el mes de agosto se adelantaron trece (13) actividades orientadas a generar apropiación social del conocimiento científico sobre los contaminantes atmosféricos y las variables que influyen en su concentración y dispersión. Con estos talleres, charlas y stand se logró sensibilizar a un total de 1384 personas.



Figura 16.10: Espacios divulgativos sobre calidad del aire y ruido ambiental que fueron realizados en el mes de septiembre.

Dentro de estas acciones, se destacan el primer Encuentro Científico, que se trató sobre Índices de Calidad del Aire, además de la participación en ferias de ciencia como el Colegio Carmelitano de Bello y la activación del Aula Móvil en el Colegio Santa Teresita del Niño Jesús de La Estrella. Adicionalmente, los procesos adelantados con profesores y Scouts.

En el enlace [espacios de divulgación de septiembre](#), se puede consultar en detalle las charlas, stand y talleres realizados durante el mes, además de las evidencias y los municipios beneficiados.

WP3.3. Relacionamiento, articulación y gestión con actores estratégicos

WP3.3.1. Adelantar procesos de articulación con organizaciones de carácter público y/o privado

En el mes que se documenta, se realizó un intercambio de experiencias, de manera virtual, con la Red GIRRD LAC con el fin de revisar posible convenio/contratación de asesoría en temas de accesibilidad e inclusión, además de conocer experiencias de otros países con Sistemas de Alerta Temprana.

WP3.3.2. Fortalecer los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés

Caracterización de públicos

Desde la visión de un proyecto de ciencia, tecnología e innovación, la investigación debe ser un pilar fundamental. Ella se ha venido convirtiendo en un aspecto importante para el componente de Apropiación Social del Conocimiento por las potencialidades y contribuciones que puede proporcionar para desarrollar las actividades contractuales. Es por esta razón que se vienen adelantando algunas apuestas. Una de ellas, consiste en proceso de caracterización de los públicos que atiende el proyecto. Para este ejercicio, se viene desarrollando una serie de instrumentos de carácter cuantitativo y cualitativo que permiten recopilar información socio-demográfica y otras variables de interés que ayudarán a conocer el papel del proyecto en torno a la apropiación social del conocimiento. **Ingrese aquí** para acceder al trabajo que se ha adelantado.

Procesos sociales con comunidades

Para el mes de septiembre y continuando con lo establecido en el contrato 016, se logró culminar el proceso social con una de las nuevas comunidades: Barrio Cristo Rey en el municipio de Caldas. Se finalizó la fase 3 con la realización del simulacro. Así mismo, se continuaron actividades correspondientes a la fase 2 con la comunidad de San Fernando, también en el municipio de Caldas, y con El Cairo en el municipio de Bello. Más adelante se ampliará la información de los dos SATCs mencionados.

Se realizó recorrido interdisciplinar desde SIATA con la comunidad ubicada en la zona media de la quebrada La Valeria, específicamente las comunidades de los barrios La Planta, Villa Capri y Villa Jomaber.

A continuación, se mencionan los avances con estos SATC y articulaciones que se derivan de algunos procesos y que pueden llevar a instaurar la metodología con otras comunidades. En el siguiente link se puede evidenciar [información correspondiente a la estrategia social](#).

SATC San Fernando, Caldas

Para la consolidación de este SATC, se ha continuado con la realización de encuentros quincenales con la comunidad, y en paralelo, gestiones que permitan la instalación de los sensores de monitoreo y obtención de datos asociados a los mismos en esta locación. El día 03 de septiembre se realizó visita con equipo de Telemetría, con el objetivo de valorar puntos en los que se pueda fortalecer el enlace comunicativo con la comunidad. Dicha gestión facilitó en un primer momento obtener la autorización para instalar los instrumentos (ver Figura 17.1), permiso que posteriormente fue retirado por los propietarios del predio debido a la imposibilidad de pago por parte del proyecto para la instalación en terrenos de su propiedad.



Figura 17.1: Visita de prospección del equipo de Telemetría, Caldas.

Se ha venido explorando otros posibles puntos de enlace. En ese sentido, se ha acordado con los administradores de un predio aledaño el realizar una visita con el equipo de Telemetría el día 01 de octubre para valorar la viabilidad de un punto en tal predio.

SATC Barrio Cristo Rey, Caldas

El 02 de septiembre se realizó el ejercicio de simulacro con la comunidad (ver Figura 17.2), donde acompañaron organismos de socorro y la UMGRD de Caldas; en este espacio se contó con la asistencia de 29 personas. Con esta actividad se da por terminada la fase 3 correspondiente a la evaluación en este SATC y se da paso a la fase 4 de seguimiento. Durante este mes, también se realizó un recorrido interdisciplinar el día martes 10 de septiembre, en compañía de equipo de Hidrología y con el líder comunitario para valorar cambios a los mecanismos de monitoreo en el sector. Desde el equipo Hidrología se propuso la posibilidad de modificar niveles de riesgo, pero no cambiar ubicación de sensor de nivel.



Figura 17.2: Simulacro SATC Cristo Rey.

SATC El Cairo, Bello

El 11 de septiembre se realizó una prueba de sonido junto con la UMGRD (ver Figura 17.3) para identificar los posibles puntos de instalación de la sirena. En el recorrido se concluyó que se deben instalar dos (2) sirenas para abarcar la mayor cantidad posible de comunidad afectada. Además, se hizo un recorrido con el equipo de Hidrología y el equipo técnico de la UMGRD para revisar posibles puntos de instalación de sensor de nivel asociado a Quebrada La García; sin embargo, se identificó que la Quebrada El Barro tributaba de manera significativa a las emergencias que se han presentado en el sector monitoreado.

Con la comunidad se logró desarrollar el primer taller de la fase de desarrollo de la estrategia SATC, en el cual se le socializa a los habitantes del sector el alcance del proyecto SIATA y las diferentes fases que se proponen.



Figura 17.3: Recorridos técnicos asociados al SATC El Cairo, Bello.

SATC La Planta, Caldas

Como se enunció previamente, el día 10 de septiembre se realizó un recorrido interdisciplinar para valorar la viabilidad de los procesos de monitoreo y de participación comunitaria en el territorio asociado a la zona media de La Valeria, donde se ubican los barrios La Planta, Villa Capri y Villa Jomaber del municipio de Caldas.

Este recorrido se realizó en compañía de los líderes comunitarios Maximiliano Florez y Fredy Jiménez, quienes propusieron algunos puntos viables para la instalación de sensores y alarma sonora, así como dispusieron su participación para la consolidación social del proceso. Ver Figura 17.4.



Figura 17.4: Visita de viabilidad La Planta, Caldas.

Visitas en Distrito Especial de Medellín

Durante el mes de septiembre se realizaron visitas interdisciplinarias en territorios del distrito de Medellín donde se viene valorando la posible instalación de nuevos SATC. Vale la pena resaltar que muchas de las solicitudes en el Distrito son peticiones directas de la comunidad al DAGRD.

Estas visitas exploratorias se han realizado con el acompañamiento de miembros de los equipos Hidrología, Logística - Mantenimiento y Social. Las mismas se efectúan con objeto de facilitar acercamientos a los territorios, evaluar las condiciones técnicas de los afluentes que atraviesan el sector, y establecer contactos sociales con las comunidades que residen en dichos espacios.

Las comunidades y sectores visitados hasta la fecha son los siguientes:

- El barrio Olaya Herrera 1, en la comuna 7, visitado el día 16 de septiembre. El mismo es aledaño a la quebrada La Iguaná.
- El barrio Nueva Villa de la Iguaná, en la comuna 7, visitado el mismo 16 de septiembre y que también es aledaño a la quebrada La Iguaná. Allí en el pasado se ha contado con acercamientos desde la línea Conexiones territoriales.
- El barrio Los Salinas, en la comuna 80 - San Antonio de Prado, visitado el día 16 de septiembre. Este barrio atravesado por la quebrada La Manguala.
- El barrio Villa Lilliam, en la comuna 8, visitado el día 19 de septiembre, aledaño a la quebrada La Castro.
- El barrio Caicedo Las Estancias, en la comuna 8, visitado el 19 de septiembre, aledaño a la quebrada Santa Elena y se encuentra entre los SATC Santa Lucía y Alejandro Echavarría.
- Los barrios Guanteros y el Chispero, en la comuna 70 - Altavista, visitados el 23 de septiembre, ambos aledaños a la quebrada La Picacha.

- El barrio Altos de La Torre, en la comuna 8, visitado el 25 de septiembre, aledaño a la quebrada Chorro Hondo.
- El barrio Villa Esperanza, en la comuna 8, visitado el 30 de septiembre, atravesado por la quebrada La Loca.

Estado actual de los SATC

Para este mes, también se continuó con la fase de seguimiento y algunas actividades con los SATC ya consolidados, con el fin de fortalecer las capacidades instaladas en los territorios y propender por comunidades resilientes ante los retos climáticos que afronta la región. En la Tabla 17.1 se describen las actividades realizadas durante el mes de septiembre de 2024. Además, en el enlace [procesos sociales](#), se puede consultar el detalle de éstos por municipio.

Tabla 17.1: Actividades realizadas en los SATC durante el mes de septiembre de 2024.

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Barbosa	SATC Santa Marta - Hatillo	2024-09-10	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC Buenos Aires	2024-09-12	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Primavera	2024-09-13	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Barbosa	SATC La Isaza	2024-09-11	Seguimiento vía WhatsApp.
Girardota	SATC Jamundí	2024-09-26	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Guadalajara	2024-09-02, 11, 12 y 18	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Copacabana	SATC Las Vegas	2024-09-17	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC Barrio María	2024-09-02, 03, 05, 16, 17, 25 y 26	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Copacabana	SATC La Asunción	2024-09-05, 06, 09, 16, 17 y 26	Seguimiento vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC Cafetal	2024-09-03, 04, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 29 y 30	Seguimiento con líder comunitaria vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC Cafetal	2024-09-17	ExpoEducación: Conversatorio Café del Mundo y participación de líder comunitaria con otros actores académicos.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 17.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Bello	SATC Cafetal	2024-09-23	Visita para construcción del contenido del póster para Intercambio de Experiencia.
Bello	SATC El Cairo	2024-09-11, 18, 25, 26 y 30	Seguimiento con líder comunitaria vía telefónica y vía WhatsApp.
Bello	SATC El Cairo	2024-09-11	Prueba de sonido con el equipo de Mantenimiento, Logística y Social. Además, se realiza puerta a puerta de socialización.
Bello	SATC El Cairo	2024-09-24	Recorrido con el equipo de Hidrología y UMGRD para identificar posibles puntos de instalación de sensor de nivel asociado a Q. La García.
Bello	SATC El Cairo	2024-09-25	Taller de socialización SIATA.
Bello	SATC Potrerito	2024-09-03, 12, 15, 16, 17 y 24	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC Hato Viejo	2024-09-03, 12, 15, 16, 19, 21, 23, 24, 25 y 30	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC Hato Viejo	2024-09-16	Seguimiento presencial.
Bello	SATC Espíritu Santo	2024-09-03, 12, 15, 16, 24	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-09-03, 12, 15, 16, 21, 24 y 25	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-09-10	Acompañamiento a equipo Hidrología, aforo en Quebrada La Madera.
Bello	SATC José Antonio Galán	2024-09-16	Seguimiento presencial.
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-09-12	Taller conceptos básicos: incendios.
Bello	SATC Plan de la Laguna	2024-09-29	Taller conceptos básicos: incendios.
Medellín	SATC Salado (Paraíso)	2024-09-03, 11 y 24	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Paraíso)	2024-09-11	Seguimiento presencial.

Continúa en la siguiente página

Tabla 17.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Medellín	SATC Salado (Las Playas)	2024-09-03, 11, 12 y 24	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Salado (Las Playas)	2024-09-11	Seguimiento presencial
Medellín	SATC Santa Rita	2024-09-03, 11, 12, 24, 25 y 30	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Rita	2024-09-11	Seguimiento presencial.
Medellín	SATC Santa Rita	2024-09-25	Reunión planeación Poster Intercambio de experiencias.
Medellín	SATC Santa Lucía	2024-09-03, 10, 12, 20, 23 y 24	Seguimiento vía telefónica WhatsApp.
Medellín	SATC Santa Lucía	2024-09-23	Seguimiento presencial.
Medellín	SATC Alejandro Echavarría	2024-09-03, 10, 12, 23, y 24	Seguimiento vía telefónica.
Medellín	SATC Alejandro Echavarría	2024-09-23	Seguimiento presencial.
Medellín	SATC La Palma	2024-09-11	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chorro	2024-09-11, 17 y 18	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chíspero	2024-09-04, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25 y 28	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Aures - El Chíspero	2024-09-28	Reunión virtual para construcción de contenido del póster para Intercambio de Experiencia.
Medellín	SATC Las Violetas	2024-09-11	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp
Medellín	SATC El Hoyo	2024-09-03, 04, 11 y 16	Seguimiento con líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC El Hoyo	2024-09-04	Sobrevuelo de drones con el equipo de Teledetección.
Medellín	SATC Pesebre	2024-09-03, 04, 05, 11 y 30	Seguimiento a líder comunitaria vía WhatsApp.
Medellín	SATC Las Playitas - Aguas Frías	2024-09-11	Seguimiento vía WhatsApp.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 17.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Envigado	SATC Remanso	2024-09-06 y 23	Seguimiento vía WhatsApp. Además, se realizó apoyo a la convocatoria realizada por la UMGRD para la realización del simulacro de evacuación por inundación.
Itagüí	SATC Santa María 1	2024-09-17	Seguimiento vía WhatsApp.
Itagüí	SATC Villa Lía	2024-09-04, 09 y 11	Seguimiento vía WhatsApp.
Estrella	SATC El Pedrero	2024-09-05, 17, 23, 24, 25 y 26	Seguimiento vía WhatsApp y telefónica.
Estrella	SATC La Inmaculada	2024-09-12	Seguimiento vía llamada telefónica.
Estrella	SATC La Raya	2024-09-02	Seguimiento vía WhatsApp.
Estrella	SATC La Raya	2024-09-24	Seguimiento presencial preparación encuentro e intercambio de experiencias.
Sabaneta	SATC Playas Playcer	2024-09-11	Seguimiento vía WhatsApp.
Sabaneta	SATC Plebiscito	2024-09-05, 09, y 11	Seguimiento vía WhatsApp.
Caldas	SATC La Clara	2024-09-19	Seguimiento presencial preparación encuentro e intercambio de experiencias.
Caldas	SATC Andalucía	2024-09-17	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Mandalay	2024-09-02, 03, 05, 09, 10, 16, 17, 18, 19, 24 y 26	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC Mandalay	2024-09-19	Seguimiento presencial y sobrevuelo con equipo de Teledetección.
Caldas	SATC Cristo Rey	2024-09-02	Ejercicio simulacro.
Caldas	SATC Cristo Rey	2024-09-02, 05, 17 y 26	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.
Caldas	SATC San Fernando	2024-09-03	Se realizó recorrido con el equipo de Telemetría para ubicar los puntos viables para proceso de prospección en la zona.
Caldas	SATC San Fernando	2024-09-19	Taller movimiento en masa.
Continúa en la siguiente página			

Tabla 17.1 – Continuación de la página anterior

Municipio	SATC	Fecha	Actividad
Caldas	SATC San Fernando	2024-09-05, 17, 18, 19, 22, 24 y 26	Seguimiento vía telefónica y WhatsApp.

Acciones que fortalecen los procesos sociales con las comunidades y los públicos de interés:

- El 04 de septiembre se realizó sobrevuelo de drones (ver Figura 17.5) con el equipo de Teledetección en el SATC Belén EL Hoyo, con el fin de obtener imágenes desde la parte alta de la cuenca de La Picacha, además de entregar información relevante al DAGRD asociado a este SATC.



Figura 17.5: Sobrevuelo de drones en SATC Belén EL Hoyo.

- El día 26 de septiembre se realizó el simulacro de evacuación (ver Figura 17.6) por inundación en el SATC El Remanso del municipio de Envigado. Éste fue programado por la UMGRD como actividad municipal para evaluar la resiliencia de la comunidad al momento de una emergencia y la evacuación hacia los puntos de encuentro. Esta actividad estuvo acompañada por el Cuerpo Voluntario de Bomberos.



Figura 17.6: Simulacro de evacuación SATC El Remanso.

Piloto SATC por incendios de cobertura vegetal

Durante el mes de septiembre se logró realizar, en compañía del Cuerpo de Bomberos de Bello, el segundo taller de la estrategia propuesta que corresponde a conceptos básicos: incendios, el cual contó con la asistencia de 22 personas, incluyendo al equipo de apoyo a la supervisión del AMVA y el equipo de incendios del proyecto SIATA.

En este espacio, también se realizó una petición por parte de la comunidad donde expresaron el deseo de cambiar el nombre del SATC; es decir, que el nombre ya no corresponda a Plan de Monos, sino Plan de La Laguna, ya que su territorio es conocido con este nombre. Es importante resaltar el compromiso e interés que ha demostrado este SATC y el Cuerpo de Bomberos Voluntarios con este proceso plan piloto que se ha estado llevando a cabo.

Identificar y diseñar metodologías para los SATC que permitan vincular a la población con discapacidad

Durante el mes de septiembre, se realizó de forma virtual con la Red GIRDD LAC un intercambio de experiencia (ver Figura 17.7) para socializar el proyecto SIATA y conocer los casos de éxito de la red en otros países. Aunque se resaltaron los logros y avances que presenta el proyecto SIATA, se encontraron algunos retos para seguir reflexionando.

De manera inicial, se encontró que actualmente no hay alguna experiencia exitosa en temas de Sistemas de Alerta Temprana accesibles en su totalidad. Si bien algunas entidades están haciendo esfuerzos, se concluyó que faltan avances por parte de los diferentes países que participaron, entre ellos: Ecuador, Perú, México y en nuestro caso, Colombia.

Se resalta que todas las personas participantes de este encuentro tienen como interés y foco principal

el tema de inclusión en la gestión del riesgo de desastres. Además, durante el encuentro, se evidenció el interés que tuvieron los demás participantes en conocer la experiencia del proyecto SIATA en temas de accesibilidad, tanto en procesos educativos como sociales.

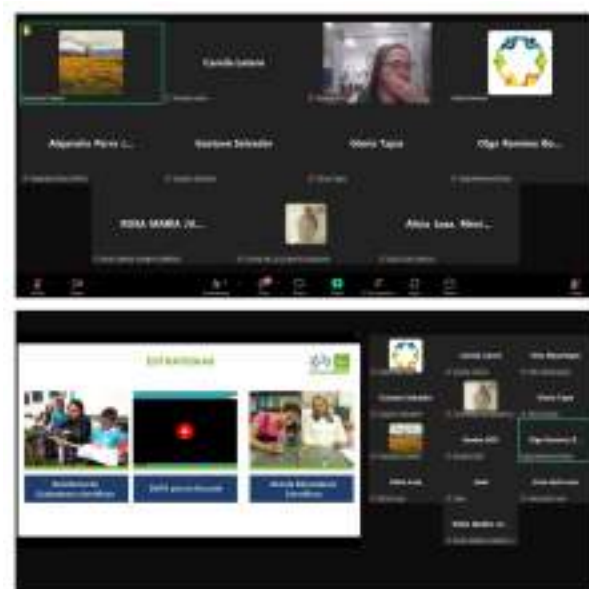


Figura 17.7: Intercambio de experiencia con Red GIRDD LAC (Virtual).

WP3.3.3. Participar de diferentes espacios técnicos y de gobernanza

Desde el área de análisis y pruebas, y con el objetivo de mejorar los procesos, se participó en el Taller de Automatización de Procesos Metrológicos usando Python, organizado por el Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM) los días 24 y 25 de septiembre de 2024. Los conocimientos y herramientas adquiridos en este taller fortalecerán nuestras capacidades en la automatización y manejo de datos metrológicos. El enfoque en gráficos de control y análisis estadístico servirán como herramientas de apoyo para el análisis tanto las calibraciones como los monitoreos intermedios que realizamos internamente. La implementación de técnicas automatizadas permitirá una gestión más eficiente y precisa.



Figura 17.8: Participación Taller de Automatización usando Python, Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM).

WP3.3.4. Gestionar las estrategias y redes con grupos de interés para la identificación de potencialidades y la implementación de acciones

Conexiones Territoriales

En el marco de la línea Social, se continuó desarrollando la estrategia de Conexiones Territoriales a fin de vincular a la ciudadanía en general con las temáticas del proyecto SIATA, promoviendo la apropiación social del conocimiento. Vale la pena destacar que esta estrategia se realiza con una periodicidad diferente a las realizadas con las comunidades, UMGRD y organismos de socorro. Aquí se puede consultar la [información correspondiente a Conexiones Territoriales](#).

Durante el mes de septiembre se adelantaron siete (7) encuentros. Algunas capacitaciones se realizaron en los municipios de Bello, Medellín e Itagüí. En la Tabla 17.2 se describen los procesos llevados a cabo para este mes.

Tabla 17.2: Actividades de Conexiones Territoriales - septiembre de 2024

Fecha	Municipio	Conexión territorial	Actividad	Entidad y/o equipo que acompaña
02/09/2024	Bello	Ediles París Bello	Se realiza taller de Monitoreo y Apropiación digital	Equipo Social.
04/09/2024	Medellín	Comité de quebradas Comuna 6	Se realiza taller Monitoreo y Apropiación digital	Equipo Social y DAGRD.
13/09/2024	Itagüí	Guardabosques	Se realizó taller sobre Calidad del aire	Equipo Social y equipo Aire.

19/09/2024	Bello	Ediles París Bello	Se realiza taller Movimiento en masa	Equipo Social y Ciencias geotécnicas.
25/09/2024	Medellín	Comisión Social de la Secretaría de Inclusión Social y Familia	Se realizó taller sobre Calidad del aire	Equipo Social y equipo Aire.
25/09/2024	Medellín	Comunidad Barrio Olaya Herrera 1	Se realizó taller de socialización SIATA	Equipo Social.
26/09/2024	Bello	Ediles París Bello	Se realizó primera parte del taller Riesgo sísmico	Equipo Social.

Para el mes de septiembre, se dio inicio al proceso formativo con la comunidad del sector La Arenera, ubicado en el barrio Olaya Herrera 1 en la comuna 7 (Robledo) del Distrito Especial de Medellín. El sector es aledaño a la quebrada La Iguaná y algunos de sus habitantes se encuentran en una cadena de llamadas que se ha consolidado a lo largo del afluente gracias a la iniciativa de diversas líderes ambientales de la zona.

Esta iniciativa formativa surge precisamente del interés comunitario para acercarse a recursos y capacidades que fortalezcan sus respuestas ante posibles eventualidades.

WP3.3.5. Fortalecer los procesos con los gestores de riesgo, organismos de socorro, UMGRD y público de interés

Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres UMGRD

Durante el mes de septiembre, se llevaron a cabo cuatro (4) visitas a las Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (UMGRD) en los municipios de Sabaneta, Itagüí, Copacabana y Bello. El propósito de estas visitas fue dialogar sobre temas claves como el estado actual de los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATC), la solicitud de nuevos SATC, la instrumentación disponible en los municipios y otras necesidades relacionadas con el proyecto.

Además, se realizaron dos (2) capacitaciones dirigidas a los funcionarios de las UMGRD. Estas capacitaciones tuvieron como objetivo fortalecer las capacidades técnicas y operativas de los equipos. Los talleres fueron: Taller de Variabilidad Climática en Sabaneta y el Taller de Salud mental en la Gestión de Riesgos y Desastres en Copacabana.

Y en articulación con las UMGRD de Itagüí y Envigado, y con la intención de fortalecer sus procesos de gestión, se realizaron visitas a dos (2) comunidades donde estas oficinas han planteado la posibilidad de instaurar Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios – SATC. Una de las visitas se llevó a cabo el día 12 de septiembre al barrio 19 de abril en Itagüí. Esta visita se realizó con funcionarios de la UMGRD. Durante el recorrido por el sector, se sostuvo una conversación con líderes comunitarios de la zona con el objeto de conocer acerca de su contexto, sus procesos de organización social y el interés particular que han enunciado para la instalación de un SATC en su territorio, así como su disposición para jalonar la comunidad en ese sentido.



De igual manera, con la comunidad de la Vereda El Escobero en Envigado, en articulación con UMGRD, se realizó la socialización del proyecto SIATA y del proceso de construcción de un SATC. Este espacio se llevó a cabo el día 17 de septiembre, y se evidenció interés y disposición de los líderes y participantes para fortalecer estos procesos. En dicho encuentro, la UMGRD de Envigado quedó pendiente de enviar la solicitud al Área Metropolitana del Valle de Aburrá para instaurar este proceso.

Organismos de Socorro

Se realizaron acciones que dan cuenta de la articulación constante que tiene el proyecto SIATA con los organismos de socorro del Valle de Aburrá durante el mes de septiembre, con un total de 36 bomberos participantes en los encuentros y actividades con el SIATA. En el siguiente enlace se presenta la evidencia: [asociada a la estrategia social](#).

En la Tabla 17.3 se describen los procesos llevados a cabo, y en la Figura 17.9 evidenciamos algunos de los encuentros realizados con organismos de socorro durante el mes de septiembre.

Tabla 17.3: Actividades con Organismos de Socorro - septiembre de 2024.

Fecha	Municipio	Actividad	Público	Equipo que acompaña
03/09/2024	Medellín - San Antonio de Prado	Taller de Incendios Forestales	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social y equipo de Hidrología.
10/09/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Eventos Hidrometeorológicos Extremos	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Meteorología y DAGRD.
11/09/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Descargas Eléctricas	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Meteorología y DAGRD.
12/09/2024	Medellín - Buenos Aires	Taller de Eventos Hidrometeorológicos Extremos	Cuerpo Oficial de Bomberos	Equipo Social, equipo de Meteorología y DAGRD.
20/09/2024	Caldas	Visita de seguimiento	Cuerpo Voluntario de Bomberos	Equipo Social.





Figura 17.9: Acompañamiento a Organismos de Socorro durante el mes de septiembre 2024.

El seguimiento de las condiciones hidrometeorológicas en el Valle de Aburrá condujo a la realización de trece (13) comunicaciones telefónicas con organismos de gestión del riesgo y atención de desastres de los municipios del territorio. En la Tabla 17.4 se presenta un resumen de estos llamados por tipo de alerta:

Tabla 17.4: Resumen de llamados a organismos de gestión del riesgo del Valle de Aburrá.

Tipo de llamado	Número
Llamados por aumentos de nivel del río y las quebradas	6
Llamados por drenaje urbano (deprimidos viales)	2
Llamados por incendios	5
Llamadas atendidas en apoyo a la atención de emergencias	0

En cuanto a las comunidades de los SATC, se realizaron veinticinco (25) interacciones con líderes y tres (3) activaciones de alarmas (Tabla 17.5). demás, se referencian la fecha de activación, las comunidades, municipio, el afluente asociado y la cantidad de veces que fue necesario activar las alarmas durante septiembre en la Tabla 17.6::

Tabla 17.5: Resumen de llamados a comunidades de los SATC y activaciones de alarma.

Tipo de llamado	Número
Llamados a líderes comunitarios de los SATC	25
Activaciones de alarmas comunitarias de los SATC	3



Tabla 17.6: Resumen de activaciones de alarmas comunitarias

Fecha	SATC	Municipio	Afluente	Activaciones
2024-09-01	La Isaza	Barbosa	Río Aburrá - Medellín	1
2024-09-03	La Iguana	Medellín	Río Aburrá - Medellín	2

En el siguiente link [Bitácora de interacciones](#) se encuentra información más detallada sobre estos llamados.

WP3.3.6. Apoyar al AMVA en los espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas

En el mes que se documenta, no se asistió a espacios de gobernanza donde se promuevan conversaciones ciudadanas.



WP3.4. Gestión del conocimiento técnico y científico

WP3.4.1. Generar los boletines técnicos e informes especializados de cada uno de los componentes del proyecto

En el mes de septiembre, el equipo SIATA presentó un (1) informe del comportamiento de la calidad del aire, en términos de los contaminantes criterio, el cual se envía desde el AMVA para dar respuesta a un requerimiento de la Procuraduría, alcanzando un acumulado de siete (7) en la vigencia. En el mes no se presentó ningún informe anual consolidado del comportamiento anual de todos los parámetros de calidad del aire, razón por la cual el acumulado en la vigencia permanece en uno (1). En el mes que se documenta, se entregó un (1) informe de proyección del segundo período de gestión de episodios, razón por la cual el indicador correspondiente alcanza 3.25 de ejecución. En la cuarta semana del mes que se documenta, se publicó el informe de avance mensual, para un acumulado de siete (7) en la vigencia. Finalmente, debido a la fecha en la cual se encuentra el proyecto, no se ha publicado el informe consolidado anual de la vigencia.

WP3.4.2. Documentar, administrar y socializar procedimientos, protocolos y manuales de los diferentes procesos

Reportes operativos diarios

Los reportes operativos diarios contienen el resumen de las alertas que se hayan presentado durante las últimas 24 horas: reporte de eventos de precipitación, reportes de aumento a nivel de riesgo asociado a inundación del río, las quebradas o inundaciones en deprimidos viales, máximo registro de ráfagas de viento y temperatura, reportes sobre movimientos en masa monitoreados, calidad del aire, reporte de incendios, eventos sísmicos, apoyo a organismos externos e interacciones con organismos de gestión de riesgos, comunidades y activación de alarmas en SATC en la jurisdicción del valle de Aburrá. Para el mes de septiembre no se realizaron reportes de este tipo.

Reportes de prensa ante ocurrencia de eventos extremos de precipitación

En estos se hace un resumen de las características más relevantes de los eventos, con información de acumulados máximos de precipitación de radar, acumulados máximos de precipitación en la red pluviométrica, descargas eléctricas, aumentos de nivel a riesgo naranja y rojo, llamados a organismos de gestión del riesgo y comunidades de los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATCs), activaciones de sirenas, e inundaciones de deprimidos viales monitoreados por el proyecto SIATA. Estos pueden ser consultados en https://siata.gov.co/informes_prensa/

En cuanto a los informes de prensa ante la ocurrencia de eventos extremos, en el mes de septiembre no se realizaron.

Reporte diario pronóstico meteorológico

Este reporte cubre la generación de pronósticos meteorológicos a través de la revisión e interpretación de datos de observaciones, modelos numéricos, imágenes de satélite, radar y otras herramientas meteorológicas, para la obtención de información para la planificación y toma de decisiones. El documento resume dichas observaciones y se envía diariamente a la dirección del Área Metropolitana.

Durante este mes se enviaron veintiséis (26) de estos documentos.

Estos informes se pueden consultar en https://siata.gov.co/reportes_operacional/reporte_diario_prono/

En lo que respecta al equipo de Teledetección, durante el mes de septiembre se solicitó la creación de un (1) documento relacionado con la compra de herramientas, componentes, materiales e insumos con base en los requerimientos identificados enfocados al desarrollo de VANTs. Este documento ya se encuentra disponible en el Sistema de Gestión de Calidad del proyecto.

WP3.4.3. Responder a las solicitudes del AMVA, entidades públicas y privadas, ciudadanía y medios de comunicación

En el mes de septiembre, desde el equipo de Calidad de Datos se dio respuesta a **27** solicitudes especiales de información; es decir, solicitudes de entidades relacionadas con la gestión del riesgo y la gestión ambiental. En el siguiente enlace podrá obtener mayor información al respecto: [Calidad Datos](#).

En cuanto al equipo de Teledetección, en el mes de septiembre se respondió veinte (20) solicitudes a diferentes entidades; de éstas, once (11) fueron dirigidas a diferentes equipos del proyecto SIATA, cinco (5) al Área Metropolitana, una (1) al Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, una (1) para Empresas Públicas de Medellín -EPM-, una (1) para el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Copacabana, y una (1) para Aeronáutica Civil de Colombia. En el enlace [respuestas equipo de Teledetección](#), se puede observar todas las respuestas emitidas en el transcurso del contrato actual, su descripción, el solicitante, productos enviados, entre otra información.

A la Aeronáutica Civil de Colombia se le solicitó de manera formal permiso para sobrevolar la cuenca de la quebrada La Despensa, ubicada en el corregimiento San Antonio de Prado de Medellín, superando la cota de los 1000 m. En comunicaciones con Carlos Ferney Llanos, representante de la Aeronáutica regional Antioquia, se dio autorización mediante acta de formalización, para la semana del 9 al 13 de septiembre.

WP3.4.4. Realizar procesos de investigación en temas relacionados y de interés del proyecto y de la Entidad

En el mes que se documenta, se adelantaron diversos procesos de investigación por parte de los equipos del proyecto, los cuales se documentan en sus correspondientes actividades y sub-actividades.

WP3.4.5. Brindar soporte tecnológico para la gestión documental y de información generada por los diferentes componentes del proyecto

Se contempla el almacenamiento de los documentos y la información generada por los diferentes componentes del proyecto en el repositorio propuesto y discutido en la sub-actividad [WP2.3.9.] Establecer un ecosistema tecnológico para la gestión de datos. Se sugiere al lector remitirse a tal numeral para conocer los avances a la fecha de la sub-actividad aquí relacionada.

WP4.1. Gestionar las labores de instalación, mantenimiento, verificación y calibración (según aplique) de las redes de instrumentación

WP4.1.1. Planificar la instalación de nuevas estaciones e instrumentos en las diversas redes del proyecto

Instalaciones realizadas en el mes de septiembre de 2024. A continuación, se listan las instalaciones realizadas durante el mes de septiembre de 2024:

- Fecha instalación: día 11 de septiembre. Estación: Cámara de monitoreo de drenaje urbano en La Asunción Guadalajara, municipio de Copacabana. En la Figura 19.1 se puede observar una fotografía de la estación.
- Fecha instalación: día 23 de septiembre. Estaciones: Cámara y Armadillo para conteo vehicular, en el Distrito de Medellín, Sede de la Fiscalía. En la Figura 19.2 y la Figura 19.3 se pueden observar las fotografías de las estaciones.
- Fecha instalación: día 24 de septiembre. Estación: Cámara térmica, Belén Las Mercedes. En la Figura 19.4 se puede observar una fotografía de la estación.
- Fecha instalación: día 26 de septiembre. Estación: Piezómetro Sotrames, municipio de Envigado. En la Figura 19.5 se puede observar una fotografía de la estación.



Figura 19.1: Cámara de monitoreo de drenaje urbano en La Asunción Guadalajara.



Figura 19.2: Cámara de conteo vehicular en la sede de la Fiscalía, Barrio Caribe.



Figura 19.3: Armadillo La Fiscalía.



Figura 19.4: Cámara térmica instalada en el barrio Belén Las Mercedes.



Figura 19.5: Piezómetro Sotrames, municipio de Envigado.

WP4.1.2. Gestionar y verificar la ejecución de compras necesarias en el proyecto

Durante el mes de septiembre de 2024 se realizaron cincuenta (50) solicitudes de compra relacionadas con repuestos y consumibles para la correcta operación de los diferentes equipos que hacen parte de las redes de calidad del aire y riesgos del territorio, así como de las redes de ruido ambiental y Ciudadanos

Científicos. Adicionalmente, se recibieron a satisfacción los entregables de veintiocho (28) solicitudes de compras realizadas en meses anteriores.

En el enlace [compras Septiembre](#) se relacionan las solicitudes de compra realizadas durante este mes.

En el link [entregas Septiembre](#) se reportan los elementos recibidos a satisfacción, los cuales permitirán el correcto funcionamiento de los equipos que conforman las diferentes redes del proyecto.

WP4.1.3. Gestionar la logística de transporte para la ejecución de las actividades del proyecto

Resumen de la gestión de logística de transporte, septiembre de 2024. Para consultar el informe detallado sobre la gestión de logística de transporte, se comparte el archivo en Excel disponible en el siguiente enlace: [Logística de Transporte - Informe Excel](#).

En este informe, se presenta un análisis detallado de los desplazamientos realizados por los funcionarios, basado en la información contenida en el archivo. Los datos incluyen fechas, rutas o desplazamientos realizados, horas de inicio y finalización de los recorridos, así como el kilometraje total para cada viaje.

El archivo Excel proporciona información precisa sobre:

- **Fecha:** el día, mes y año en que se realizó cada desplazamiento.
- **Ruta/desplazamiento:** la ruta recorrida por cada funcionario.
- **Horarios:** hora de inicio y finalización del desplazamiento.
- **Kilometraje:** kilómetros iniciales y finales, permitiendo calcular el total de kilómetros recorridos por cada funcionario.

WP4.1.4. Gestionar protocolos de verificación y calibración inicial de los equipos adquiridos

Como en el caso de lo documentado en el mes inmediatamente anterior, el proceso de definición de la metodología y la construcción de documentación de los diferentes instrumentos de medición está llevándose a cabo.

WP4.1.5. Planificar el mantenimiento de estaciones e instrumentos de las diversas redes del proyecto

Programación mensual de visitas

La programación mensual de las visitas se organiza por semanas y está dividida por zonas y subzonas. Cada cuadrilla está asignada a una zona diferente durante cada semana del mes. En total, se cuenta con siete (7) cuadrillas, cada una compuesta por dos (2) personas y un (1) vehículo para realizar los recorridos.

A continuación, se muestra un ejemplo de la programación de una cuadrilla:

Encargados: Hugo Gómez - Yovany Palacio

- **Semana 1 del mes:** Zona 1 - 7
- **Semana 2 del mes:** Zona 2 - 5
- **Semana 3 del mes:** Zona 3 - 8
- **Semana 4 del mes:** Zona 4 - 6

Cada mes, el trabajo de las cuadrillas se ajusta de acuerdo a las subzonas asignadas en la programación semanal, asegurando que todas las áreas sean cubiertas eficientemente.

Estas zonas y encargados se pueden ver en el siguiente link: [Detalle de estaciones e instrumentos por zonas](#).

WP4.1.6. Garantizar el adecuado funcionamiento de infraestructura de las estaciones de monitoreo

Red de monitoreo de Riesgos y Aire

- **9 de septiembre:** se realizó la recepción de acometidas correspondientes al RFP1 en los siguientes puntos: Montañita París, La Zúñiga, La García, La Loca San José Obrero, La Madera Barrio Nuevo, Cañada Negra, Río Medellín Puente la 33, La Doctora, Doña Ana, y La Chocha Chile. Todas las acometidas fueron recibidas a satisfacción por parte del Pro. Además, se instaló un nuevo punto de conexión para la red de monitoreo del aire en el acceso peatonal de la Fiscalía General de la Nación, en la Autopista Norte.
- **11 de septiembre:** se realizaron ensayos de sonido en el sector de la cuenca de la Quebrada La García (zona de El Cairo) para evaluar la instalación de un Sistema de Alerta Temprana Comunitario (SATC). Los resultados indicaron la necesidad de instalar dos (2) sistemas de sirenas para garantizar una cobertura adecuada debido a las limitaciones del terreno.
- **12 de septiembre:** se coordinó el mantenimiento del aire acondicionado de la bodega de la oficina 207 del Centro Empresarial 808, a cargo de un proveedor externo. El trabajo incluyó el cambio de accesorios en la tubería de refrigeración, mangueras, y el cambio de un contactor por recalentamiento.
- **17 de septiembre:** se finalizó la pintura general del cerramiento del perfilador de vientos, utilizando una pintura anticorrosiva y de acabado, aplicada mediante pulverizador para optimizar el tiempo de ejecución.
- **19 de septiembre:** se completó la pintura del cerramiento del perfilador de vientos y se realizaron recorridos para evaluar mejoras estructurales en varias estaciones. En la estación Piedra Gorda, se sugirió ampliar la estructura superior. En la estación Concejo de Itagüí, se identificó vandalismo en el sistema de puesta a tierra, requiriendo reinstalación.
- **20 de septiembre:** continuación de los recorridos para evaluar estructuras. En Piedra Gorda, se mantuvo la sugerencia de ampliar la estructura, y en Concejo de Itagüí, se confirmó el corte de un tramo de cable del sistema de puesta a tierra.

- **23 de septiembre:** se completó el mantenimiento correctivo de 60 metros de concertina en el cerramiento perimetral de la I.E. Concejo de Itagüí, incluyendo el reemplazo de la guaya estructural.
- **25 de septiembre:** se realizaron visitas con cuatro proveedores para cotizar soluciones relacionadas con sistemas de acceso y requerimientos del SST. Las estaciones visitadas incluyeron:
 - Para barandas: Ciudadela de la Vida (Copacabana), Liceo Fernando Vélez (Bello), Estación de Policía Los Gómez (Itagüí), I.E. Rafael Mejía (Sabaneta), Hospital La Estrella, Colegio Joaquín Aristizábal (Caldas), y Biblioteca Tomás Carrasquilla (Robledo).
 - Para obras de metalistería: Hospital Manuel Uribe Ángel (Envigado).
 - Para cerramiento en malla: Casa de Justicia (Itagüí).
 - Para venteo de escaleras: Ciudadela de la Vida (Copacabana).
 - Para puntos de anclaje: Colegio Pedro Justo Berrío (Belén Las Mercedes).
 - Para instalación de línea de vida: I.E. Ciro Mendiá (Santa Cruz) y Proveduría EPM (Medellín).

Red de monitoreo de calidad del aire

Durante el mes de septiembre de 2024 se ejecutaron de manera satisfactoria las actividades que se exponen en la Figura 19.6 con el detalle por estación y analizador. El registro de los mantenimientos y calibraciones se actualiza en las bases de datos del proyecto.

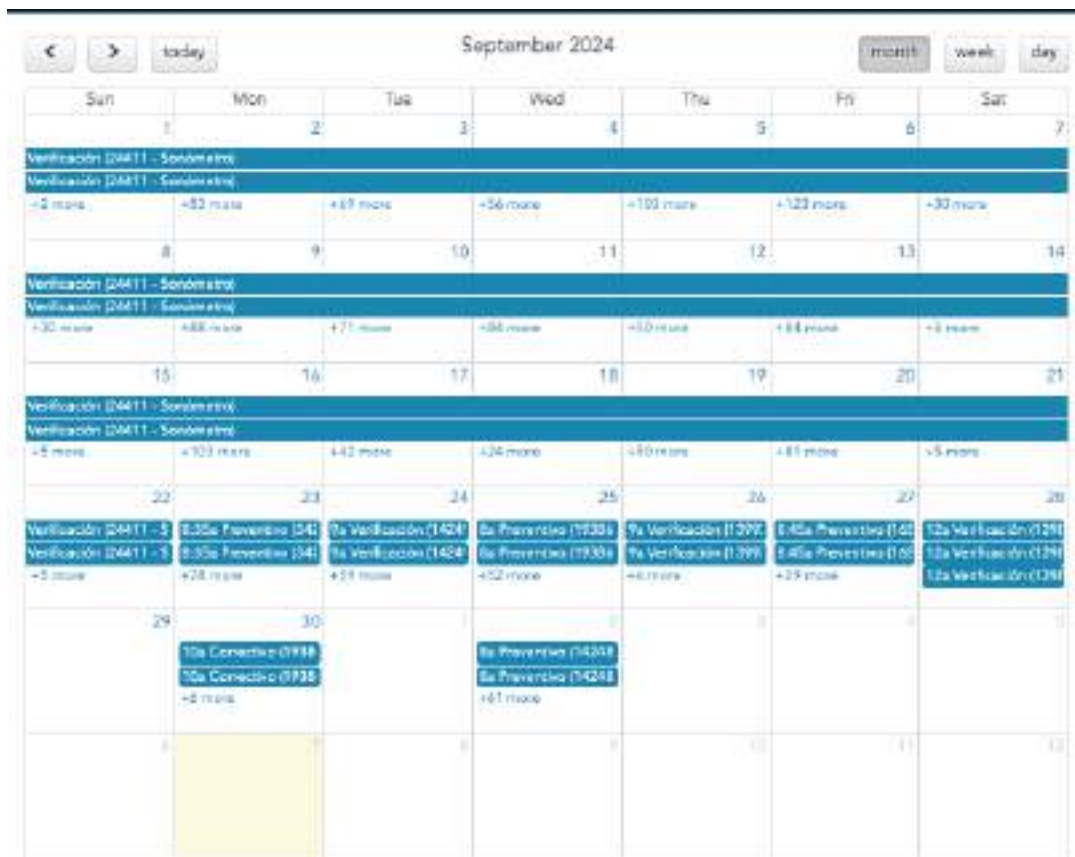


Figura 19.6: Ejemplo de actividades realizadas en las estaciones de la red de calidad del aire donde se ejecutaron mantenimientos durante el mes de septiembre.

Programa de limpieza. Durante el mes de septiembre de 2024, no se realizaron actividades de jardinería y limpieza a las estaciones pertenecientes a la red de calidad del aire, debido a que estas labores se realizan de manera bimestral y se presentaron novedades contractuales con el proveedor. Se reiniciarán las actividades de mantenimiento locativo en el mes de octubre del presente año.

WP4.1.7. (Calidad del aire) Garantizar el cumplimiento del plan de aseguramiento metrológico

Durante el mes de septiembre se realizó la calibración de un (1) sonómetro, seis (6) sensores de temperatura y humedad, un (1) calibrador dinámico, y un (1) deltacal. En el link [Plan Metrológico \(PAME\)](#) se presenta la información de los equipos que fueron enviados a calibración con proveedores externos.

WP4.1.8. Revisar y formalizar las acometidas de la red del proyecto

En el mes de septiembre se recibieron las siguientes acometidas, alcanzando un total de veinticuatro (24) acometidas formalizadas a la fecha:

El 9 de septiembre, se realizó la recepción de acometidas correspondientes al RFP1 en los siguientes puntos: Montañita París, La Zúñiga, La García, La Loca San José Obrero, La Madera Barrio Nuevo, Cañada Negra, Río Medellín Puente La 33, La Doctora, Doña Ana, y La Chocha Chile. Todas las acometidas fueron recibidas a satisfacción por parte del Pro. Además, se instaló un nuevo punto de conexión para la red de monitoreo del aire en el acceso peatonal de la Fiscalía General de la Nación, en la Autopista Norte.

WP4.1.9. Velar por la gestión del inventario eficaz que garantice el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos

Durante el mes de septiembre, se continuó con la gestión estratégica del inventario, enfocándose en asegurar la disponibilidad y el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos necesarios para las operaciones del proyecto. Este enfoque ha permitido no sólo mantener la continuidad de las actividades, sino también optimizar los procesos internos relacionados con la logística y el mantenimiento.

Para un análisis más exhaustivo de esta gestión, se ha incluido un anexo que detalla todos los aspectos relacionados con la bodega, el cual puede ser consultado a través del siguiente enlace: [detalle de inventario septiembre 2024](#). Este documento proporciona un desglose completo de los movimientos de inventario, permitiendo una revisión detallada de las gestiones realizadas y sirviendo como base para la planificación futura.

El enfoque en la gestión eficiente de los recursos ha sido clave para mantener la operatividad del proyecto y garantizar que todos los equipos y estaciones de monitoreo cuenten con los suministros necesarios para su correcto funcionamiento.

WP4.2. Gestionar los procesos para garantizar continuidad a futuro en las actividades del proyecto, e.g., requerimientos de entes de control y renovación tecnológica para el monitoreo de variables prioritarias

WP4.2.1. Gestionar los requerimientos exigidos por los entes de control relacionados con el uso de VANTs

Con el fin de velar por el correcto desarrollo de las operaciones realizadas por el equipo de Teledetección, durante el mes de septiembre se solicitó la inclusión de tres (3) puntos estratégicos en el territorio metropolitano a las zonas autorizadas por Aeronáutica Civil para la operación de los equipos. También se diligenciaron los formularios para la renovación de las pólizas UAS, las cuales vencen el próximo 23 de octubre de 2024. Por otro lado, se culminó satisfactoriamente el mantenimiento general del equipo Matrice 300 RTK. La ampliación de la información relacionada con el RAC 100 se encuentra registrada en el enlace: [Cumplimiento RAC 100](#).

WP4.2.2. Formular el plan de adquisiciones y reposición para la renovación tecnológica de variables prioritarias

En el mes de septiembre se avanzó significativamente en la gestión y documentación de los bienes del proyecto. En primer lugar, se completó y envió el quinto informe de legalización de la vigencia 016-2024, cumpliendo con los plazos establecidos y asegurando la transparencia en la administración de los recursos.

Además, se mantuvo una actualización constante del archivo general de bienes de SIATA, incorporando nueva información y asegurando que todos los datos estén alineados con las políticas de gestión de activos del proyecto. Esta labor es crucial para la planificación futura, ya que permite identificar de manera proactiva los equipos que requieren renovación o mantenimiento, optimizando así la eficiencia operativa del proyecto.

El 30 de septiembre se envió el archivo de actualización de vida útil y deterioro de los bienes solicitado por el AMVA.

Se recibieron las placas del cuarto informe de Riesgos y del primer informe de Aire y se plaquetearon los

bienes.

Finalmente, se está pendiente del proceso de baja que se inició en el mes de julio para evaluar y preparar la renovación tecnológica de algunos equipos que están en el proceso mencionado.

WP4.3. Propender por una gestión eficaz de inventario general y activos fijos, y una evaluación técnica de vida útil y depreciación

Se ha mejorado el proceso de compra del proyecto SIATA, donde los líderes con su Plan de Compras solicitan lo que necesitan con la debida justificación y aprobación por parte de sus coordinadores. El proceso abarca desde la adquisición, pasando por la recepción, y luego la ubicación del bien final y de los consumibles. Todos estos procedimientos han ayudado a mejorar y propender por la gestión eficaz del inventario general y de activos fijos.

Durante el mes de septiembre, se ha trabajado en la gestión eficaz para garantizar el suministro oportuno de insumos, consumibles, materiales, herramientas y repuestos. Para mayor detalle sobre esta gestión, se proporciona un anexo que abarca todos los temas de bodega, el cual puede ser consultado a través del enlace [detalle de inventarios septiembre 2024](#). Esta labor es fundamental para optimizar los procesos y asegurar la continuidad de las actividades del proyecto.

WP4.4. Gestionar el Sistema de Gestión Integral (Calidad, Talento Humano, Administrativo y Financiero)

WP4.4.1. Asegurar la actualización y mantenimiento permanente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

Control de documentos y registros. Se realizó una revisión detallada de la carpeta del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) versus el documento *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros*, que incluyó la versión, fecha de vigencia y lugar de almacenamiento de los registros. En el registro *F-GAA-SIATA-15 Solicitud de cambios* se relacionaron los documentos solicitados para creación y modificación. En la Tabla 22.1 se muestran los documentos que ingresaron a ambos listados en el mes de septiembre. Es importante destacar que cada documento requiere que los diferentes colaboradores del equipo de Sistema de Gestión de Calidad revisen y propongan la metodología de documentación, en conjunto con los colaboradores de cada equipo correspondiente que hará uso del documento en proceso de construcción o actualización. Además, en este mes se realizó la aprobación de los documentos por parte de los Coordinadores Técnicos de los diferentes componentes: Logística y Mantenimiento; Apropriación Social del Conocimiento; Geociencias; Tecnologías de la Información; y Calidad del Aire. El formato *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros* se realiza acorde al procedimiento *P-GAA-SIATA-17 Control de documentos y registros*. Además, se da cumplimiento al uso de formatos y logos de acuerdo a las directrices del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA.

Tabla 22.1: Control y ajustes de documentos realizados en el mes de septiembre.

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Hidrología	P-GAA-SIATA-27	Limitaciones y condiciones de operación de UAS	Modificación
Hidrología	M-GAA-SIATA-28	Curvas de calibración nivel caudal	Modificación
Hidrología	P-GAA-SIATA-43	Modelo hidrológico - onda cinemática (KW)	Modificación
Hidrología	P-GAA-SIATA-45	Modelo de tránsito de crecientes	Modificación
Hidrología	P-GAA-SIATA-46	Modelación estadística - pronóstico pluviómetros	Modificación
Hidrología	P-GAA-SIATA-47	Monitoreo incendios forestales (IF)	Modificación
Continúa en la siguiente página			

Tabla 22.1 – continuación de la página anterior

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Teledetección	F-GAA-SIATA-151	Compras de insumos desarrollo UAS	Creación
Logística	F-GAA-SIATA-04	Acta de recibo a satisfacción de obra	Modificación
Logística	P-GAA-SIATA-28	Infraestructura	Modificación
Logística	P-GAA-SIATA-31	Manipulación y transporte de equipos de aire	Modificación
Logística	F-GAA-SIATA-54	Entrega de bienes consumibles, de control y legalizables	Modificación
Geotecnia	P-GAA-SIATA-37	Instalación instrumentos red de monitoreo geotécnico	Modificación
Geotecnia	P-GAA-SIATA-78	Generación informe diario de monitoreo	Modificación
Ing Sísmica	P-GAA-SIATA-19	Verificación acelerómetros tipo MEMS	Modificación
Geotecnia	M-GAA-SIATA-09	Manual operacional movimientos en masa	Eliminación
Geotecnia	P-GAA-SIATA-79	Operación de inclinómetros convencionales	Eliminación
Geotecnia	P-GAA-SIATA-97	Apoyo a procesos de formación y divulgación	Eliminación
Ing Sísmica	P-GAA-SIATA-03	Monitoreo sismológico y geotécnico	Eliminación
Ing Sísmica	M-GAA-SIATA-15	Manual de procesamiento estructural edificio Torre SIATA	Eliminación
Ing Sísmica	M-GAA-SIATA-16	Manual de procesamiento estructural edificio del Área Metropolitana del Valle de Aburrá	Eliminación

Gestión realizada con diferentes equipos para el mejoramiento continuo de procesos. Durante el mes septiembre, se llevaron a cabo reuniones del equipo de Sistema de Gestión de Calidad - SGC con los diferentes procesos del proyecto SIATA, donde se han analizado y revisado la documentación y forma de implementación. En este sentido, se han generado ajustes y oportunidades de mejora que permiten estandarizar y optimizar la realización de los procesos. En el enlace [reuniones realizadas](#) se evidencia la gestión con diferentes equipos para la mejora continua de procesos. En la Figura 22.1 se muestra, a manera de ejemplo, algunas reuniones realizadas desde el SGC con algunos equipos de trabajo.



Figura 22.1: Registro fotográfico de algunas reuniones llevadas a cabo en el mes de septiembre.

WP4.4.2. (Calidad del aire) Mejorar y actualizar de manera continua del SGC para la Red de Calidad del Aire

Revisión y actualización del Sistema de Gestión de Calidad. Como preparación para las auditorías internas, se viene realizando una revisión detallada de todo el Sistema de Gestión de Calidad - SGC. Se cuenta con revisión por parte del personal técnico y aprobación por parte del Coordinador Técnico del componente de Calidad del Aire. Desde el SGC se realizó una revisión del *F-GAA-SIATA-11 Listado de documentos y registros*, se revisó la actualización, versión, fecha de vigencia y lugar de almacenamiento de los documentos de origen externo. Ver Tabla 22.2.

Tabla 22.2: Control y modificaciones de documentos de Calidad del Aire en el mes de septiembre.

Proceso	Código	Documento código	Tipo de solicitud
Gestión Técnica	F-GAA-RA-01	Verificación muestreador de alto volumen PM10 másico	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-40	Almacenamiento de datos MySQL	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-41	Almacenamiento de datos PostgreSQL	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-42	Obtención de datos equipos VPN (LINUX)	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-43	Obtención de datos equipos VPN (WINDOWS)	Modificación
Continúa en la siguiente página			

Tabla 22.2 – continuación de la página anterior

Proceso	Código	Documento Código	Tipo de solicitud
Sistemas	P-GAA-RA-44	Respaldo de datos y scripts operativos	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-45	Obtención de datos equipos Raspberry (Linux)	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-46	Mantenimiento de hardware	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-47	Importación no automática de datos	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-48	Configuración conexión VPN	Modificación
Sistemas	P-GAA-RA-49	Obtención datos puertos Ethernet	Modificación

Reuniones para la gestión de las actividades del componente Aire. Durante el mes de septiembre, se realizaron diferentes reuniones en las que se trataron, además de temas propios de cada proceso, los temas desarrollados en la reunión de supervisión del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y las modificaciones de documentos como preparación para auditoría interna. Esto con el fin de implementar los compromisos y poner en contexto las diferentes situaciones presentadas, buscando así dar cumplimiento a éstos en las fechas establecidas. Además, se tratan temas enfocados en la revisión y ajustes de documentación, análisis de causas y definición de acciones para la mejora continua del SGC. En el enlace [reuniones realizadas](#) se evidencian los diferentes registros de espacios de interacción llevados a cabo desde el SGC, incluyendo registros fotográficos, además de las reuniones adelantadas para la gestión de Calidad del Aire.

Matriz de gestión de riesgos. Se realiza revisión y ajustes de la matriz de riesgos de cada proceso de Calidad del Aire. Se actualizan necesidades, descripción, valoración y acciones para mitigar los riesgos.

Hojas de vida equipos y fichas técnicas de estaciones. Durante el mes de septiembre se da continuidad a la revisión detallada de las diferentes hojas de vida del equipo, así como de las fichas técnicas de las estaciones de la red de Calidad del Aire. Se realizan ajustes necesarios, se complementan y actualizan los registros respectivos.

Auditorías internas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025. Desde el AMVA se aprobó la selección del proveedor a contratar para la auditoría interna bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión 2017. Ver evidencia de aprobación en la Figura 22.2. Se inicia la gestión y preparación del programa y el plan de auditorías para los diferentes procesos y métodos de la Red de Calidad del Aire. Se inicia la gestión del proceso de compras y la programación de fechas para la ejecución de la auditoría.



Figura 22.2: Evidencia de aprobación de auditoría por parte del AMVA.

Auditorías externas bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 con IDEAM. Se diligencia el formulario del IDEAM para la solicitud de auditoría externa a llevarse a cabo en el año 2025. El formulario contiene información revisada y validada sobre el inventario de equipos con sus respectivos seriales y marcas, nombre de estaciones y métodos EPA a incluir en la auditoría. Además, se coordina con los enlaces de calidad del AMVA para la firma del formulario por parte de la Directora de la Entidad y los anexos correspondientes como ordenanza, nombramiento y cédula. En la Figura 22.3 se muestran apartes del formulario diligenciado.

The figure displays three screenshots of a form titled 'SOLICITUD DE AUDITORIA EXTERNA' (External Audit Request) from IDEAM. The form is divided into several sections:

- Header:** Includes the IDEAM logo and the title 'SOLICITUD DE AUDITORIA EXTERNA'.
- Company Information:** Fields for 'Nombre de la Empresa' (Company Name), 'Dirección' (Address), 'Ciudad' (City), and 'País' (Country).
- Audit Scope:** A section titled 'OBJETIVO DE LA AUDITORIA' (Audit Objective) with a table for 'DESCRIPCION DE LA AUDITORIA' (Audit Description).
- Audit Findings:** A table with columns for 'DESCRIPCION DE LA AUDITORIA' (Audit Description), 'FECHA DE LA AUDITORIA' (Audit Date), 'FECHA DE LA AUDITORIA' (Audit Date), and 'FECHA DE LA AUDITORIA' (Audit Date).
- Signature Section:** Includes a signature line and a table for 'FECHA DE LA AUDITORIA' (Audit Date).

Figura 22.3: Evidencia de formulario diligenciado para solicitud de auditoría externa con el IDEAM.

WP4.4.3. Propender por la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Desde el ingreso de la persona responsable del SG-SST, y trabajando articuladamente en el equipo del SGC, se ha fortalecido e incrementado el acompañamiento a los diferentes equipos de trabajo que conforman el proyecto. Se han realizado visitas de inspección, acompañamientos en campo, revisión y ajustes a documentación, procesos y programas que dan cumplimiento a los requisitos legales, lo solicitado por los líderes, coordinadores técnicos, según lo establecido en cronograma de trabajo y las necesidades que van surgiendo en el día a día. En el enlace [Informe SST](#) se evidencian las actividades realizadas durante el mes de septiembre. En el enlace [Certificados trabajo en alturas](#) se evidencian los certificados de trabajo en alturas del personal que desarrolla trabajos en campo.

WP4.4.4. Ejecutar planes de mejoramiento derivados de auditorías atendidas

En el mes de septiembre, se realizó reunión con los enlaces de supervisión del Área Metropolitana, con el fin de realizar seguimiento al Plan de Mejoramiento derivado de la auditoría de control interno realizada a principio de la vigencia CCT016.

Se inicia preparación de auditorías internas que se van a realizar en el mes de noviembre, relacionadas con Seguridad y Salud en el Trabajo bajo el Decreto 1072 y Calidad del Aire bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en su versión 2017. La preparación consiste en revisar adecuación de la documentación, registros y socialización al personal para que estén enterados de las fechas y preparados en alcance a revisar.

WP4.4.5. Garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de infraestructura, espacios y recursos necesarios para la ejecución del proyecto

Durante el mes de septiembre, se ha trabajado en la gestión eficaz para garantizar el mantenimiento y apoyo de infraestructura oportuno. Para mayor detalle sobre esta gestión, se proporciona un anexo que abarca todas las visitas y registro fotográfico, el cual puede ser consultado a través del enlace [Detalle de infraestructura septiembre 2024](#). Esta labor es fundamental para optimizar los procesos y asegurar la continuidad de las actividades del proyecto.

WP4.4.6. Identificar necesidades desde la gestión estratégica, administrativa y financiera, marco normativo y cultura

Gestión estratégica y administrativa. En el mes de septiembre, se llevaron a cabo una serie de reuniones referentes a la gestión administrativa y estratégica del proyecto. En el enlace [reuniones realizadas](#) se evidencia la gestión llevada a cabo. Durante este mes, desde la administración del proyecto se estuvo acompañando a diferentes coordinaciones en entrevistas y procesos de selección para suplir vacantes que se fueron presentando.

Indicadores Unidad de Gestión del Riesgo - UGR. Desde el enlace de calidad del AMVA, se recibieron las indicaciones para el reporte de los indicadores de la UGR de la Entidad. En el enlace [Indicadores de la Unidad de Gestión de Riesgos](#) se evidencian los resultados e indicadores actualizados al mes de septiembre, que son responsabilidad del proyecto.

WP4.4.7. Llevar a cabo procesos formativos y de capacitación que sean requeridos

Programa de formación y participación a eventos. En el mes de septiembre se realizaron dos (2) Comités de Formación y Eventos, donde se presentaron solicitudes de los equipos de: Teledetección con Drones, Ingeniería Sísmica, Meteorología, Social y Educación.

Así mismo, en este mes se llevó a cabo la participación desde el equipo de Calidad del Aire en el taller “Automatización de Procesos Metrológicos usando Python”. En el capítulo sobre gestión del conocimiento en WP3, se detalla la participación anteriormente mencionada y los resultados obtenidos.

Adicionalmente, en el enlace [solicitudes de eventos](#), se puede encontrar información de evidencias como memorias, fotos, lecciones aprendidas, público impactado, etc.

WP 4.4.8. Gestionar el talento humano a través de sus procesos relacionados

Revisión hojas de vida del personal del proyecto. Desde el equipo del Sistema de Gestión de Calidad, se continúa con la revisión de las hojas de vida y soportes que evidencian la educación y experiencia laboral de todo el personal que ingresa al proyecto. En el enlace [Consolidado hojas de vida](#), se evidencian las hojas de vida con los respectivos soportes de todo el personal del proyecto SIATA.

Novedades del personal SIATA. En el mes de septiembre, ingresaron cinco (5) personas al proyecto: dos de ellas por vinculación laboral, cubriendo vacante de pronosticador del equipo de Meteorología, y vacante del equipo de Telecomunicaciones. Además, ingresa David Santiago Avellaneda Jiménez, profesor de la Universidad EAFIT, quien se incorpora como asesor científico del equipo de Ingeniería Sísmica. Así mismo, se contrataron cuatro (4) personas temporalmente por prestación de servicios para realizar actividades puntuales que apuntan al cumplimiento del contrato CCT 016 de 2024.

Para cada contratación, se realizó la gestión previa de procesos de selección, aprobaciones y solicitud de vinculación al Área de Contratación de la Universidad EAFIT. Adicionalmente, se realizó la inducción general y el recorrido por las sedes del proyecto, con apoyo y acompañamiento del equipo de SGC del proyecto. Se realizó la entrega de los EPP y elementos de identificación tales como camisas, pava, gafas, tapa oídos y chaqueta. Se encuentra pendiente la entrega de las botas de seguridad, al personal que aplica.

En el transcurso del mes de septiembre de presentaron dos (2) retiros voluntarios. Se gestionaron los respectivos procesos de entrega de cargo, que incluyen el diligenciamiento del informe de entrega del mismo, garantizando la correspondiente transferencia y gestión del conocimiento. Así mismo, se gestiona la recepción de los bienes y elementos de identificación y protección personal que tenían a su cargo.

Por parte de los integrantes del proyecto, se reciben solicitudes para el disfrute de beneficios que la Universidad como institución otorga, tales como solicitudes de licencias no remuneradas. Durante el mes de septiembre, tres (3) colaboradores del proyecto disfrutaron de licencias no remuneradas, acordadas previamente con sus líderes y coordinadores.

El detalle de estas novedades del personal se puede encontrar en el enlace [Informe Gerencial de Gestión Humana](#).

En compañía del enlace administrativo de EAFIT, se realiza la revisión general de la documentación que surge de cada novedad de personal que se ha presentado, con el fin de tener mapeada y actualizada la información. La documentación que puede surgir de estos movimientos incluye cartas de renuncia o terminación de contrato, nuevos contratos u otros al contrato, prorrogando su duración, modificando perfil y/o actividades.

Derivado de las salidas de personal, se vienen gestionando las convocatorias laborales, lo que implica recepción de hojas de vida, análisis, filtro, planeación y preparación de entrevistas, y pruebas técnicas de los diferentes candidatos.

Solicitud de ingreso a centros de operación. Para garantizar el funcionamiento y envío de datos de las estaciones de monitoreo, se requiere el ingreso del personal de Mantenimiento, Telecomunicaciones, Ingeniería Sísmica y demás personal operativo a los centros de operación.

En el mes de septiembre de 2024, se realizó la solicitud de ingreso a varios centros de operación donde se encuentran ubicadas las estaciones del proyecto, a saber:

- Centro Comercial Viva Envigado
- Estación Metro Sabaneta
- Estación Metro La Ayurá
- Estación Metro La Floresta
- Estación Metro La Aguacatala
- ITM
- Ecoparque El Salado

- Edificio Yerbabuena
- Universidad Nacional Sede El Volador, Universidad Nacional Sede Robledo
- La Arenera
- AMVA
- Alcaldía de Medellín
- Alcaldía de Itagüí
- Plaza de la Libertad Torre A y B
- Gobernación de Antioquia
- Tanque EPM (Aures, El Tesoro, Planta La Montaña, Villahermosa, La Estrella, Envigado), Centro Control EPM, El Ancón Sur, La Tasajera
- Colegio Padre Mayanet
- Seminario Mayor
- SENA Pedregal
- Universidad San Buenaventura
- Universidad CES
- Proveeduría
- Fiscalía
- Museo de Antioquia
- EPM Girardota
- Planta de Tratamiento de Aguas San Fernando
- Éxito San Antonio
- Bellanita Group
- Lavapres
- Ferrocortes
- Industrias Roca
- Villa Torcoroma
- Inversiones Siderense
- Planta de Tratamiento Barbosa
- Sotrames

Se envió a cada centro de operación la carta de presentación del proyecto SIATA, el certificado de alturas y la planilla de seguridad social de los técnicos de mantenimiento, el protocolo de bioseguridad, y para cada uno los requerimientos internos que así lo exijan. En el enlace [Evidencia solicitudes de ingreso mes de septiembre](#) se relacionan los sitios y las respuestas obtenidas para el ingreso del personal SIATA a los lugares en donde se encuentran operando las diferentes redes que conforman el proyecto.

WP4.5. Proponer e implementar estrategias para garantizar la continuidad del proyecto

WP4.5.1. Revisar la estructura organizacional con sus diferentes niveles, roles, responsabilidades y funciones

Informe gerencial. En el mes de septiembre, se actualizó el informe gerencial con el personal que ingresó y se retiró del proyecto. El organigrama que contiene las líneas de dependencia y autoridad al presente se muestra en la Figura 23.1. Se trabajó además en la estructura documental del Sistema de Gestión de Calidad, actualizando el número de documentos inmersos en éste. Por último, se actualizaron las gráficas de nivel de educación actual, profesiones y tiempo en el proyecto. El informe se presenta y comparte en diferentes espacios y se utiliza para propósitos de actualización y control del personal por parte del Project Management.

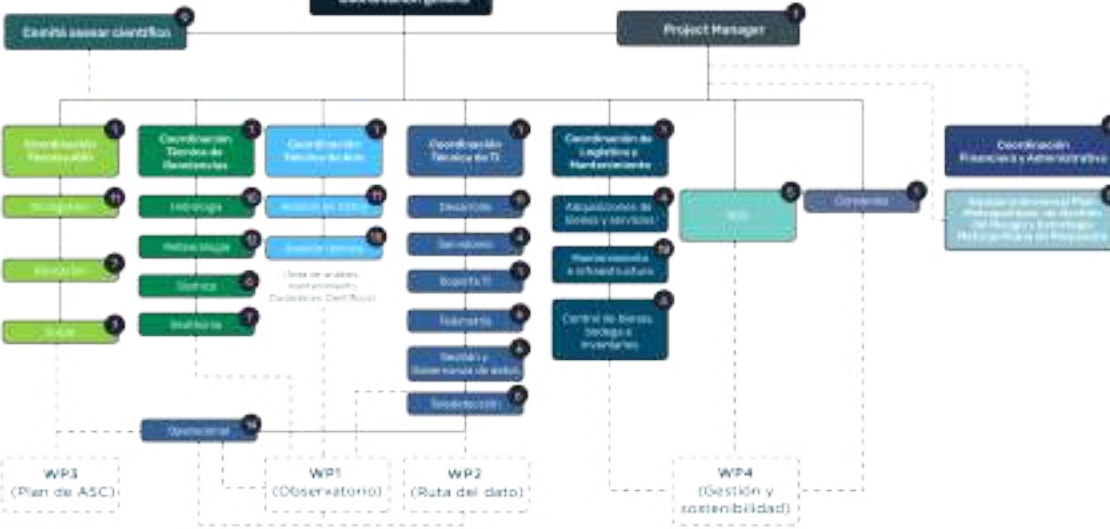


Figura 23.1: Organigrama del proyecto SIATA actualizado a la fecha.

Como parte de la revisión constante que se realiza a los diferentes procesos, se actualizó el mapa de procesos el cual se encuentra en borrador y en proceso de aprobación por parte de la Project Manager y directivas del proyecto. En la Figura 23.2 se puede ver la propuesta de mapa de procesos a la fecha.



Figura 23.2: Mapa de procesos del proyecto SIATA

WP4.5.2. Identificar oportunidades de prestación de servicios a actores públicos y/o privados, y otras partes interesadas

Durante el mes de septiembre se estableció un espacio de co-creación de un *dashboard* para contenidos de productos del Observatorio de Amenazas y Riesgos, el cual está en proceso de formulación.

Se realizó una charla de integración de estrategias de Apropiación Social del Conocimiento y apropiación de herramientas digitales del SIATA con el proyecto del AMVA y el Parque de la Conservación dentro del contrato 187 de 2024 “Desarrollar medidas de prevención, control y manejo de abejas, avispas y caracoles invasores, para la reducción del riesgo en el Valle de Aburrá”.

Se citó y llevó a cabo una reunión preparatoria para inicio del convenio con el DAGRD para articulación de actividades y canales de comunicación con miras a dar cumplimiento en el tiempo establecido.

Este mes se hizo el acompañamiento a DAGRD a sesión del CCP de la Comuna 8 para abordar alcances del proyecto de sistemas de alerta temprana para la comuna 8 desde presupuesto participativo de la comuna e identificar actores claves en el proceso social con conocimiento del territorio y la capacidad de convocatoria de las comunidades.

En reunión de articulación con el DAGRD, y con acompañamiento de la líder del equipo de Gestión y Gobernanza de Datos, se avanzó en la definición de alcances de la información requerida para proponer desde SIATA las rutas de entrega de información.

Finalmente, se adelantó una reunión de articulación con el grupo de riesgos tecnológicos del AMVA, con miras a incorporar líneas de investigación que aporten a estos riesgos desde el proyecto SIATA.

WP4.5.3. Gestionar convenios de cooperación e intercambio de información técnica

Se atendió un espacio de contextualización para participar en la propuesta del proyecto GUARDIAN, el cual aplicará a recursos disponibles (*Call for Proposals*) de la Comisión Europea. Posteriormente, se atendió un espacio de reunión con el AMVA y la Oficina de Cooperación Internacional del AMVA para exponer la invitación e identificar la capacidad de la Entidad de aplicar como actor clave en el proyecto a través del SIATA. Al interior del SIATA, se realizó una revisión de las actividades que tienen potencial de ser desarrolladas por parte de los investigadores del proyecto. Se realizó una contribución de ideas en la elaboración de la propuesta en los espacios de co-creación citados semanalmente.

Se adelantó en la revisión de actividades propuestas por Grupo EPM para suscribir el convenio desde el equipo de Meteorología con el líder del equipo y la coordinación técnica de Geociencias.

Se adelantó además reunión con la componente jurídica y administrativa de AEROCIVIL con el fin de aclarar el contexto técnico e interinstitucional, así como las inquietudes puntuales del alcance frente a la intención de suscribir convenio entre el AMVA y la AEROCIVIL.

Un interesante espacio académico con entes territoriales fue la invitación a la sesión ordinaria de AsoIntermedias (Asociación de Ciudades Intermedias), a través de la Universidad Católica de Oriente, entidad que solicitó el apoyo con un espacio de presentación de Sistemas de Alerta Temprana desde el proyecto SIATA a los invitados del evento. Se abordaron aspectos generales del alcance del proyecto en términos de monitoreo de las amenazas y se exploró rápidamente el geoportal del SIATA como una herramienta para la gestión del riesgo en el territorio, en compañía de otros ponentes representantes de la academia y las corporaciones autónomas regionales.

WP4.5.4. Articular, en conjunto con el AMVA, una estrategia para que el proyecto SIATA continúe en el tiempo

La Coordinación General del proyecto SIATA participó en cuatro (4) espacios estratégicos relacionados con la propuesta de sostenibilidad del proyecto en el largo plazo. El primer espacio se llevó a cabo el día viernes 13 de septiembre: se atendió la reunión estratégica de interacción con pares académicos internacionales de la propuesta de proyecto GUARDIAN. Como se mencionó en el ítem inmediatamente anterior (WP4.5.3), se está preparando una propuesta como parte de la iniciativa “Growing Urban Adaption and Resilience through Dynamic Integrated Alerts and Network - GUARDIAN”, la cual será sometida a una convocatoria de la Comisión Europea disponible en [EU Funding and Tenders Portal](#).

El sábado 14 de septiembre se participó en el Taller Voceros del AMVA, convocado por la Oficina de Comunicaciones de la Entidad, y que se llevó a cabo en el Pascual Bravo.

El miércoles 18 de septiembre se participó en el conversatorio “La educación como herramienta para la resiliencia climática”, al interior de Expo Educación 2024.

Finalmente, el miércoles 25 de septiembre, se generó un espacio de conversación e interacción con funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - Cornare. Se presentó la experiencia del proyecto en el montaje del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá - SIATA, dentro de otras ofertas institucionales que brinda la Universidad EAFIT a actores como las Corporaciones Autónomas Regionales y las autoridades territoriales.

Referencias

- AMVA (2019). Aunar esfuerzos técnicos y financieros para evaluar los componentes claves de aerosoles atmosféricos en la contaminación atmosférica en el valle de aburrá fase i, a partir de la generación de conocimiento obtenido en un estudio de caracterización química. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Informe-Characterizacion-MP-Fase-I.pdf>. (Accessed on 12/15/2022).
- Chen, C., Zhang, H., Yan, W., Wu, N., Zhang, Q., and He, K. (2021). Aerosol water content enhancement leads to changes in the major formation mechanisms of nitrate and secondary organic aerosols in winter over the north china plain. *Environmental Pollution*, 287.
- Ivančič, M., Gregorič, A., Lavrič, G., Alföldy, B., Ježek, I., Hasheminassab, S., Pakbin, P., Ahangar, F., Sowlat, M., Boddeker, S., and Rigler, M. (2022). Two-year-long high-time-resolution apportionment of primary and secondary carbonaceous aerosols in the los angeles basin using an advanced total carbon-black carbon (tc-bc()) method. *Science of The Total Environment*, 848:157606.
- Ram, K., Sarin, M., and Tripathi, S. (2012). Temporal trends in atmospheric pm2. 5, pm10, elemental carbon, organic carbon, water-soluble organic carbon, and optical properties: impact of biomass burning emissions in the indo-gangetic plain. *Environmental science & technology*, 46(2):686–695.
- Rincón Caro, M. A. et al. (2019). Caracterización química del material particulado pm2. 5 en bogotá: detección de trazadores de quema de biomasa.
- Stockwell, W. R., Kirchner, F., Kuhn, M., and Seefeld, S. (1997). A new mechanism for regional atmospheric chemistry modeling. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 102(D22):25847–25879.
- Tary, J. B., R. H. H. J. H. . M. v. d. B. (2014). Spectral estimation - what is new? what is next? *Rev.Geophys.*
- Xu, L., Tsona, N., You, B., Zhang, Y., Wang, S., Yang, Z., Xue, L., and Du, L. (2020). Nox enhances secondary organic aerosol formation from nighttime -terpinene ozonolysis. *Atmospheric Environment*, 225:117375.