

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA
CALIDAD DEL AGUA DE NIEBLA EN LAS LOMAS DE VILLA MARÍA”**

Presentada por:

Franz Newton García Huazo

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA
CALIDAD DEL AGUA DE NIEBLA EN LAS LOMAS DE VILLA
MARÍA”**

Presentada por:

Franz Newton García Huazo

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Maest. Cs. Juan Torres Guevara
PRESIDENTE

Dr. Ever Menacho Casimiro
MIEMBRO

Dra. Rosemary Vela Cardich
MIEMBRO

Mg. Sc. Wilfredo Baldeón Quispe
ASESOR

*Esta investigación la dedico a las Lomas de Villa María,
un ecosistema que sobrevive en la contaminada Lima,
un ecosistema que se muere día a día.
Dedico esta investigación a este hermoso lugar
que me inspiró a ser Ingeniero Ambiental,
en un intento por pretenderlo salvar.*

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por apoyarme en todos los días que duró esta investigación, desde que se decidió emprender esta idea, hasta su redacción final.

A Centro Urbes, organización ambiental juvenil que me permitió encontrar en las lomas costeras, espacios naturales donde el desarrollo comunitario, la investigación científica y participación ciudadana se juntan para el desarrollo en conjunto de la naturaleza y la sociedad.

A las personas y dirigentes del AA.HH. «12 de junio», del AA.HH. «Virgen de Chapi», del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», y de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL, por darme el acceso a diferentes partes de la zona de estudio y permitirme realizar la presente investigación.

A los voluntarios que, en muchos días del trabajo de campo, me apoyaron para hacer posible el monitoreo del agua de niebla.

Al Mg. Sc. Wilfredo Baldeón Quispe, por el asesoramiento y el apoyo brindado en la realización de esta investigación.

Al Sr. Abel Cruz, presidente de la ONG «Movimiento Peruanos Sin Agua», por la donación de material para elaborar los captadores de niebla, y por el apoyo técnico en la elaboración de estos captadores.

A la Ing. Sheyla Palomino Oré y al Ing. Fluquer Pena Laureano, quienes me brindaron apoyo, desde el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, para la ejecución de esta investigación

Al Semillero de Investigación Ambiental, círculo de investigación de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por permitirme compartir y difundir los conocimientos adquiridos durante esta investigación, para la siguiente generación de tesis en Ingeniería Ambiental.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	2.1. Agua de niebla	3
	2.2. Captación del agua de niebla	6
	2.3. Calidad del agua de niebla	17
	2.4. Monitoreo de la calidad del agua de niebla	27
	2.5. Interpretación de datos de calidad de agua de niebla.....	33
	2.6. Masas de aire húmeda.....	39
	2.7. Ecosistemas de Lomas costeras	42
	2.8. Las Lomas de Villa María	50
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	63
	3.1. Zona de estudio	63
	3.2. Materiales y equipos	66
	3.3. Metodología	68
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	105
	4.1. Diagnóstico ambiental de las Lomas de Villa María.....	105
	4.2. Captación de agua de niebla en las Lomas de Villa María.....	145
	4.3. Calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María.....	150
	4.4. Caracterización química del agua de niebla	168
	4.5. Determinación de trayectorias de masas de aire que ingresan al ecosistema de Lomas de Villa María	229
	4.6. Análisis de variación temporal de la calidad del agua de niebla en el ecosistema de Lomas de Villa María.....	252
	4.7. Análisis de correlaciones entre componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María.....	319
	4.8. Análisis de determinación de fuentes contaminantes del agua de niebla en Lomas de Villa María	327

V.	CONCLUSIONES	383
VI.	RECOMENDACIONES.....	385
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	386
VIII.	ANEXOS	399

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rendimientos de captación de agua de niebla en diferentes partes de Perú.....	16
Tabla 2: Composición química del agua de niebla en diferentes partes del mundo.....	31
Tabla 3: Modelos usados para el cálculo de trayectorias de masas de aire	41
Tabla 4: Parámetros de calidad del aire monitoreados por UNACEM S.A.A.	59
Tabla 5: Ubicaciones de las estaciones de monitoreo de agua de niebla	65
Tabla 6: Datos para la calibración del termistor para medir temperatura del bulbo seco.....	71
Tabla 7: Datos para la calibración del termistor para medir temperatura del bulbo húmedo	72
Tabla 8: Información de calidad de aire en la estación Villa María para el año 2015, proporcionada por la Oficina de Servicio al Cliente de SENAMHI.....	75
Tabla 9: Métodos de medición y límites de detección para análisis de calidad de agua en el Laboratorio de INGEMMET, para el año 2015.....	76
Tabla 10: Datos de ubicación de la estación de monitoreo en el Mar Peruano.....	78
Tabla 11: Métodos de medición y límites de detección para análisis de calidad de suelos y sedimentos en el Laboratorio de INGEMMET, para el año 2015.....	80
Tabla 12: Métodos de medición y estimación de variables meteorológicas en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015	83
Tabla 13: Métodos de medición y estimación de variables meteorológicas en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015	93
Tabla 14: Coeficientes de correlación entre las concentraciones de cada elemento, en la niebla y en el suelo, en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015.....	99
Tabla 15: Especies que evidenciaron captación de agua de niebla en Lomas de Villa María	124
Tabla 16: Uso actual del suelo en Lomas de Villa María.....	126
Tabla 17: Fuentes de ruido observadas en las Lomas de Villa María	133
Tabla 18: Rendimiento de captación de agua de niebla en Lomas de Villa María	147
Tabla 19: Valores registrados de pH en el agua captada de la niebla en las Lomas de Villa María, durante los meses de evaluación.....	150
Tabla 20: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua para el parámetro pH, en las subcategorías evaluadas en el estudio.	151

Tabla 21: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de agosto.....	155
Tabla 22: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de setiembre.....	157
Tabla 23: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de octubre	161
Tabla 24: Tipos de usos recomendados para el agua captada de la niebla en Lomas de Villa María, según el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Aguas. DS 015-2015-MINAM.	162
Tabla 25: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de agosto.....	163
Tabla 26: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de setiembre....	164
Tabla 27: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de octubre.	165
Tabla 28: Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla durante los meses de evaluación	165
Tabla 29: Análisis de calidad de resultados del monitoreo de agua de niebla durante el mes de agosto del 2015.....	166
Tabla 30: Análisis de calidad de resultados del monitoreo de agua de niebla durante el mes de setiembre del 2015	167
Tabla 31: Cálculos para obtención de índice pA_i y coeficiente H^+/A_i para el mes de agosto del 2015.....	170
Tabla 32: Cálculos para obtención de índice pA_i y coeficiente H^+/A_i para el mes de setiembre del 2015.....	173
Tabla 33: Cálculos para obtención de índice pA_i y coeficiente H^+/A_i para el mes de octubre del 2015	176
Tabla 34: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015	243
Tabla 35: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de agosto del 2015	244
Tabla 36: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015	245

Tabla 37: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de setiembre del 2015.....	248
Tabla 38: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.....	248
Tabla 39: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de octubre del 2015.....	251
Tabla 40: Clasificación de los componentes químicos del agua de niebla según el mes con mayores y menores concentraciones, en cada zona evaluada dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, en el 2015.....	315
Tabla 41: Agrupación de los componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María según su coeficiente de correlación de Pearson.....	320
Tabla 42: Tipos de trayectoria de masas de aire que transportan humedad hacia las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015.....	327
Tabla 43: Comparación entre las variaciones espaciales de los parámetros pH y pAi en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015.....	330
Tabla 44: Análisis de los patrones de variación espacial de los componentes químicos del agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015.....	333
Tabla 45: Análisis de procedencia de arsénico, fluoruro, nitrato, sulfato y cloruro en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015.....	334
Tabla 46: Análisis de procedencia de aluminio, hierro, plomo y nitrito en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015.....	335
Tabla 47: Características de los componentes químicos del agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015, según su fracción suspendida y fracción disuelta.....	337
Tabla 48: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a fuentes marinas, durante la estación húmeda del 2015.....	338

Tabla 49: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados al suelo del ecosistema de lomas, durante la estación húmeda del 2015	339
Tabla 50: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, durante la estación húmeda del 2015	341
Tabla 51: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a la contaminación atmosférica de Lima, durante la estación húmeda del 2015.....	342
Tabla 52: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015	351
Tabla 53: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015	352
Tabla 54: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.....	353
Tabla 55: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015	354
Tabla 56: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de agosto del 2015	355
Tabla 57: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.....	356
Tabla 58: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015	357
Tabla 59: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015	362

Tabla 60: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015.....	363
Tabla 61: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015	364
Tabla 62: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015	365
Tabla 63: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de setiembre del 2015.....	366
Tabla 64: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015	367
Tabla 65: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015.....	368
Tabla 66: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015	373
Tabla 67: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015	374
Tabla 68: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015	375
Tabla 69: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.....	376
Tabla 70: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de octubre del 2015	377

Tabla 71: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015	378
Tabla 72: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015	379
Tabla 73: Determinación de contaminantes del agua de niebla en la zona de estudio y sus respectivas fuentes contaminantes principales, durante la estación húmeda del 2015	380
Tabla 74: Determinación de contaminantes del agua de niebla en las Lomas de Villa María y sus respectivas fuentes contaminantes principales, durante la estación húmeda del 2015	381
Tabla 75: Determinación de componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María y sus respectivas fuentes aportantes principales, durante la estación húmeda del 2015	382

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de tratamiento y abastecimiento de agua captada de la niebla	7
Figura 2: Lugares donde se han realizado estudios de captación del agua de niebla	8
Figura 3: Colector Estándar de Niebla – SFC	14
Figura 4: Ubicación de lomas costeras en Sudamérica	43
Figura 5: Estructura Ecológica de Lima	48
Figura 6: Delimitación de las Lomas de Villa María	51
Figura 7: Mapa de lomas de la costa central	53
Figura 8: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	64
Figura 9: Reunión de información de la investigación y coordinación con los representantes de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso» y del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	70
Figura 10: Determinación de ecuación para definir la temperatura del bulbo seco a partir de la resistencia eléctrica del termistor.....	73
Figura 11: Determinación de ecuación para definir la temperatura del bulbo húmedo a partir de la resistencia eléctrica del termistor.....	73
Figura 12: Índice de Oscilación Sur (IOS) 2013 – 2015	82
Figura 13: Atrapanieblas pre armado y colocado en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María	84
Figura 14: Herramientas utilizadas para el armado de atrapanieblas en las Lomas de Villa María	85
Figura 15: Atrapanieblas armado en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María	85
Figura 16: Preparación para la toma de muestra de agua de niebla en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio.....	87
Figura 17: Medición del agua de niebla en probeta, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio	88
Figura 18: Medición de la conductividad eléctrica de agua de niebla en probeta, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio.....	89
Figura 19: Llenado de botella de muestra con agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio.....	89

Figura 20: Filtrado de agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio	90
Figura 21: Especies vegetales y suelos característicos de lomas costeras, encontrados al norte del ecosistema de Lomas de Villa María, fuera del área delimitada en la RM N° 0401-2013-MINAGRI	106
Figura 22: Estación de monitoreo «P1», ubicada en el AA.HH. «12 de junio».....	107
Figura 23: Estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».....	108
Figura 24: Vista de la ladera (al fondo) donde se encuentra la estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».....	108
Figura 25: Estación de monitoreo «P3», ubicada en el Circuito Ecoturístico «El Mirador de las Lomas», en el AA.HH. Virgen de Chapi.....	109
Figura 26: Vista de la estación de monitoreo «P3», ubicada en el AA.HH. Virgen de Chapi. Al fondo se tiene la zona de Paraíso, en San Gabriel, Villa María del Triunfo	109
Figura 27: Estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».....	110
Figura 28: Vista de la ladera y quebrada donde se encuentra la estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».....	111
Figura 29: Estación de monitoreo «P5», ubicada en la parte norte del ecosistema de Lomas de Villa María.....	112
Figura 30: Estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico».....	113
Figura 31: Vista hacia la parte inferior de la estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico».....	113
Figura 32: Estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla»	114
Figura 33: Estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla»	115
Figura 34: Captación de agua de niebla por parte de <i>Sonchus oleraceus</i> «Cerraja»	122
Figura 35: Captación de agua de niebla por parte de <i>Nasa urens</i> «Ortiga negra».....	122
Figura 36: Captación de agua de niebla por parte de <i>Exodeconus prostratus</i> «Campanilla Olorosa»	123

Figura 37: Captación de agua de niebla por parte de <i>Erodium malacoides</i> «Agujilla»	123
Figura 38: Mapa de uso de suelo de las Lomas de Villa María	125
Figura 39: Ecosistema de Lomas de Villa María sin cambio de uso de suelo	127
Figura 40: Invasiones avanzando hacia el sur del ecosistema de Lomas de Villa María	127
Figura 41: Actividad porcícola en la quebrada al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», asociada a la formación de trochas carrozables	128
Figura 42: Vista cercana de la actividad porcícola, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», junto a sus botaderos de residuos sólidos.....	128
Figura 43: Trochas carrozables en la cima de Lomas de Villa María	129
Figura 44: Mapa de problemas ambientales en las Lomas de Villa María.....	130
Figura 45: Mallas de atrapanieblas instalados en Lomas de Villa María	133
Figura 46: Trocha carrozable encontrada al oeste del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», en las Lomas de Villa María	135
Figura 47: Pala mecánica utilizada para formar las trochas encontradas en la cima de las Lomas de Villa María	136
Figura 48: Botadero de residuos sólidos en Nueva Esperanza, cercano al ecosistema de Lomas de Villa María.....	137
Figura 49: Quema de residuos en el AA.HH. «Virgen de Chapi», en el límite entre el asentamiento humano y las Lomas de Villa María	139
Figura 50: Presencia de residuos sólidos en la cima de las Lomas de Villa María, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», en el mes de setiembre	139
Figura 51: Vista de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM desde la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL.....	141
Figura 52: Planta con deposiciones de cemento sobre su haz, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL.....	141
Figura 53: Suelo en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, donde se observa una capa de cemento que sobresale en la superficie.....	142
Figura 54: Cemento recogido del suelo en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL.....	142
Figura 55: Atrapanieblas instalado en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento en la malla y sobre el contenedor de agua	143

Figura 56: Atrapanieblas instalado en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento sobre la canaleta de captación de agua	144
Figura 57: Atrapanieblas instalado en la AA.HH. «12 de junio», al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento en la malla, y con rastro de tierra y deposición de cemento sobre la canaleta	145
Figura 58: Variación temporal del rendimiento de captación de agua de niebla en Lomas de Villa María	148
Figura 59: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	152
Figura 60: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales	153
Figura 61: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales	154
Figura 62: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	156
Figura 63: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales	157
Figura 64: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales	158
Figura 65: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	159

Figura 66: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales	160
Figura 67: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales	161
Figura 68: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	169
Figura 69: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	170
Figura 70: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	171
Figura 71: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	172
Figura 72: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	174
Figura 73: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	174
Figura 74: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	175
Figura 75: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	177
Figura 76: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	178
Figura 77: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	182
Figura 78: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	184
Figura 79: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	185
Figura 80: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	187
Figura 81: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	188

Figura 82: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	189
Figura 83: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015.....	192
Figura 84: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015.....	193
Figura 85: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	194
Figura 86: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015.....	197
Figura 87: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015.....	198
Figura 88: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	199
Figura 89: Mapa de contribución de cloruro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	201
Figura 90: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015.....	204
Figura 91: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015.....	205
Figura 92: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	206
Figura 93: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015.....	209
Figura 94: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015.....	210
Figura 95: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	211
Figura 96: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015.....	214
Figura 97: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015.....	215
Figura 98: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015.....	216

Figura 99: Mapa de contribución de nitrito al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	218
Figura 100: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015	221
Figura 101: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015	222
Figura 102: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	223
Figura 103: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	226
Figura 104: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	227
Figura 105: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015	228
Figura 106: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 1, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	230
Figura 107: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 2, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	232
Figura 108: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 3, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	233
Figura 109: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 4, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	235
Figura 110: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 5, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	237
Figura 111: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 6, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	239
Figura 112: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 7, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	240
Figura 113: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 8, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015	242
Figura 114: Variación temporal de pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	253
Figura 115: Variación temporal de conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015	254

Figura 116: Variación temporal de flúor en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	256
Figura 117: Variación temporal de bicarbonato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	258
Figura 118: Variación temporal de cloruro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	260
Figura 119: Variación temporal de nitrato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	262
Figura 120: Variación temporal de nitrito en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	265
Figura 121: Variación temporal de sulfato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	268
Figura 122: Variación temporal de sodio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	270
Figura 123: Variación temporal de magnesio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	274
Figura 124: Variación temporal de potasio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	278
Figura 125: Variación temporal de calcio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	280
Figura 126: Variación temporal de estroncio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	284
Figura 127: Variación temporal de sílice en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	287
Figura 128: Variación temporal de aluminio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	291
Figura 129: Variación temporal de arsénico en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	293
Figura 130: Variación temporal de cromo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	295
Figura 131: Variación temporal de cobre en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	298
Figura 132: Variación temporal de hierro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	302

Figura 133: Variación temporal de manganeso en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	305
Figura 134: Variación temporal de plomo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	309
Figura 135: Variación temporal de titanio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	312
Figura 136: Variación temporal de zinc en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015.....	314

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Carta de compromiso entre el investigador principal y los representantes de las comunidades cercanas a las estaciones de monitoreo dentro de la zona de estudio.....	399
Anexo 2: Ficha de campo para monitoreo de calidad de agua de niebla.....	400
Anexo 3: Fichas de registro de información para diagnóstico ambiental.....	401
Anexo 4: Cadena de custodia para monitoreo de calidad de agua	403
Anexo 5: Cadena de custodia para monitoreo de calidad de suelo	404
Anexo 6: Etiqueta para botellas de toma de muestra.....	405
Anexo 7: Datos meteorológicos observados y calculados del ecosistema de Lomas de Villa María	405
Anexo 8: Información recopilada en campo de la flora en las estaciones de monitoreo dentro del ecosistema de Lomas de Villa María	413
Anexo 9: Datos de entrada para el programa PHREEQC	428
Anexo 10: Análisis de muestras duplicadas	430
Anexo 11: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM	439
Anexo 12: Concentraciones de elementos y compuestos químicos en el agua de niebla, agua de mar y blanco de campo	440
Anexo 13: Concentraciones de elementos en el suelo.....	449
Anexo 14: Factores de enriquecimiento marino y del suelo	450
Anexo 15: Concentraciones de cada componente químico del agua de niebla, según su fuente de emisión	459
Anexo 16: Correlaciones de Pearson entre componentes químicos del agua de niebla.....	481

RESUMEN

La captación del agua de niebla es una alternativa para obtener agua para consumo en lugares con limitado o nulo acceso al agua potable. La niebla es la principal fuente de agua en algunos ecosistemas, como las *Lomas Costeras*. Sin embargo, la contaminación atmosférica puede contaminar el agua de niebla, y en las Lomas de Villa María, existe contaminación atmosférica por emisiones de una fábrica de cemento, de granjas porcinas, de quema de desechos y por la contaminación atmosférica de Lima Metropolitana. Estas emisiones atmosféricas pueden alterar la calidad del agua de niebla; no obstante, tanto partículas del suelo como aerosoles marinos pueden influenciar en la calidad del agua de niebla también. Así, con el objetivo de evaluar la variación espacial y temporal de la calidad del agua de niebla, siete captadores de agua de niebla fueron utilizados para captar agua de niebla en la zona de estudio. Las muestras de agua de niebla fueron tomadas una vez por mes, desde agosto hasta octubre del 2015. Los cationes, aniones y elementos trazas en las muestras de agua de niebla, fueron analizadas por ICP-OES, cromatografía iónica y ICP-MS respectivamente. Se encontró que muchos cationes, aniones y elementos trazas en el agua de niebla aumentan sus concentraciones hacia el sur del ecosistema, proviniendo mayormente de la fábrica de la compañía UNACEM. Por otro lado, se ha demostrado que existe variación temporal en el agua de niebla. Además, existe contaminación del agua captada de la niebla, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM. Así, existe contaminación por arsénico, debido a las emisiones de la fábrica de la compañía UNACEM; por aluminio y hierro, proveniente del suelo de lomas; por plomo, proveniente de la contaminación atmosférica de Lima; y por nitrito, cuya fuente no ha sido determinada.

Palabras claves: contaminación ambiental, niebla, lomas costeras, variación espacial, variación temporal, fuentes contaminantes

ABSTRACT

Fog water harvesting is an alternative to get freshwater in zones where drinking water access is limited or non-existent. Fog is the principal water supply in some ecosystems, for example, *Lomas Costeras*. Nonetheless, atmospheric pollution can contaminate fog water, and, in Villa Maria Lomas, there are atmospheric contamination by emissions from a cement factory, pig farms, garbage burning and the air pollution in Lima Metropolitana. These atmospheric emissions can affect fog water quality; however, sea salt and soil particles can influence in fog water quality, too. Therefore, with the aim to evaluate spatial and temporal fog water quality variation in Villa Maria Lomas, seven fog collectors were used to collect fog water in the study area. Fog water samples were taken once per month, from August to October 2015. Cations, anions and trace elements in water fog samples were analyzed by ICP-OES, Ion Chromatography and ICP-MS respectively. Many cations, anions and trace elements in water fog increase their concentrations, coming from the south, from UNACEM factory. On the other hand, temporal variation of fog water quality exists in Villa Maria Lomas. Furthermore, fog harvested water pollution exists, according to National Water Quality Standards, DS 015-2015-MINAM. Thus, there are high levels of arsenic from UNACEM factory; high levels of aluminum and iron, from Villa Maria Lomas soil; high levels of lead, from air pollution in Lima Metropolitana; and high levels of nitrite, that pollution source has not been determined.

Key words: environmental pollution, fog water, Lomas, spatial variation, temporal variation, pollution sources

I. INTRODUCCIÓN

Ecosistemas como las lomas costeras poseen sus mayores entradas de agua debido a la presencia de nieblas y neblinas, las cuales provienen de zonas de alta evaporación, como los océanos, transportándose aire húmedo. Este aire, al ascender orográficamente, se enfría y condensa esta humedad, siendo utilizable para fines urbanos, agrícolas, ecosistémicos, etc.

El agua captada de la niebla es un recurso hídrico utilizado en zonas con poco o nulo acceso al agua dulce. En muchos casos, el agua de niebla posee muy bajos niveles de contaminación. Además, el agua es transportada naturalmente a lugares elevados, que pueden no tener acceso al agua dulce, y queda al alcance de los seres vivos, para que los aprovechen cuando esta agua se condensa. No obstante, la contaminación atmosférica de las zonas por donde se transporta el agua y/o donde se condensa, puede llegar a alterar la calidad del agua de niebla y causar problemas a futuro, relacionados al uso del agua de calidad no apta.

A nivel mundial se han realizado diferentes evaluaciones de la calidad del agua de niebla, pero poco se ha analizado sobre cómo varían los parámetros de calidad del agua de niebla, tanto en el tiempo como en el espacio. Se considera que estas variaciones existen, puesto que los factores meteorológicos y topográficos pueden tener una posible influencia en los parámetros de calidad de agua de niebla. Ecosistemas como las Lomas de Villa María poseen un área heterogénea, con variaciones meteorológicas y topográficas; por lo tanto, la calidad del agua de la niebla en este ecosistema podría variar en el tiempo y en el espacio.

Estos factores, en adición a la contaminación atmosférica presente en el distrito de Villa María del Triunfo, hacen que posiblemente, una muestra puntual en el ecosistema de lomas costeras para determinar la calidad del agua de niebla no sea representativa. Por esto, la presente investigación tuvo como principal objetivo, determinar la distribución espacial de parámetros de la calidad del agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, así como determinar su distribución temporal durante los meses de la estación húmeda del año 2015.

Para cumplir con el anterior objetivo, se realizó un diagnóstico ambiental del ecosistema de Lomas de Villa María, así como la toma de mediciones meteorológicas y el monitoreo de la calidad del agua de niebla durante los meses de la estación húmeda del 2015, en las estaciones de monitoreo seleccionadas dentro del ecosistema, para determinar si existe contaminación del agua captada de la niebla. Finalmente, se vincularon los contaminantes encontrados en el agua de niebla con su fuente de emisión.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agua de niebla

2.1.1. Definición de niebla

Se define a la niebla como el fenómeno producido por la presencia de numerosas gotas pequeñas de agua, o cristales de hielo en ocasiones, que son suspendidas en el aire, dentro de una capa atmosférica próxima al suelo, y en donde la visibilidad se reduce a menos de un kilómetro (Calle y Unsihuay, 2012). En términos prácticos, la niebla es una nube que toca la superficie del suelo (Fessehayé et al., 2014).

La niebla se forma cuando, en la capa atmósfera más cercana al suelo, existe mayor cantidad de vapor de agua que la máxima cantidad de agua que la atmósfera puede contener, a una temperatura ambiental dada, sin que el agua condense. Esto puede alcanzarse de tres maneras (Calle y Unsihuay, 2012):

- a. Por enfriamiento del aire, hasta que su temperatura sea menor a la temperatura de rocío, alcanzándose la saturación de la atmósfera, lo cual puede lograrse por advección de aire sobre una superficie más fría, por ascenso orográfico, entre otros.
- b. Por adición de vapor de agua al aire, lo cual puede ocurrir por la evaporación de la precipitación o por evaporación de fuentes de agua expuestas a la atmósfera.
- c. Por la ocurrencia simultánea de los dos casos anteriores.

El diámetro de una gota de niebla varía dentro de un rango entre 1 μm y 40 μm ; por otro lado, la velocidad de caída de una gota de niebla al suelo varía de entre menos de 1 cm/s hasta 5 cm/s. Para una llovizna, el rango del diámetro de una gota varía desde 40 μm a 0.5 mm, con una velocidad de caída de gota entre 5 cm/s y 2 m/s; y para una lluvia, aproximadamente entre 0.5 mm y 5 mm está el diámetro de cada gota, con una velocidad de caída de gota entre 2 m/s y 9 m/s (Schemenauer y Cereceda, 1994b).

El espesor de los estratocúmulos que originan la niebla, en general, es bastante estable, variando entre los 200 m y 400 m de espesor, y encontrándose a altitudes entre los 600 a 1000 m.s.n.m.; así, el contenido de agua líquida presente en estas nubes varía entre 0,22 g/m³ a 0,73 g/m³, pudiéndose encontrar agua atmosférica en concentraciones relativamente constantes de 400 gotas/cm³ de aire (Soto, 2000).

En el caso del Perú, otro factor importante es el Anticiclón del Pacífico Sur, pues al intensificarse, se intensifican los vientos alisios, que, a su vez, intensifica el afloramiento costero; de modo que, si estas masas de aire son más frías que la región hacia donde se traslada, se establecerá una inversión térmica en esta región. Esta inversión térmica, en las zonas costeras, es conocida como la *Inversión de los Alisios*, estableciendo un gradiente térmico entre el mar y el continente (Quispe y Chira, 2004).

2.1.2. Clasificación de la niebla

Generalmente, existen siete tipos de nieblas que pueden ser distinguidos entre sí (Bruijnzeel et al., 2005; citado por Eugster, 2008). Cuatro de estos tipos son relativos al proceso de formación de la niebla, siendo éstas: niebla por radiación, niebla de mar, niebla de vapor y niebla por advección (*radiation fog*, *sea fog*, *steam fog*, *advection fog* en inglés, respectivamente), mientras que los otros tres tipos se relacionan a términos geográficos del lugar donde ocurre la niebla, siendo éstas: nieblas costeras, nieblas de valle y nieblas de montaña (*coastal fog*, *valley fog*, *mountain fog* en inglés, respectivamente).

Según su proceso de formación, las nieblas pueden ser (Bruijnzeel et al., 2005; citado por Eugster, 2008):

a. Nieblas por radiación

Las nieblas por radiación son aquellas que se producen cuando masas de aire frío se acumulan en una determinada zona durante la noche o durante largos periodos en el invierno. La formación de este tipo de nieblas implica bajas velocidades de viento y masas de aire estancadas o casi estancadas.

b. Nieblas de mar

Las nieblas de mar son aquellas que se producen por el enfriamiento de masas de aire húmedas, al pasar sobre una superficie oceánica fría.

c. Nieblas de vapor

Las nieblas de vapor son aquellas que se producen cuando masas de aire frío con poca humedad se desplazan sobre una superficie oceánica caliente, donde la evaporación del agua por parte del océano supera la capacidad de saturación de la masa de aire fría, formándose gotas de niebla a causa del exceso de vapor.

d. Nieblas de advección

Las nieblas de advección son aquellas que se producen por el desplazamiento de una capa de niebla, empujada por el viento. Fessehayé et al. (2014) completa la definición de las nieblas de advección, al mencionar que estas nieblas se producen cuando una masa de aire húmeda pasa sobre una superficie más fría por movimientos de advección y es enfriada por esta superficie.

Según su lugar de formación, las nieblas pueden ser (Bruijnzeel et al., 2005; citado por Eugster, 2008):

a. Nieblas costeras

Las nieblas costeras son, típicamente, nieblas de advección, donde la superficie continental es más caliente que la fría superficie oceánica, causando la condensación del agua cuando la masa de aire viaja del continente al océano.

b. Nieblas de valle

Las nieblas de valle son aquellas nieblas, típicamente nieblas por radiación, que se forman en un valle montañoso.

c. Nieblas de montaña

Las nieblas de montaña se forman cuando una masa de aire que se mueve sobre la superficie continental asciende por la superficie de las montañas, que actúan como obstáculos orográficos, alcanzando mayores altitudes, por las cuales se condensa el agua transportada por la masa de aire.

Además de los tipos de nieblas mencionados, Eugster (2008) menciona la existencia de las nieblas de hielo y las nieblas urbanas (*ice fog* y *urban fog* en inglés, respectivamente), las cuales se observan en contextos muy localizados. Fessehayé et al. (2014) cita a Bruijnzeel

et al. (2005) para usar la misma clasificación de nieblas, con la diferencia en usar el término *orographic fog* (*niebla orográfica* en español) en vez de *mountain fog*; por tanto, los términos *niebla de montaña* y *niebla orográfica* hacen referencia al mismo tipo de niebla.

2.2. Captación del agua de niebla

2.2.1. Generalidades

Se define la captación del agua de niebla como la colecta de la niebla y nubes para incrementar el suministro de agua para las comunidades rurales. Esta captación ha sido lograda tradicionalmente por medio de la colisión de las gotas de lluvia con una malla, para que luego, el agua captada sea almacenada en sistemas de distribución para su posterior uso (Furey, 1998).

En el estudio de Fessehaye et al. (2014) se detalla más sobre el proceso de captación de agua de niebla tradicional. Este proceso consiste en la obtención del agua de niebla por medio de un proceso de impacto de las gotas de agua, transportadas por el viento, contra una superficie; en concreto, la superficie consta de una malla de material plástico, ubicada perpendicularmente a la dirección del viento predominante de la zona. El viento pasa a través de la malla, teniendo como resultado la intercepción de una parte de las gotas de niebla. Ante el impacto con la malla, las gotas de la niebla se unen y forman gotas de agua más grandes sobre la malla y caen sobre un tubo de captación. En la Figura 1, se muestra un modelo de sistema de tratamiento y abastecimiento de agua captada de la niebla. Básicamente, estos sistemas son conformados por captadores de niebla, un tanque de sedimentación y reservorios de agua donde se almacena el agua captada y que sirven de suministro de agua para uso doméstico o para un sistema de irrigación (Fessehaye et al., 2014). No obstante, un tratamiento básico de cloración al agua captada de la niebla debería ser considerado si se busca utilizar esta agua para consumo humano, para evitar afecciones a la salud por microorganismos.

El tipo de malla comúnmente usado en diferentes países es la malla de polipropileno o polietileno con un coeficiente de sombra (*shading coefficient* en inglés) de 35 por ciento. Las celdas de esta malla tienen un diseño triangular (Fessehaye et al., 2014). Muchos estudios recomiendan el uso de la malla de 35 por ciento; incluso, el uso de doble capa de malla de 35 por ciento cubre aproximadamente el 60 por ciento del área superficial del

captador (Schemenauer y Cereceda, 1994a), dejando cerca del 40 por ciento del área superficial para el paso del aire húmedo.

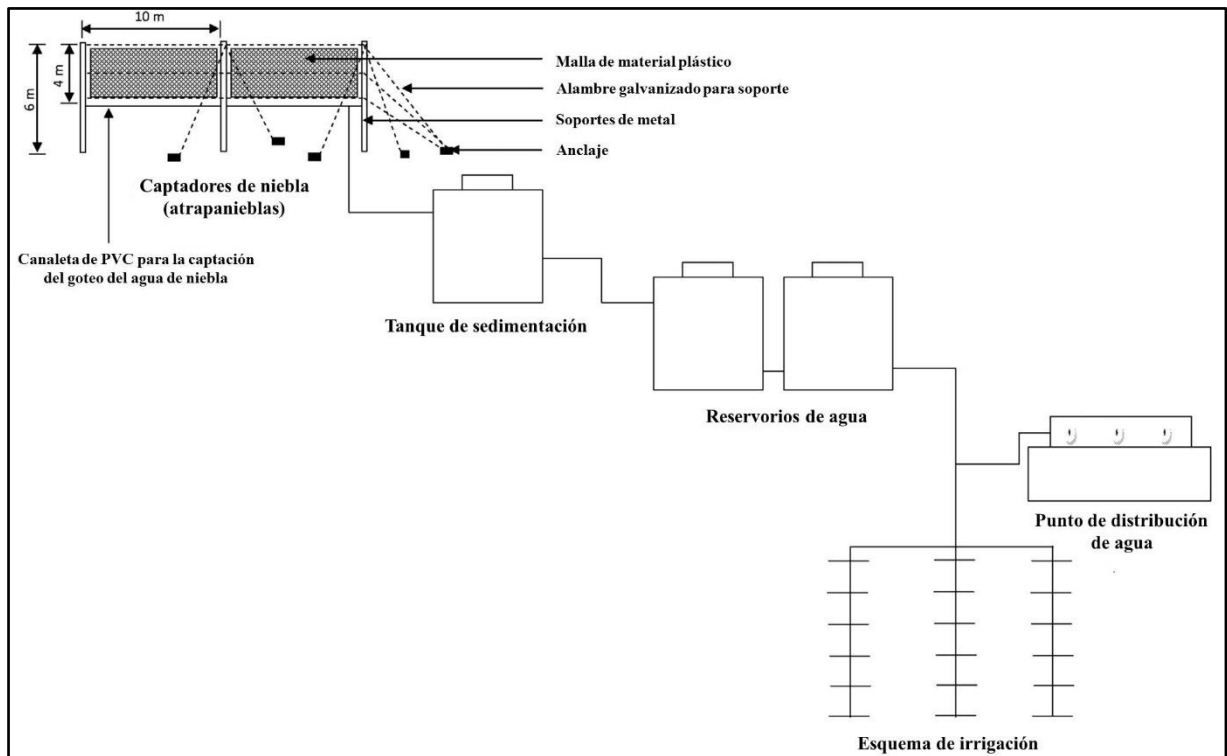


Figura 1: Modelo de tratamiento y abastecimiento de agua captada de la niebla
FUENTE: Fessehaye et al. (2014)

La selección del tipo de fibra según su coeficiente de sombra debe asegurar una captación eficiente de las gotas de la niebla; pero a su vez, el coeficiente de sombra no debe ser muy elevado, puesto que, si se cubre una gran parte del área superficial del captador, este último se comportará como una pared, de modo que el aire húmedo pasará alrededor del captador, y no a través de este (Molina y Escobar, 2008). Así, en el estudio de Molina y Escobar (2008) se utilizaron colectores con coeficientes de sombra de 35 y 50 por ciento. Los resultados de la comparación entre los rendimientos obtenidos de las diferentes mallas no fueron concluyentes, de modo que no se pudo afirmar en ese estudio que un tipo de malla sea más efectivo que el otro para captación de agua de niebla.

Aunque el fenómeno del aprovechamiento del agua de las nieblas es conocido desde la antigüedad, fue en la década de 1960, en Chile, cuando se comenzó a investigar y diseñar sencillos y eficientes captadores de agua de niebla, y poco a poco se ha extendido su utilización por diversas regiones del mundo. No obstante, la información que existe sobre

las experiencias de obtención de agua por medio de las nieblas ha sido poco difundida y sistematizada (Zabalketa y Ner Group, 2013).

Según Klemm et al. (2012), se han realizado evaluaciones sobre la captación de agua de niebla en las zonas montañosas y secas de Chile, Colombia, Yemen, Guatemala, Omán, Perú, y Eritrea; además, en los países de España, Sudáfrica, República Dominicana, Namibia y Nepal. Muchas de estas regiones tienen cerca un mar de corriente fría con clima árido, semiárido y/o mediterráneo. Además, casi todos estos países tienen cadenas montañosas mayores a 500 m.s.n.m. próximos a la costa, con excepción de Nepal; no obstante, la cantidad de días al año que un lugar dispone de la niebla es variable (Fessehaye et al., 2014). Así, según Fessehaye et al. (2014), mientras que al norte de la costa de Chile hay niebla todo el año, en zonas de niebla de Colombia y Perú existen alrededor de 210 días de niebla, siendo menor los 166 días de niebla al año en Eritrea, y menos aún, los 142 días de niebla al año en España.

Así, la captación de agua de niebla se ha desarrollado en diferentes partes del mundo, algunos de estos se observan en la Figura 2.

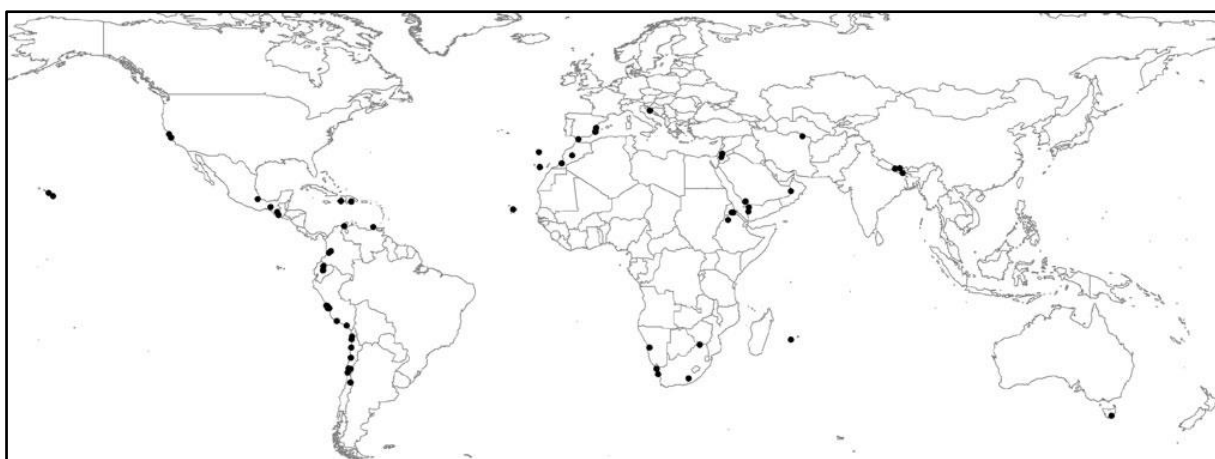


Figura 2: Lugares donde se han realizado estudios de captación del agua de niebla
FUENTE: Klemm et al., 2012

Debido al clima árido o semiárido, muchas comunidades de las regiones donde se han desarrollado esta tecnología enfrentan temporadas de escasez de agua. Las lluvias limitadas o inexistentes en algunas zonas hacen que no sea factible obtener agua superficial. Además, la mayoría de estas zonas son de topografía elevada, por lo cual, la implementación de un

sistema de abastecimiento de agua convencional resulta difícil en términos prácticos y económicos. Por esto, disponer de una fuente de agua confiable, renovable y económicamente factible de aprovechar es un gran reto para estas áreas. Durante muchos años, muchas localidades, como las mencionadas, se han visto forzadas a comprar y transportar agua (Fessehayé et al. 2014). Además, en el estudio de Fessehayé et al. (2014) se menciona que en Chile, el agua es comprada y transportada a través de 60 km de recorrido para llevar agua a sus casas.

A pesar de las numerosas experiencias exitosas de captación de agua de niebla en diversas partes del mundo, la información que se puede encontrar es escasa, incompleta y en ocasiones, poco rigurosa. Además, a menudo se tratan de investigaciones y experimentos realizados en lugares especialmente favorables para la captación de niebla, pero muy apartados de los núcleos de población, donde se encuentran los posibles beneficiarios con el agua captada (Zabalketa y Ner Group, 2013). Con esta situación, actualmente no es posible predecir, a partir de datos procedentes de otros lugares, el comportamiento que tendrán los captadores de nieblas en un lugar nuevo y aún menos, los resultados de rendimiento de volumen de agua captada que se recogerá (Zabalketa y Ner Group, 2013).

Por otro lado, en el Informe final sobre tecnologías en adaptación, del documento «La evaluación de necesidades tecnológicas ante el cambio climático» (MINAM y UP - Centro de Investigación, 2012), se menciona que la tecnología de los captadores de niebla, llamados también *atrapanieblas*, puede contribuir al desarrollo sostenible, justificándose en el aprovechamiento del agua de niebla para el riego, pudiéndose convertir a la agricultura en una alternativa económica, creando puestos de trabajo cerca de los hogares y motivando a la población a brindar mantenimiento a los *atrapanieblas* en funcionamiento.

En el mismo informe, se menciona que otros beneficios del uso de *atrapanieblas* son la reducción del riesgo de deslizamientos de suelo y piedras, en caso de producirse lluvias excepcionales de verano en la costa central; además de la protección de ecosistemas en vías de extinción y la contribución al crecimiento de la ciudad en forma ordenada y planificada. Además, en el mismo informe, se menciona que el uso de *atrapanieblas* tiene un amplio mercado, debido a que no se requiere de mucha inversión para su desarrollo. En este mismo informe, se menciona que los costos de capital, operación y mantenimiento para los

atrapanieblas son muy reducidos, a comparación de otras tecnologías para la obtención de agua.

2.2.2. Ventajas y desventajas de la captación del agua de niebla

De las experiencias obtenidas a nivel mundial, Furey (1998) señala las ventajas que presenta la captación del agua de niebla:

- a. Diseño y construcción simple y rápida. La instalación requiere poco tiempo y habilidades.
- b. Esta tecnología no es patentable, salvo ciertos diseños de malla.
- c. El sistema de captación puede expandirse en caso existan la demanda y el financiamiento para ello.
- d. Los sistemas pasivos de captación no requieren energía de entrada.
- e. Relativamente barato y fácil de dar mantenimiento y reparar.
- f. Bajo capital de inversión y otros costos, comparado con fuentes convencionales de agua potable en zonas montañosas y áridas.
- g. El agua captada puede ser utilizada para usos domésticos, agrícolas, ganaderos y para reforestación.
- h. Puede incrementar la calidad de vida de las comunidades rurales en zonas desérticas y áreas montañosas.
- i. La calidad del agua es buena en zonas donde no existen industrias.
- j. Es una fuente renovable de agua, de impacto ambiental positivo y beneficioso.

Así también, Furey (1998) señala las desventajas que presenta la captación del agua de niebla:

- a. Para ser aplicado, se necesitan condiciones climáticas y topográficas muy específicas.
- b. El rendimiento es difícil de predecir, resultándose necesario un proyecto piloto en cada caso.
- c. El rendimiento es muy sensible a cambios en las condiciones climáticas (por ejemplo, en temporadas de ENSO «El Niño – Oscilación del Sur», conocido antes como «Fenómeno del Niño»); por lo cual, es conveniente tener una fuente de agua de reserva.

- d. La importancia de la captación del agua de niebla es local, por lo cual se requiere la completa participación de la comunidad beneficiada. Por la misma razón, es poco probable que sea considerado como una fuente importante de agua a nivel nacional.
- e. El sistema de captación puede resultar inviable económicamente y dificultoso del punto de vista hidráulico si el sistema de captación está alejado de la comunidad beneficiaria, pues se necesitarían mayores inversiones en tuberías.
- f. Se necesita un acceso facilitado al punto de captación, para no dificultar la instalación, mantenimiento y monitoreo.
- g. Si el terreno para la captación está en disputa, si está fuertemente fragmentado o pertenece a propietarios ausentes, se reduce la factibilidad de la captación del agua.
- h. Algunos lugares no cumplen con la normativa de calidad del agua para algunos elementos y minerales.
- i. Es vulnerable al vandalismo.
- j. Posible degradación ambiental posterior, pues puede provocar el incremento de la población humana y el ganado en ecosistemas frágiles.

2.2.3. Variables que influyen en la captación de agua de niebla

Furey (1998) señala criterios a considerar para identificar sitios potenciales de captación de agua de niebla.

- a. Preferencia por las cimas de montañas y zonas de barlovento

Furey considera que las cimas de las montañas son los mejores sitios para captar agua de niebla, aunque pueden considerarse puntos a barlovento. No deben colocarse captadores de niebla a sotavento de la elevación, debido a que la niebla se disipa por efecto del calentamiento adiabático.

- b. Altitud

Furey recomienda que los captadores de agua se ubiquen dentro de la tercera parte superior de la altura de la niebla, donde se concentra la mayor cantidad de agua. Incluso, es posible determinar una altitud óptima de captación de agua por medio de un perfil vertical de captación, por medio de captadores y de observaciones de campo. Hay que considerar que la altura de la niebla es dependiente de la temperatura en la inversión térmica, la cual varía estacionalmente. La cima de las montañas o

colinas es un lugar óptimo de captación; no obstante, hay que recordar que la niebla no siempre llega a la cima de la montaña.

c. Separación y distribución de captadores

El potencial de captación dependerá del espacio disponible para los captadores. Por lo general, los captadores se distribuyen en filas a lo largo de su longitud. Así, los captadores de 12 metros de largo deben tener al menos una separación de cuatro metros entre sí, para que el viento pueda fluir alrededor de estos. Es posible utilizar filas paralelas de captadores de niebla, a diferentes altitudes en las montañas o colinas.

d. Relieve

La complejidad del relieve del terreno, junto con la variabilidad en la velocidad y dirección del viento pueden dificultar la elección de un sitio adecuado para la captación de agua de niebla. Se recomienda buscar zonas de baja presión y de transporte vertical de masas de aire, en las cuales se incrementa la velocidad del viento, y con esto, el rendimiento en la captación.

e. Orientación del Captador

Es importante que el captador intercepte perpendicularmente a la masa de aire que transporta la niebla. Un análisis fitogeográfico puede ayudar a determinar la orientación adecuada para el captador o puede optarse por el uso de instrumentos meteorológicos para determinar la dirección del viento predominante. Si la orientación del captador no es perpendicular a la dirección del viento predominante, el rendimiento del captador no es el máximo alcanzable. En caso no se tenga información previa, se puede utilizar captadores de dos o más direcciones, con los cuales se pueda determinar la orientación del captador que otorgue el mejor rendimiento.

f. Pendiente y topografía

Las pendientes ligeramente ascendentes son ideales para la captación de niebla. Pendientes muy empinadas o acantilados incrementan el componente vertical de la fuerza del viento, lo cual reduce el rendimiento. Según la topografía, flujos complejos de aire y turbulencia, posiblemente ocasionados por pequeñas colinas, rocas grandes,

vegetación, construcciones y valles convergentes, pueden probablemente reducir el rendimiento de captación.

g. Distancia entre el captador y el usuario

Mientras más alejado se encuentre el captador del usuario final del agua, se incrementa el costo por instalación y mantenimiento de tuberías de conexión; además, una mayor distancia podría hacer insuficiente la presión de agua necesaria para abastecer a los usuarios. Hay que recordar que el abastecimiento de esta agua se realiza por gravedad.

h. Accesibilidad

Se debe asegurar que los captadores de niebla tengan un buen acceso, para su instalación, mantenimiento y monitoreo por la comunidad usuaria. Probablemente, los captadores con dificultades en el acceso sean aquellos que tendrán un mantenimiento inadecuado.

i. Tenencia de la Tierra

Es muy necesario que la zona donde se instalen los captadores sea segura. Sería ideal que el terreno de captación sea propiedad del estado o no sea reclamada por alguna persona. No obstante, es difícil ejecutar un proyecto de captación de niebla en un territorio fragmentado por la tenencia de varios dueños, o por terrenos cuyo dueño esté ausente y no sea ubicable.

2.2.4. Captadores de agua de niebla

Durante el desarrollo de los estudios de captación de agua de niebla, se han desarrollado diferentes tipos de captadores, algunos utilizados con fines experimentales, otros con fines de abastecimiento de agua para poblaciones (Olivier et al., 2012).

Por lo general, los captadores de agua de niebla son verticales, con fines de optimizar la captación del agua de niebla. La explicación se basa en la velocidad de caída de las gotas de niebla, la cual es muy lenta, variando entre menos de 1 cm/s hasta 5 cm/s; por ello, hasta vientos muy ligeros obligan a las gotas de niebla a desplazarse casi horizontalmente. Por esta razón, un captador apropiado de agua de niebla tiene una superficie vertical o casi vertical (Schemenauer y Cereceda, 1994b).

El primero y más conocido de los modelos de captadores de agua de niebla es el Colector Estándar de Niebla (*Standard Fog Collector*, o SFC por sus siglas en inglés). Este captador fue definido por Schemenauer y Cereceda (Furey, 1998). El modelo, como se observa en la Figura 3, consiste básicamente en dos soportes verticales unidos por una malla, la cual servirá para captar la niebla. Debajo de esta malla se ubica una tubería de colección, que transporta el agua hacia su respectivo almacenamiento.

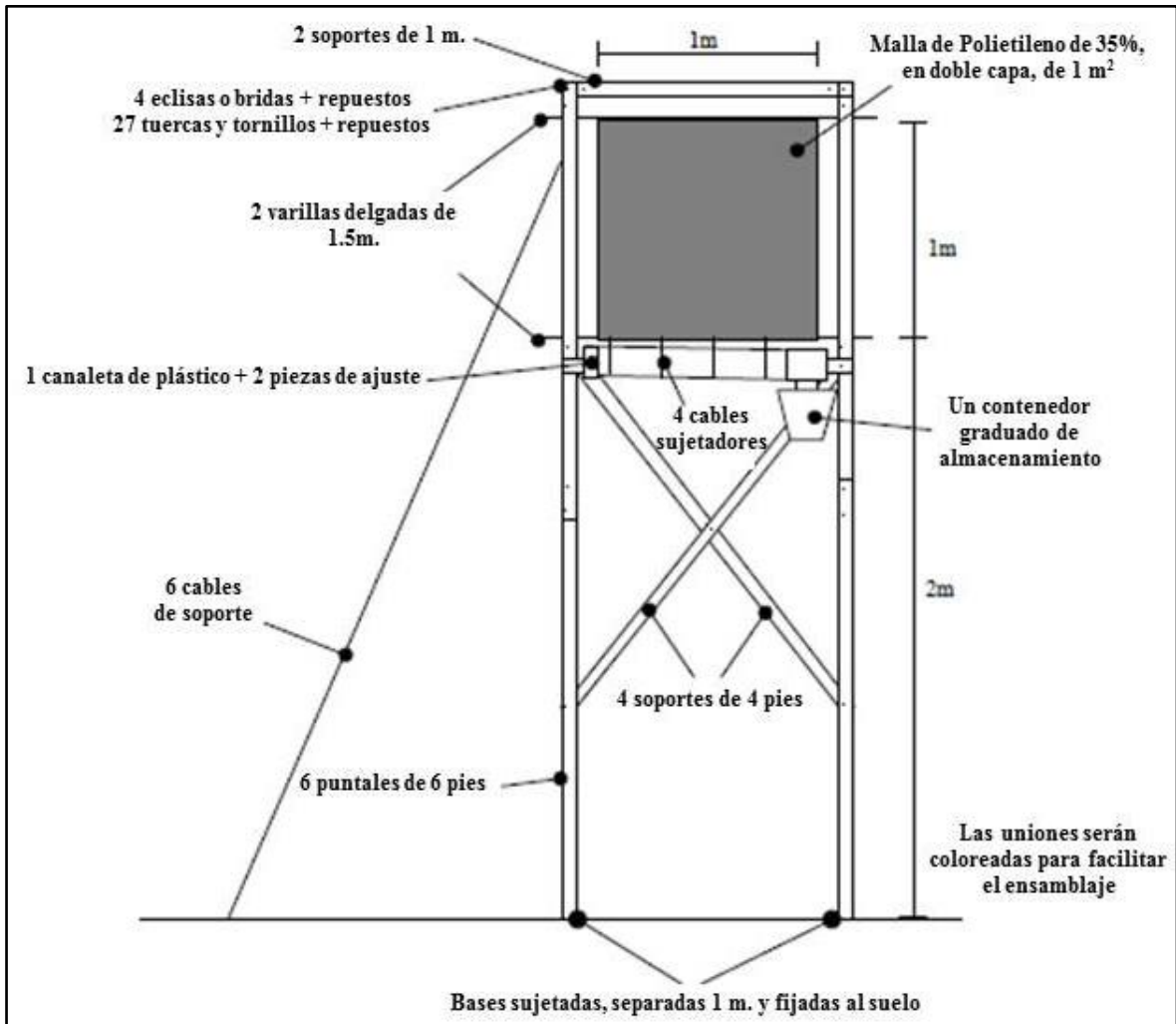


Figura 3: Colector Estándar de Niebla – SFC
FUENTE: Furey (1998)

Otros modelos de captadores utilizados en diversas investigaciones son:

- a) Colector pasivo «Kroneis» (Beiderwieden et al., 2005).
- b) Colector Van Schoor (Olivier, 2002).
- c) Colector de la Universidad de Pretoria (Olivier, 2002).
- d) Colector CSIR (Olivier, 2002).
- e) Sistema de Captación de Tres Paneles (Olivier et al., 2012), entre otros modelos.

2.2.5. Captación de agua de niebla en el Perú

En el Perú, las investigaciones en captación de agua de niebla empezaron en 1950 por el Servicio Forestal y de Caza, al emplear árboles de tara, eucalipto y casuarina. Las investigaciones continuaron posteriormente, en 1983, por la Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), utilizando *mosquiteros* y obteniendo resultados alentadores. No obstante, en estos dos últimos casos, las investigaciones no llegaron a conclusiones concretas debido a una falta de sistematización y continuidad de los experimentos (Pinche, 1996).

Así, diferentes investigaciones en captación de agua de niebla en el Perú, se han realizado alrededor de los ecosistemas de Lomas Costeras. Por ejemplo, los estudios realizados por Canziani (2002), González y Torres (2009), Cereceda et al. (1993), MINAG (2013), entre otros.

En la Tabla 1, se muestran los rendimientos de captación en diferentes partes de Perú, según Pinche y Ruiz (1996). Así también, los autores mencionan que, bajo específicas condiciones geográficas y meteorológicas, la niebla puede proveer entre 1.7 y 32 L/m²/día.

A modo de ejemplo, Lummerich y Tiedemann, ponentes en el evento Tropentag 2009. «Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development» (2009), mencionan que la ONG Alimón, de Alemania, realizó un proyecto de captación de agua de niebla en las Lomas de Villa María entre los años 2007 y 2008. La novedad de este proyecto fue la utilización de árboles de casuarina para la captación, además de utilizar atrapanieblas de malla Raschell. Los árboles interceptaban la niebla y el agua líquida era captada por medio de baldosas o por receptores en forma de embudo. Al comparar los resultados de captación, se observó que la cantidad de agua captada por medio de atrapanieblas fue muy superior a la obtenida por los árboles de casuarina. En

el proyecto se plantearon cuatro modelos de atrapanieblas, de los cuales, el menos eficiente tuvo una captación promedio de 28.6 L/día, mientras que el captador más eficiente de los que utilizaron árboles de casuarina llegó a alcanzar 1.6 L/día en promedio, teniendo un menor rendimiento de captación que los atrapanieblas que usaban mallas.

Tabla 1: Rendimientos de captación de agua de niebla en diferentes partes de Perú

Lugar	Altitud (m.s.n.m.)	Periodo	Rendimiento (L/m²/día)
Lomas de Pasamayo	450	Abril a octubre 1984	7.83
Lomas de Lachay	350	Junio a octubre 1984	12.90
Lomas de Atiquipa	650	Mayo a agosto 1988	1.72
Cerro Campana	530	Enero 1988 a enero 1989	8.46
Cerro Orara	435	Julio a diciembre 1990	7.57
Cerro La Molina	790	Noviembre 1990	3.60
Lomas de Marcona	920	Noviembre 1991	4.40
Lomas de Tacna	765	Noviembre a diciembre 1992	3.30
Lomas de Atocongo	535	Noviembre 1992 a mayo 1993	5.57

FUENTE: Pinche y Ruiz (1996)

Por otro lado, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), citado por Quispe y Chira (2004), durante el mes de agosto del año 2000, se colectó más de 70 litros de agua de niebla en el ecosistema de Lomas de Lachay, ubicado al norte del departamento de Lima. El año 2000 se caracterizó por ser «año Niña», presentándose la temperatura superficial del agua de mar del Pacífico Tropical más fría de lo normal; esto contribuyó al incremento de la frecuencia de la ocurrencia de neblinas y nieblas en la costa peruana. En el estudio mencionado, se compararon los años 1999 y 2000, evidenciándose un incremento de la captación de agua de niebla en el último de los años mencionados respecto al primero. De este modo, la captación de agua de niebla en el mes de agosto del 2000 estuvo cerca de los 80 L/mes, siendo la mayor captación obtenida en ese año, mientras que, para el mes de agosto de 1999, estuvo por debajo de los 30 L/mes. De este modo, en la mayoría de meses, el año 2000 evidenció una mayor captación, salvo los meses de octubre, noviembre y diciembre, en los cuales, la diferencia no fue mayor a 10 L/mes.

2.3. Calidad del agua de niebla

2.3.1. Composición química del agua de niebla

La química del agua presente en la atmósfera es el resultado de una compleja interacción entre la dinámica de las nubes y los procesos microfísicos de la atmósfera, tales como las reacciones químicas ocurridas durante la precipitación y el lavado de componentes químicos en la atmósfera (Al-Khashman, 2009).

El contenido soluble y particulado en el agua atmosférica depende de la presencia de fuentes de contaminación del aire en el recorrido de las masas de aire, de la capacidad de lavado del aire por parte de las gotas de agua, de la cantidad de agua en la atmósfera, etc. Así también, la atmósfera contiene gases y partículas, de origen natural o antropogénico, las cuales, tras un cierto tiempo de residencia, son depositadas en la superficie terrestre por medio de la precipitación húmeda o por vía seca (Ávila, 1999).

Por su parte, Vásquez et al. (2012) señala que la niebla provoca la remoción de componentes solubles de la atmósfera, por lo que su composición ayuda a entender la contribución de los contaminantes emitidos por las fuentes naturales y antropogénicas a la atmósfera.

En algunos casos, la presencia de eventos de niebla se ha relacionado con efectos adversos en ecosistemas (Seto et al., 2004). Así, la niebla puede formarse en regiones altamente contaminadas y densamente pobladas, y sus valores de pH pueden ser bajos, provocando efectos similares a la lluvia ácida, porque remueve gran parte de los contaminantes de la atmósfera (Díaz, 2006; citado por Vásquez et al., 2012).

A continuación, se muestran las características de especies químicas presentes en el agua de niebla.

a. Acidez

La acidez del agua atmosférica ocurre por la incorporación de sustancias ácidas en el agua de lluvia, tal y como ocurre en la formación de lluvia ácida, por incorporación de ácido sulfúrico y el ácido nítrico (Kulshrestha et al., 2005; Vásquez et al., 2012). El agua de lluvia es natural y ligeramente ácida, con un pH de aproximadamente 5.6, considerándose este valor de pH natural al cual, el agua contenida en la nube se mantiene en equilibrio con el

CO₂ atmosférico, mientras que, valores de menor valor de pH se consideran como lluvia ácida (Casas y Alarcón, 1999; Al-Khashman, 2009).

La lluvia ácida se produce por la incorporación de sustancias ácidas en el agua de la lluvia. Así, estas sustancias se constituyen principalmente de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y nítrico (HNO₃), los cuales se forman en la atmósfera por oxidación de los óxidos de azufre (SO₂) y nitrógeno (NO₂). Estos ácidos hacen que el pH se reduzca a valores que pueden oscilar entre 3 y 4.5 en amplias regiones del hemisferio norte e incluso inferiores a 2 en zonas puntuales afectadas por fuertes emisoras de SO₂ (Casas y Alarcón, 1999). No obstante, existe también una pequeña contribución debida al ácido clorhídrico (HCl), inferior al 2 por ciento, el cual proviene de los océanos, de las erupciones volcánicas y de la combustión de biomasa, aunque una buena parte es también de origen antropogénico (Casas y Alarcón, 1999). Si en caso existiesen bajas concentraciones, en promedio, de H₃O⁺, obtenidas en el agua de lluvia y de niebla, se podrían atribuir a las altas concentraciones de sales de calcio, en comparación con las concentraciones bajas de NO₃⁻ y SO₄²⁻ no marinos (Vásquez et al., 2012).

b. Alcalinidad

Si bien el agua atmosférica es ligeramente ácida, podría ser neutra o alcalina, como resultado de su neutralización a causa de partículas alcalinas dispersas a nivel local, la cuales contengan grandes cantidades de CaCO₃ (Al-Khashman, 2009), aerosoles marinos y NH₃ (Seinfeld y Pandis, 2006). Estas partículas alcalinas tienen una capacidad amortiguadora importante, ya que, aún después de la adición antropogénica de las especies ácidas, el valor de pH del agua atmosférica puede ser mayor a 6,0 a causa de las partículas alcalinas (Seinfeld y Pandis, 2006).

En el estudio de Ali et al. (2004), las muestras de agua de niebla obtuvieron un grado de alcalinidad superior al mostrado en el agua pura en equilibrio con CO₂, lo cual pudo deberse al efecto de neutralización de algunos de sus cationes, como el NH₄⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺. Algunos de estos cationes, que pueden neutralizar la acidez de los aerosoles atmosféricos, provienen del suelo (Ali et al., 2004).

c. Calcio

Se puede atribuir la existencia de iones Ca²⁺ en la niebla, al suelo (Millet et al 1996; Ali et al, 2004). Así, el CaCO₃ y otros compuestos presentes en el polvo suspendido pueden

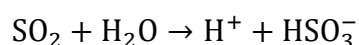
reaccionar con los iones H^+ del agua atmosférica, provocando la disolución de iones como Ca^{2+} y Mg^{2+} y con ello, su incremento de concentración en el agua (Yue et al., 2012). En algunos casos, las altas concentraciones de Ca^{2+} pueden ser las responsables de las desviaciones encontradas en el balance iónico, lo cual podría deberse a la presencia de material particulado, transportado por el viento, hacia los sitios de recolección de las muestras (Vásquez et al., 2012). Por ejemplo, en el estudio de Vásquez et al. (2012), una fuente probable de emisión de Ca^{2+} puede ser el camino de lastre, de aproximadamente 20 km, que sirve para ingresar a la zona de estudio.

d. Carbonatos

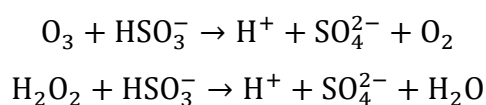
Como se mencionó antes, la presencia de partículas de polvo suspendido en la atmósfera, con presencia de $CaCO_3$ y otros compuestos, pueden liberar iones como Ca^{2+} y Mg^{2+} , y con ello, iones bicarbonatos (HCO_3^-). Este ion puede servir como tampón o buffer para regular el pH.

e. Especies químicas del azufre

La disolución del SO_2 en el agua resulta en una mezcla de especies químicas producto de su oxidación, tales como SO_3^{2-} (sulfito), HSO_3^- (bisulfito) y H_2SO_3 (ácido sulfuroso no disociado), dependiendo del pH. A valores típicos de pH del agua de la nube (aproximadamente de 5,6), el ion bisulfito es el ion dominante, formado por la siguiente reacción (Vásquez et al., 2012):



En la atmósfera ocurre la oxidación del bisulfito a ácido sulfúrico en fase acuosa, por medio de varios mecanismos (Vásquez et al., 2012). En las nubes, los oxidantes más importantes son el ozono y el peróxido de hidrógeno (Harrison, 2003; citado por Vásquez et al., 2012). Estos oxidantes deben ser primero absorbidos por el agua, desde la fase gaseosa, para que luego puedan tomar parte en las reacciones siguientes:



A pH bajo, la oxidación del O_3 es inhibida, mientras que la reacción donde se oxida el H_2O_2 no se inhibe; por lo que, a pH bajo, esta última reacción es dominante, y a pH alto, la oxidación con el O_3 llega a tener más importancia (Harrison, 2003; citado por Vásquez et al., 2012).

En una nube o niebla, que lleva una carga grande de contaminantes en forma de partículas, la oxidación del SO_2 por el oxígeno de la atmósfera es catalizada por iones metálicos (Fe^{3+} o Mg^{2+}) o el hollín (Harrison, 2003; citado por Vásquez et al., 2012).

Respecto a los sulfatos, una fuente considerable de estos últimos en el agua de niebla proviene de las emisiones antropogénicas (Kulshrestha et al., 2005) que liberan SO_4^{2-} y SO_2 . La oxidación de este último compuesto también contribuye con el incremento de sulfatos en la niebla (Yue et al., 2012). Las fuentes antrópicas de donde proviene el SO_4^{2-} pueden ser la quema de combustibles fósiles, quema de biomasa, entre otros (Vásquez et al., 2012). Hay que considerar que existe una fuente marina de sulfuros en la niebla, la cual consiste en la emisión de gases sulfurados producidos por organismos marinos (Yue et al., 2012).

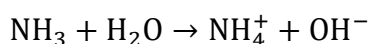
f. Ion amonio y amoniaco

Las elevadas concentraciones del ion amonio son atribuidas a causas, como la existencia de vegetación, la quema de biomasa, la existencia de población animal, entre otros. (Parashar et al. 1998; citado por Kulshrestha et al., 2005). Sin embargo, estas partículas no son lavadas tan eficazmente a través de la deposición húmeda como las partículas de mayor tamaño provenientes del suelo, lo cual pudo haber sido una de las causas de que, en el estudio de Vásquez et al. (2012), el 44 por ciento de las muestras presentaron concentraciones de NH_4^+ por debajo del límite de detección. Otra razón pudo ser un efecto combinado entre la dilución ocasionada por la precipitación en las estaciones de monitoreo, y la remoción del amonio, como resultado de las reacciones de neutralización, que probablemente aumentaron el pH en las muestras recolectadas (Vásquez et al., 2012).

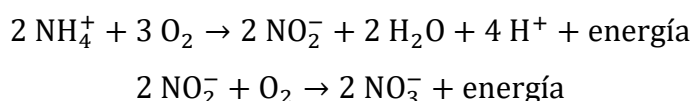
En el caso del amoniaco, una fuente considerable de emisiones es la actividad porcina, Así, del total de nitrógeno existente en los purines y estiércoles de porcinos, el 75 por ciento se encuentra en forma amoniacal. De este porcentaje, en equilibrio se encuentran el ion amonio, soluble en agua (NH_4^+) y el amoniaco, en forma gaseosa (NH_3). El NH_3 gaseoso se volatiliza

del purín o estiércol, al contacto con el aire, siendo el principal gas emitido a la atmósfera por la actividad porcícola (Sanes, 2014).

Al contacto con el agua, el amoníaco toma un carácter alcalino, al menos inicialmente, según la siguiente fórmula (Ginés y Mariscal-Sancho, 2002):



No obstante, a partir de la anterior reacción, comienza un proceso de acidificación, pero esto se realiza en el suelo, por medio de los siguientes procesos de oxidación enzimática (Ginés y Mariscal-Sancho, 2002):



Por esto, se considera que el amoníaco es el gas responsable, en muchos casos, de la acidificación de los suelos (Sanes, 2014). No obstante, en la atmósfera, el amoníaco, después de generar alcalinidad, tiende a generar N₂O, el cual es un gas de efecto invernadero, con 298 veces la efectividad del CO₂ (Morazán, 2014).

g. Magnesio

El magnesio es otro elemento presente en el agua de niebla y su principal fuente son los aerosoles oceánicos (Yue et al., 2012); no obstante, otra fuente de magnesio es el suelo, el cual aporta material particulado a las masas de aire que transportan la niebla (Yue et al., 2012).

h. Óxidos de nitrógeno y nitratos

Con respecto a los óxidos de nitrógeno (NO_x), la aparición del ion nitrato en las nubes se lleva a cabo mediante diferentes vías. Entre estas están: 1) la disolución del vapor del ácido nítrico, 2) la disolución en las gotas de agua de partículas que contiene nitrato, 3) la absorción de óxidos de nitrógeno o ácido nitroso (HONO), seguida de 4) la oxidación de los iones nitrito (NO₂⁻) por oxidantes, tales como el H₂O₂. Es probable que los procesos prevaletes sean los dos primeros, ya que el NO₂, y especialmente el NO, tienen baja solubilidad en el agua (Harrison, 2003; citado por Vásquez et al., 2012).

Los nitratos en el agua de niebla son provenientes de las emisiones de ácido nítrico gaseoso y el lavado del nitrato en aerosol (Collett Junior et al. 2002). El parque automotor también contribuye con las emisiones de óxido de nitrógeno que formarán parte de la composición química de la niebla (Yue et al., 2012). Otras fuentes a considerar son la quema de biomasa y el tránsito vehicular (Beiderwieden et al., 2005).

i. Sodio y cloruros

El ion Na^+ es usado como elemento de referencia para analizar la influencia de fuentes marinas en el agua de niebla, debido a que sus propiedades químicas como parte de la solución acuosa de la atmósfera son estables (Yue et al., 2012). Por otro lado, si bien el ion Cl^- suele estar presente en el agua de niebla debido a las fuentes marinas, e incluso, junto con el Na^+ son emitidos desde el océano a la atmósfera por medio de gruesas partículas de sal, el Cl^- también es emitido por fuentes como la industria del carbón. Por esta razón, el ion cloruro no es considerado como elemento de referencia para analizar la influencia de fuentes marinas en el agua de niebla (Yue et al., 2012).

2.3.2. Orígenes de los componentes químicos del agua de niebla

a. Influencia Marina

Las nubes, que posteriormente formarán nieblas, son influenciadas por las emisiones antrópicas existentes en el continente al cual ingresa; no obstante, el mar influye en las nubes antes que entren al continente, por medio de la agregación de iones como Na^+ y Cl^- (Munger et al., 1989; Gundel et al., 1994).

Condiciones de presión atmosférica uniforme, junto con altas velocidades de viento y elevadas temperaturas favorecen una intensa evaporación en la superficie oceánica. Del total de agua evaporada en el océano, parte de esta agua vuelve al océano. Las sales sobrantes forman pequeñas partículas de sales marinas, lo suficientemente ligeras para ser transportadas por el aire (Pruppacher y Klett, 1997; citado por Yue et al., 2012). Altas temperaturas favorecen una mayor evaporación, y con ello, una mayor suspensión de partículas de sales marinas en el aire (Yue et al., 2012).

Una de las fuentes de acidez del agua de niebla es el océano. Los productos químicos estables de la oxidación de dimetilsulfuro (DMS), tales como el ácido sulfúrico, que parten del océano hacia la atmósfera, pueden contribuir a la acidificación de la niebla marina

(Sasakawa y Uematsu, 2005). La fuente marina de sulfuros en la niebla es la emisión de gases sulfurados producidos por organismos marinos. Así, el DMS generado por el fitoplancton se une a los gases H_2S y el sulfuro de carbono (CS_2) liberados a la atmósfera (Keene et al. 1986, citado por Yue et al., 2012).

b. Influencia del suelo

Como se mencionó antes, la existencia de iones Ca^{2+} es atribuida a las partículas transportadas desde el suelo por la atmósfera, a través del recorrido de la masa de aire. Por otro lado, parte de la producción de sulfato y óxidos de nitrógeno se debe a las plantas en áreas locales; no obstante, estas concentraciones fueron consideradas insignificantes para el caso de Donghai (Yue et al., 2012).

En algunos lugares, las partículas del suelo suspendidas en el aire no son suficientes para neutralizar la acidez de las deposiciones atmosféricas (Kulshrestha et al., 2005). En sitios donde la cobertura vegetal es casi completa, las partículas suspendidas desde el suelo no contribuyen significativamente en la composición química de agua de niebla (Kulshrestha et al., 2005).

c. Influencia Antrópica

Como se vio anteriormente, se asocia la influencia antrópica con la presencia de compuestos ácidos, como los óxidos de nitrógeno y el sulfato. Sin embargo, otras características presentes en el agua atmosférica pueden indicar influencia antrópica en su composición química.

La acidez dependerá del balance en solución entre las sustancias ácidas y alcalinas; así, en caso de encontrarse un valor de pH inferior a 5,6 en el agua, puede ser consecuencia de emisiones antropogénicas, las cuales pueden mitigarse hasta cierto grado por los amortiguadores naturales (Seinfeld y Pandis, 2006).

La predominancia de cationes en el balance iónico implica la presencia de aniones no analizados en el estudio; estos aniones desconocidos suelen asociarse con emisiones de ácido fórmico, ácido acético y otros compuestos capaces de formar aniones orgánicos (Beiderwieden et al., 2005), los cuales provienen mayormente de emisiones antropogénicas,

tales como la combustión de fuentes fósiles, procesos industriales y reacciones en el motor de explosión de los coches.

Por otro lado, las sustancias alcalinas o neutralizantes pueden tener un origen antrópico, debido a actividades como las fábricas de cemento, la siderometalurgia o las centrales térmicas (Semb et al., 1995, citado por Àvila, 1999); no obstante, la procedencia de fuentes naturales por levantamiento de polvo edáfico es muy superior en zonas a sotavento de zonas áridas (Chester et al., 1996, citado por Àvila, 1999).

2.3.3. Variables que influyen en la calidad de agua de niebla

Diferentes autores definen las variables que influyen en la calidad de agua de niebla. En este punto hay que diferenciar entre agua de niebla y agua de niebla captada. La primera se refiere al agua que se encuentra en la atmósfera, en forma de gotas de reducido tamaño, que son transportadas por el viento, mientras la segunda se refiere a esta misma agua luego de pasar por un sistema de captación de agua de niebla. Con esto, es entendible que la calidad del agua de niebla captada es influenciada por la calidad del agua de niebla antes de la captación, entre otros factores.

De este modo, la calidad del agua de niebla captada depende de los siguientes factores (Schemenauer y Cereceda, 1992; Fessehayé et al., 2014):

- a. La composición del agua de la niebla entrante.
- b. El material de los sistemas de captación.
- c. La cantidad y composición química de la deposición seca que se adhiere a los captadores durante el periodo seco, entre episodios de niebla.

Otras variables que influyen en la calidad del agua de niebla han sido identificadas por otros autores; no obstante, estas variables influyen en el agua de niebla captada por medio de la alteración de alguna de las tres variables anteriormente definidas.

De este modo, la composición del agua de la niebla entrante depende de (Furey, 1998):

- Los iones disueltos desde la fuente de humedad.
- La composición de los núcleos de condensación.
- El tamaño de las gotas de niebla.

Por otro lado, la mayor concentración de iones en la niebla que en la lluvia, la mayor inmersión de los ecosistemas de montaña en las nieblas respecto a otros ecosistemas, el diseño aerodinámicamente rugoso de la vegetación y las altas velocidades del viento, causan mayores deposiciones de compuestos químicos, así como una mayor entrada de iones en los bosques montañosos que en las tierras de menor elevación (Clark et al., 1997). Por otro lado, Walmsley et al. (1996) considera que la mayor entrada de iones por niebla en bosques montañosos se debe a la estructura del dosel del bosque, la velocidad horizontal del viento, la eficiencia de captación de los árboles, la cantidad de agua en la niebla y la variación de la frecuencia de la niebla respecto a la altitud.

2.3.4. Calidad de agua de niebla durante la captación

A continuación, se presentan algunas características adicionales sobre la composición química del agua captada de la niebla, respecto al abastecimiento con agua de niebla (Schemenauer y Cereceda, 1992).

- El uso de mallas de polipropileno no afecta significativamente la calidad del agua.
- La primera captación luego de un periodo de ausencia de niebla puede ser salobre y turbia, debido a la acumulación de sólidos y algas en los captadores. El polvo almacenado puede disminuir el pH, reducir la claridad del agua e incluso, incrementar los niveles de Pb, Cr, Cu, As, Fe y Mn. Se recomienda que esta agua sea tratada o usada para fines no domésticos.
- La disminución del pH puede causar problemas de corrosión a los captadores. Se sugiere utilizar PVC en vez de metal, para las tuberías y accesorios, por ser menos corrosible.

Cabe mencionar que, como parte del abastecimiento del agua, los procesos de filtración y cloración pueden ser empleados para preservar la calidad del agua durante su almacenamiento. Además, luego de cada periodo seco, el agua captada debe ser descartada para eliminar residuos en la malla que pasan al agua, como polvo y residuos provenientes de aves que se adhieren a la malla (Fessehayé et al., 2014).

2.3.5. Variación espacial y temporal de la calidad del agua de niebla

Respecto a la variación espacial de la calidad del agua de niebla, existen estudios donde se evalúan las variaciones espaciales, tanto en cantidad captable como en calidad de agua de niebla. Por ejemplo, en la investigación de Lekouch et al. (2010), se observan variaciones estacionales en el pH y conductividad eléctrica, en la niebla y rocío, en un estudio al suroeste de Marruecos.

En el estudio realizado por Molina y Escobar (2008), se evidencia la variación en el rendimiento de los atrapanieblas, ubicados en diferentes puntos, graficando estos puntos e interpolándolos a través de mapas. Para hacer un mapa de variación espacial de captación de niebla, ellos mostraron también las curvas de nivel de la zona de estudio, analizando los promedios y los rangos de captación de agua de niebla, con ayuda de las curvas de nivel. No obstante, en el estudio de Błás et al. (2002), se concluyó que la altitud no es el único factor importante que controla la frecuencia de la niebla. De este modo, factores como el relieve, la pendiente, la geomorfología de la zona y la posición del lugar frente a las masas de aire que transportan la niebla pueden ser factores más importantes que la altitud en la variación espacial de la niebla (Błás et al., 2002).

Según el estudio de Fenn et al. (2000), la variación espacial de concentraciones de nitrógeno y azufre en la niebla, en bosques montañosos, se debió a la heterogeneidad del dosel del bosque y a la exposición a la contaminación atmosférica. De este modo, en temporadas secas, existe deposición seca de contaminantes en el dosel del bosque, la cual llega a la superficie del suelo durante el periodo de precipitación, al lavarse los contaminantes acumulados en el dosel del bosque.

En el estudio de Pan et al. (2013) en el norte de China, las diferencias regionales en la deposición seca de SO₂ han sido más relacionadas con su concentración en el ambiente, la cual es muy relacionada con las emisiones locales; esto se evidenció tras observar que la variación espacial de la deposición de azufre total se asimilaba al inventario de emisiones atmosféricas, lo cual muestra la influencia antropogénica en los niveles de contaminantes en la atmósfera.

Además, en el mismo estudio, las variaciones estacionales de la fracción gaseosa de SO_4^{2-} y la fracción particulada de SO_2 coinciden con las concentraciones de SO_4^{2-} y SO_2 en partículas gruesas, exhibiéndose relativamente concentraciones elevadas en las temporadas frías, debido a las emisiones locales por emisiones domésticas. No obstante, en la deposición húmeda de iones SO_4^{2-} , se observó que los mayores valores se presentaron en temporadas cálidas u otras estaciones, correspondientes a la temporada de lluvias, lo cual evidencia que la deposición húmeda del ion SO_4^{2-} está más influenciada por la precipitación que por las emisiones locales.

En el estudio de Yue et al., (2012) se observó que existe una variación a lo largo de las horas del día en la calidad del agua de niebla. Además, se mencionan algunas causas de esta variación: (1) la sedimentación por causa de la gravedad, (2) precipitación húmeda, (3) el transporte turbulento de las gotas de agua atmosférica y (4) gases y partículas de aerosoles cerca de la capa superficial.

2.4. Monitoreo de la calidad del agua de niebla

2.4.1. Consideraciones en la preparación para el monitoreo de calidad de agua de niebla

A continuación, se muestran algunas experiencias de investigaciones en agua de niebla, a modo de tomar consideraciones a la hora de realizar un monitoreo de calidad de agua de niebla. Por ejemplo, en el estudio de Molina y Escobar (2008), se instalaron captadores perpendiculares entre sí, debido a que no se tenía información histórica sobre el viento, lo que hubiese facilitado la instalación de los captadores con una mejor orientación. La disponibilidad de registros históricos del viento (velocidad del viento y su variación temporal, dirección del viento predominante, etc.) ayuda a determinar, no solo los sitios adecuados para captación de agua de niebla, sino también ayuda a determinar la orientación óptima para captación en proyectos experimentales u operacionales (Molina y Escobar, 2008).

En el estudio de Pinche (1996), realizado en Lomas de Lachay y Lomas de Atiquipa, ubicadas en Lima y Arequipa respectivamente, se reportó que, debido a la salinidad y a la elevada humedad atmosférica en las áreas de estudio, los equipos meteorológicos sufrieron

constantes deterioros y a causa de esto, el registro de información obtenida no fue continuo y completo. Por ello, debe considerarse que el material expuesto a la niebla debe resistir los deterioros por humedad y salinidad.

En el estudio de Yue et al. (2012), se utilizaron botellas de polietileno para el muestreo. Cuando la botella alcanzaba entre 10 y 15 ml. se hacia el reemplazo de botella. Luego del muestreo, el colector utilizado era lavado con agua desionizada de alta pureza.

Para ahorrar costos en el estudio, se pueden utilizar materiales que existen en la zona de estudio, tal y como lo hicieron Molina y Escobar (2008), quienes utilizaron postes de bambú para sus captadores, los cuales están presentes en su zona de estudio. En este mismo estudio, utilizaron una relación de dos metros sobre la superficie sobre un metro de soporte de captador enterrado bajo el suelo.

En el estudio de González y Torres, (2009), se registran costos aproximados de un neblinómetro *Standard Fog Collector* (SFC), de 1 m² de área, cubierto con dos capas de malla Raschell de 35 por ciento, oscilando entre 60 y 70 dólares americanos.

2.4.2. Consideraciones durante el monitoreo de calidad de agua de niebla

A continuación, se muestran algunas experiencias de algunas investigaciones en agua de niebla, a modo de tomar consideraciones durante el monitoreo de calidad de agua de niebla. Así, se recomienda limpiar el colector de niebla una vez a la semana en caso de niebla permanente, debido a que, las muestras de elevadas concentraciones son asociadas con la deposición seca de aerosoles que se depositan sobre el colector durante periodos carentes de niebla que pueden ocurrir entre cada muestreo; no obstante, esta misma frecuencia no será suficiente para evitar la acumulación de contaminantes en el colector en caso de nieblas eventuales con periodos carentes de niebla entre cada muestreo (Beiderwieden et al., 2005).

En el proyecto piloto de captación de agua de niebla, realizado por las entidades Zabalketa y Ner Group (2013), se cercó el área de estudio con postes de madera y alambre de púas, para evitar el ingreso de animales y que éstos deterioren los captadores o las plantas cultivadas con el agua de niebla; no obstante, esto no fue necesario en las zonas apartadas del tránsito de personas y animales.

En el proyecto piloto de captación de agua de niebla, realizado por las entidades Zabalketa y Ner Group (2013), en los lugares donde habían personas viviendo cerca de la zona de captación, se contó con la colaboración de estas personas en el registro diario de la presencia o ausencia de niebla; mientras que en los casos donde no habían viviendas cercanas, la observación se pudo realizar desde una distancia considerable, aunque sin problemas, puesto que los captadores fueron situados en zonas elevadas y visibles a grandes distancias.

En algunos estudios, como el de Schemenauer y Cereceda (1992), las muestras fueron colectadas en botellas limpias de polietileno, previamente enjuagadas tres veces con agua destilada. No obstante, se registra errores en la metodología empleada, debido a que estas botellas fueron llenadas por completo, cerradas y guardadas por 5 días a 20°C aproximadamente. Luego, fueron almacenadas a 4°C. El error resulta en que, durante el periodo de almacenamiento a 20°C, hubo pérdidas de NH_4^+ y posiblemente de NO_3^- . Esto resultó ser inevitable en el estudio. No obstante, el bajo pH de almacenamiento ayudó a reducir la pérdida de estos compuestos en las muestras (Schemenauer y Cereceda, 1992). Por ello, es recomendable que, entre la toma de muestra y el análisis de laboratorio, el tiempo de espera sea el mínimo posible.

Idealmente, las botellas de polietileno, previamente lavadas con ácidos ultrapuros usados para bajar el pH, deben estar disponibles en el campo para el almacenamiento de muestras. Estas precauciones han sido consideradas de modo rutinario en los países en desarrollo, en el pasado, para analizar el agua de consumo humano (Schemenauer y Cereceda, 1992). En su estudio, Schemenauer y Cereceda (1992) no siguieron todas estas precauciones, además, no se realizó el filtrado del contenido de agua tomado como muestra; en vez del filtrado, se eligió tomar la muestra para el ICP-MS de la parte superior de la botella. Esta práctica pudo haber conducido a un error en la obtención de resultados de ese estudio.

Respecto al reservorio de captación de agua, debe de mantenerse limpio y, en cuanto fuese posible, cubierto para prevenir el acercamiento de aves al agua captada (Pinche y Ruiz, 1996). También debe considerarse que la evaporación en los reservorios es despreciable durante los periodos de niebla (Pinche y Ruiz, 1996). Además, los sistemas de captación de agua de niebla pueden ser dañadas por vandalismo o por el robo de sus materiales; así, esto solo puede ser prevenido por el fortalecimiento en la construcción del captador y la

aplicación de medidas de seguridad, mientras que, una cerca de seguridad puede resultar muy costosa (Pinche y Ruiz, 1996).

Existe referencia bibliográfica que indica que puede haber contaminación considerable de las botellas a la muestra (Schemenauer y Cereceda, 1992); no obstante, durante las pruebas de los blancos en el estudio de Schemenauer y Cereceda (1992), se observó que la contaminación debido a las botellas de almacenamiento no era considerable, puesto que, tanto las botellas remojadas en agua desionizada por más de 48 horas, así como las botellas enjuagadas con una solución de HNO₃ al uno por ciento, produjeron concentraciones de la mayoría de elementos traza menores a los límites de detección.

En el estudio de Cereceda et al. (1993), se realizó la cuantificación del rendimiento de captación del agua de niebla en Cerro Orara, en el distrito de Ancón, Lima, Perú; para ello, se visitó el punto de monitoreo diariamente, con el fin de procurar que la pérdida de datos por desperfecto en los instrumentos sea mínima, y al mismo tiempo, para realizar las mediciones manuales en forma sistemática.

Por otro lado, a los neblinómetros se les puede adaptar un techo de 5 m x 5 m con láminas de zinc, ubicada a una altura suficiente para minimizar la distorsión del flujo en torno al colector estándar y que permitiera resguardarlo de la mayor parte de las lluvias y lloviznas (Cereceda et al., 1993). Respecto a las variables meteorológicas para este tipo de estudios, se tiene la referencia de Yue et al. (2012), quienes registraron la temperatura, humedad, viento y presión atmosférica cerca de la superficie, por medio de una estación meteorológica automática.

2.4.3. Estudios de calidad de agua de niebla a nivel mundial

Algunos estudios sobre calidad de agua de niebla han surgido a nivel mundial, los cuales, sin ser numerosos, han dejado registros de datos de calidad de agua de niebla, mostrando gran variedad en su composición para cada lugar distinto. En la Tabla 2 se muestran los resultados de algunos de estos estudios. Las concentraciones de las especies químicas están en mg/l.

Tabla 2: Composición química del agua de niebla en diferentes partes del mundo

Autor (es)	Beiderwieden et al. (2005)	Vásquez et al. (2012)	Schemenauer y Cereceda (1992)	Straub et al. (2012)	Yue et al. (2012)
Lugar	«El Tiro» - Ecuador	Reserva Biológica «Monteverde» - Costa Rica	Chungungo - Chile	Pennsylvania - EEUU.	Donghai Island - China
Altitud (m.s.n.m.)	2825	1600	780	142	10
Duración del estudio	Nov. 2003 - Feb. 2004	Oct. 2009 - Ene. 2010	1987-1989	2007-2010	Mar. 2010 - Abr. 2010
pH	4.58	6	4.8	4.74	5.31
T (°C)	—	—	—	—	22.3
CE (µS/cm)	23	—	—	—	1984
NH₄⁺	0.55	0.07	1.17	4.682	21.0
K⁺	0.27	1.95	0.32	0.602	48.2
Na⁺	0.20	2.14	4.81	<L.D.	300.9
Ca²⁺	0.16	1.58	0.96	2.890	95.2
Mg²⁺	2.30	55.00	50.92	18.200	4500.0
Fe	—	—	7.75	0.034	—
Mn	—	—	12.14	0.004	—
Al	—	—	23.69	0.051	—
As	—	—	7.13	—	—
Cd	—	—	0.23	—	—
Cu	—	—	13.35	0.005	—
Pb	—	—	7.56	0.001	—
Hg	—	—	—	—	—
Se	—	—	<L.D.	—	—
Sr	—	—	5.09	—	—
Zn	—	—	20.74	0.038	—
HCO₃⁻	—	—	—	1.580	—
Cl⁻	0.19	2.34	7.86	1.085	406.2
NO₃⁻	1.25	0.93	2.03	3.001	341.0
PO₄³⁻	<L.D.	—	—	—	—
SO₄²⁻	1.48	1.39	9.12	13.517	160.0
F⁻	—	—	—	—	—

FUENTE: Beiderwieden et al. (2005), Vásquez et al. (2012), Schemenauer y Cereceda (1992), Straub et al. (2012), Yue et al. (2012)

Continuación

Autor (es)	Autores citados por Furey (1998)						
Lugar	Estándares WHO	Chile	Omán	Namibia	India	Taiwán	Francia
pH	6-8.5	4.7	7.4	6.2	4-6.5	4.08	3.94
T (°C)	—	—	—	—	—	—	—
CE (µS/cm)	—	—	—	—	—	—	—
NH₄⁺	—	—	—	—	—	—	—
K⁺	—	—	—	—	—	—	—
Na⁺	—	—	—	—	—	—	—
Ca²⁺	200	1	15.1	1.2	12.2-35.4	19	1.4-65.4
Mg²⁺	125	0.7	2.9	0.4	16-6.2	1.5	—
Fe	0.3	<0.05-0.21	<0.06	—	0.29-0.96	—	0.67
Mn	0.3	0.002-0.283	0.014	—	0.05-0.96	—	0.27
Al	—	—	—	—	—	—	—
As	0.05	0.012-0.073	<0.001	—	—	—	—
Cd	0.005	<0.5-0.006	<0.0005	—	—	—	—
Cu	1	0.003-0.218	<0.005	—	0.1-3.9	—	0.21
Pb	0.05	0.001-0.181	<0.0005	—	0.09-0.1	—	0.142
Hg	0.001	—	—	—	0.019-0.125	—	—
Se	0.01	<0.005-0.016	<0.005-0.008	—	—	—	—
Sr	—	—	—	—	—	—	—
Zn	—	—	—	—	—	—	—
HCO₃⁻	—	—	—	—	—	—	—
Cl⁻	250	8.7	44.1	4.8	12.2-35.4	28.2	49.4
NO₃⁻	45	1.6	4.7	3.4	16.1-31.9	5.4	123
PO₄³⁻	—	—	—	—	—	—	—
SO₄²⁻	400	12.3	3.4	3.2	21.1-110.5	17	<0.05
F⁻	1.5	—	0.02	—	0.5-2.4	—	—

FUENTE: Furey (1998)

2.5. Interpretación de datos de calidad de agua de niebla

Existen diferentes análisis que han sido utilizados en diferentes estudios respecto a la calidad del agua de niebla. Aquí se presenta una recopilación de estos análisis:

2.5.1. Comparación de la calidad del agua de niebla con las normativas ambientales nacionales

Las normativas ambientales para evaluar la calidad del agua pueden ser utilizadas para indicar la existencia o ausencia de contaminación en la niebla, como fuente de agua. A pesar que no existan estándares específicos para la calidad del agua de niebla, en Perú existen los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, con los cuales es posible hacer una comparación con la calidad del agua captada de la niebla.

2.5.2. Porcentaje de diferencia en el balance iónico

Este análisis se realiza al calcular las sumas de las concentraciones de los aniones y las concentraciones de los cationes (ambos en $\mu\text{eq/L}$). La sumatoria de los aniones debe ser igual que la sumatoria de los cationes; de este modo, se cumple la condición de neutralidad eléctrica del agua (Beiderwieden et al., 2005).

Del balance iónico, se obtiene el Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) (Blaś et al. 2010), el cual es calculado con esta expresión:

$$\text{PDI} = \frac{\text{Conc. aniones} - \text{Conc. cationes}}{\text{Conc. aniones} + \text{Conc. cationes}} \times 100\%$$

Se considera un correcto análisis cuando el PDI se encuentre entre -25.8 y 10.4 (Yue et al., 2012).

Otro estudio considera un correcto análisis cuando el rango de valores del cociente entre la sumatoria de cationes sobre la sumatoria de aniones ($\Sigma [\text{cationes}]/\Sigma [\text{aniones}]$) está entre 0.833 y 1.20 (Adzuhata et al., 2001).

La presencia de más cationes que aniones en el balance iónico puede indicar la presencia de aniones no identificados en el estudio, provenientes de compuestos orgánicos e inorgánicos, no acostumbrados a ser considerados en estos estudios, tales como carbonatos, nitratos,

acetatos, formatos y otros (Yue et al., 2012). Por otro lado, los compuestos no reconocidos ante una predominancia de cationes pueden ser sales de ácidos orgánicos no analizados, que pudieron incorporarse a las muestras, tales como sales de sodio y potasio (Adzuhata et al., 2001). Entre estos ácidos pueden citarse al ácido metanosulfónico (MSA), producto de la oxidación en la atmósfera del sulfuro de dimetilo proveniente del mar; otros son el ácido fórmico, el ácido acético (ambos productos de la oxidación atmosférica de los hidrocarburos emitidos por las plantas), y en aquellas muestras donde su pH es cercano a 5.0, el carbonato ácido (Sanhueza et al., 1996; citados por Vásquez et al., 2012).

Los bosques tropicales constituyen una importante fuente natural de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's), que conducen a la formación de ácidos orgánicos; además, las emisiones de COV's varían considerablemente con la estación del año, con las especies de plantas y con la hora del día (Padhy y Varshney, 2005).

No obstante, como mencionó Cardona, en el «Curso Internacional de Hidrogeoquímica Ambiental» (2015), para realizar el balance iónico, se deben considerar las concentraciones de los elementos y compuestos disueltos en el agua, así como los coeficientes de actividad de las especies químicas presentes en el agua. Este mismo autor menciona, que el uso de los coeficientes de actividad se justifica en el hecho que las aguas naturales son electrolíticas, en otras palabras, presentan iones en su composición. Estos iones interactúan con diferentes compuestos existentes en el agua. Por esto, no todos los iones participan en las reacciones químicas que se pueden dar. Así, se establecen los coeficientes de actividad, los cuales son una corrección en las concentraciones de iones para las soluciones no ideales, como las aguas naturales.

Finalmente, el mismo autor menciona que, si bien los cálculos para determinar los coeficientes de actividad de las especies iónicas en el agua pueden ser arduos para realizar, existen programas computacionales que pueden realizar estos cálculos rápidamente, tomando como entrada las concentraciones disueltas de los elementos y compuestos químicos del agua, así como su pH y su potencial de óxido reducción. Un ejemplo de estos programas es el PHREEQC.

PHREEQC es un programa computacional escrito en lenguaje de programación C y C++, diseñado para realizar una gran variedad de cálculos geoquímicos. Así, en su versión actual,

PHREEQC versión 3, puede realizar cálculos de balance iónico, considerando la especiación química, entre otros cálculos de calidad de agua (Parkhurst y Appelo, 2013).

2.5.3. Índice pAi

El índice pAi, propuesto por Hara et al. (1995), indica el valor hipotético del pH del agua de niebla, si solo se considerara a los ácidos sulfúrico y nítrico como generadores de acidez, y que, además, los efectos de neutralización en el agua de niebla sean nulos. Este índice se calcula del siguiente modo:

$$pAi = -\log \left[[SO_4^{2-}]_{nss} + [NO_3^-]_{niebla} \right]$$

Mientras el pAi solo representa componentes acidificantes de la niebla, el pH es determinado por el balance entre componentes acidificantes y neutralizadores (Sasakawa y Uematsu, 2002).

El término « X_{nss} » es la concentración de las sales no marinas (*non sea salt*) de la especie química «X». Estas son aquellas concentraciones, del total de la concentración de un determinado componente en el agua de niebla, que no provienen del agua de mar. Estas concentraciones se determinan usando como referencia la concentración de sodio en el agua de mar y de niebla, y luego emplear la siguiente fórmula (Watanabe et al., 2010):

$$X_{nss} = [X]_{niebla} - \left(\frac{[X]}{[Na^+]_{agua\ de\ mar}} \right) \times [Na^+]_{niebla}$$

En esa expresión, « $[X]_{niebla}$ » es la concentración de la especie de interés en la muestra de estudio, $\left(\frac{[X]}{[Na^+]_{agua\ de\ mar}} \right)$ es la relación de concentración de la especie de interés y la concentración de Na^+ en el agua de mar; por último, $[Na^+]_{niebla}$ es la concentración de Na^+ determinada en la muestra de agua de niebla.

De este modo, el cálculo del nivel de sulfato no marino ($[SO_4^{2-}]_{nss}$) se calcula con la siguiente expresión (Yue et al., 2012):

$$[\text{SO}_4^{2-} \text{ nss}] = [\text{SO}_4^{2-} \text{ niebla}] - ([\text{SO}_4^{2-}]/[\text{Na}^+])_{\text{mar}} \times [\text{Na}^+ \text{ niebla}]$$

2.5.4. Coeficientes químicos de calidad de agua de niebla

Los coeficientes químicos de calidad del agua de niebla (Yue et al., 2012), provienen de la división de las concentraciones de algunos componentes químicos del agua de niebla, la cual muestra una característica del agua de niebla captada.

Los coeficientes o ratios de sales marinas son calculados con el fin de determinar la contribución marina en la composición del agua atmosférica. En estos ratios, se considera al sodio como el trazador del agua marina, asumiendo que todo el sodio proviene del mar (Al-Khashman, 2009). Estos ratios pueden ser aplicables para el agua de la lluvia como para el agua de niebla. Así, estos ratios, al compararse con los ratios del mar, pueden indicar una modificación en los constituyentes del agua de mar, a lo largo de la trayectoria de las masas de aire que se transportan del océano. Así, si los ratios Cl^-/Na^+ , K^+/Na^+ , $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$, $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ y $\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+$ son elevados, indican una posible contribución de otras fuentes de componentes químicos al agua (Al-Khashman, 2009).

El ratio de $(\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+)_{\text{mar}}$ es de 0.12, según Keene et al. (1986); citados por Yue et al., (2012). Así también, estos autores mencionan que el ratio de $(\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+)_{\text{mar}}$ es 0.044.

2.5.5. Coeficientes de correlación de Pearson

Los coeficientes de correlación entre los diferentes componentes químicos de las muestras de agua de niebla pueden identificar si los componentes proceden de la misma fuente (Yue et al., 2012). De este modo, el análisis de correlación de Pearson ayuda a determinar las posibles fuentes de emisión de los componentes iónicos del agua de niebla (Vásquez et al., 2012).

Como criterio para determinar si existe alta correlación entre los parámetros analizados, se sugiere un valor superior a 0.70 o inferior a -0.70 en el coeficiente de correlación (Safai et al., 2004).

La alta correlación entre NO_3^- y SO_4^{2-} puede hacer suponer que estos dos compuestos provienen de una misma fuente, como la polución antrópica (Yue et al., 2012).

En el estudio de Yue et al. (2012) en una isla del Mar del sur de China, se observó que existe una alta correlación entre la conductividad eléctrica e iones como Cl^- , Mg^{2+} y Na^+ . La correlación entre Cl^- , Mg^{2+} y Na^+ estaba por encima de 0.98. Esto puede deberse a que estos compuestos se originan a partir de aerosoles marinos, en forma de MgCl_2 y NaCl . Además, el ratio Cl^-/Na^+ en ese estudio fue de 1.04, lo cual refuerza la idea de influencia marina en la niebla (Yue et al., 2012).

En el estudio de Vásquez et al., (2012), para el caso del agua de lluvia, el H_3O^+ mostró correlacionarse con el NH_4^+ , lo que podría indicar que la acidez es aportada a las muestras de agua de lluvia como sales de amonio, lo cual se ve reflejado en la correlación del NH_4^+ con el NO_3^- , debido a la posible presencia de aerosoles de NH_4NO_3 o NH_4Cl , producto de la reacción en la atmósfera del NH_3 con el HNO_3 o el HCl . El Mg^{2+} tuvo coeficientes de correlación relativamente buenos con el Ca^{2+} , Na^+ y Cl^- , lo que implica que podrían haber sido emitidos por la misma fuente. Lo anterior se confirmó en la correlación existente entre el Ca^{2+} y el Mg^{2+} , así como el Na^+ y el Cl^- (Vásquez et al., 2012).

En el mismo estudio de Vásquez et al., (2012), el Ca^{2+} mostró correlacionarse con H_3O^+ , lo que podría deberse a que, parte del Ca^{2+} presente se introduce a las muestras como CaCO_3 , proveniente del material particulado, o que posiblemente por deposición seca, en el embudo quedó material particulado que ingresó a la muestra, lo cual se manifestó en la neutralización de la acidez presente. Es este mismo estudio, el Na^+ y el Cl^- en el agua de niebla pudieron proceder del agua de mar, debido a que presentaron una correlación buena entre ellos (0.85). Ambos mostraron buena correlación con el NH_4^+ , con valores de 0.88 y 0.86, respectivamente, lo cual indicaría que posiblemente el NH_4^+ es transportado en presencia de aerosoles marinos (Harrison, 2003; citado por Vásquez et al., 2012). El NO_3^- también se correlacionó débilmente con el NH_4^+ (0,51), debido a la misma razón expuesta en el agua de lluvia: posible presencia de NH_4NO_3 . La correlación negativa entre el NH_4^+ y el Ca^{2+} puede deberse a que las fuentes de emisión de ambas sean diferentes, ya que el 95 por ciento del total de Ca^{2+} es no marino (Vásquez et al., 2012).

2.5.6. Factores de enriquecimiento

Los factores de enriquecimiento (EF_x) pueden ser utilizados para determinar la contribución de componentes químicos por parte de diferentes fuentes. En anteriores estudios se han utilizado estos factores para determinar la contribución en la composición química del agua de niebla por parte de partículas originarias del océano o del suelo.

Estos factores de enriquecimiento se calculan utilizando la siguiente fórmula (Okay et al., 2008):

$$EF_x = \frac{\left(\frac{x}{c}\right)_{\text{niebla}}}{\left(\frac{x}{c}\right)_{\text{agua de mar o corteza terrestre}}}$$

En esta ecuación, $\left(\frac{x}{c}\right)_{\text{niebla}}$ es el cociente obtenido entre la concentración del analito de interés y la concentración del elemento de referencia en la muestra, y $\left(\frac{x}{c}\right)_{\text{agua de mar o corteza terrestre}}$ es el cociente obtenido entre la concentración del analito de interés y la concentración del elemento de referencia, ya sea en el agua de mar o en la corteza terrestre.

Los factores de enriquecimiento marino se calculan al utilizar como referencia la concentración del sodio en el agua de mar, mientras que, para los factores de enriquecimiento del suelo, se utiliza la concentración de calcio en el suelo. Los valores de EF_x obtenidos para los analitos, que fuesen superiores a uno, demostrarían que, además del mar o del suelo, hay otras fuentes de emisión (Vásquez et al., 2012).

Las altas concentraciones de Ca^{2+} no marino demuestran que dicho catión se deriva principalmente del polvo del suelo. Los altos porcentajes de Mg^{2+} no marino y su EF menor a 1, indican que posiblemente el Mg^{2+} no marino procede principalmente del suelo, sin una contribución significativa de otra fuente, y que el Mg^{2+} presente en la muestra posiblemente se encontró más diluido en comparación con la concentración del elemento de referencia, el Ca^{2+} (Vásquez et al., 2012).

La principal fuente de potasio en el agua atmosférica es, probablemente, la quema de biomasa (Norman et al., 2001). Así, si el EF en el agua de lluvia y de niebla para el K^+ es

mayor a uno, esto indica que, además del suelo, el K^+ pudo haber proveniendo de otras fuentes, por ejemplo, la quema de biomasa (Figueroa y Dávila, 2004; citados por Vásquez et al., 2012) y al secado de las hojas (Ali et al., 2004).

2.6. Masas de aire húmeda

2.6.1. Determinación de trayectorias de masas de aire

Las trayectorias son frecuentemente usadas para el estudio de la advección de contaminantes del aire, así como el estudio de la relación entre la fuente de emisión de estos contaminantes con sus respectivas concentraciones (Klemm et al., 1994, citado por Beiderwieden et al., 2005).

Las trayectorias de masas de aire fueron computarizadas desde 1940 a través de representaciones gráficas, para luego, con el mejoramiento tecnológico de las computadoras en la década de 1960, pudieran realizarse análisis isentrópicos, cálculos de trayectorias y sus representaciones gráficas. Posterior a esto, se realizaron los primeros estudios utilizando retrotrayectorias de masas de aire (*backward air trajectories* en inglés) para identificar la región de origen de la contaminación de masas de aire. Incluso, la simulación de múltiples trayectorias de masas de aire es también posible, teniendo como ventaja una mejor medida de la incertidumbre en los recorridos durante el transporte de masas de aire (Kulshrestha y Kumar, 2014).

Sin embargo, las trayectorias calculadas de masas de aire siempre tienen cierta incertidumbre y, por lo tanto, los usuarios de estas trayectorias deben tener conocimiento de esta incertidumbre mientras se interpretan los resultados. (Kulshrestha y Kumar, 2014).

Según los reportes disponibles a nivel mundial, el modelo HYSPLIT (*Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory*), ha sido el modelo más aplicado en la mayoría de estos estudios; de este modo, este modelo ha sido utilizado en estudio de climatología, meteorología, transporte de masas de aire, calidad del aire, mediciones de aerosoles y precipitación, análisis de tiempo de residencia, distribución de fuentes de masas de aire y en política.

En la Tabla 3, se muestra una lista con varios modelos usados a nivel mundial para el cálculo de trayectorias de masas de aire (Kulshrestha y Kumar, 2014).

2.6.2. Modelo HYSPLIT

El modelo HYSPLIT (*HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory*) es un completo sistema computacional, diseñado para dar respuesta rápida ante emergencias atmosféricas, para realizar diagnósticos y casos de estudios, además de realizar análisis climatológicos, usando datos meteorológicos. Así, los cálculos se realizan secuencialmente o por múltiples grillas meteorológicas, desde resoluciones altas hasta resoluciones bajas, utilizando campos de información archivados o pronosticados (Draxler y Hess, 1998).

El modelo HYSPLIT ha sido utilizado en una variedad de simulaciones, describiendo el transporte atmosférico, dispersión y deposición de materiales contaminantes y peligrosos (Draxler y Hess, 1998; Stein et al., 2015). Entre algunos ejemplos de estas aplicaciones se encuentran el seguimiento y pronóstico de las trayectorias de masas de aire que transportan material radiactivo, humos de incendios forestales, grandes cantidades de polvo y partículas gruesas, contaminantes de varias fuentes estacionarias y móviles, alérgenos y cenizas volcánicas (Stein et al., 2015).

Así, HYSPLIT es uno de los modelos de transporte atmosférico y dispersión extensamente utilizados en la comunidad científica de ciencias atmosféricas (Draxler y Hess, 1998). Es un sistema completo para el cálculo de dispersiones complejas y simulaciones de deposición, pudiendo ser aplicado en meteorología sinóptica, climatología y ciencias ambientales. El modelo usa el *Global Data Assimilation System* (GDAS), con datos disponibles por la *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) (Yue et al., 2012).

En el estudio de Yue et al. (2012) se utilizó el sistema HYSPLIT para el análisis de trayectorias de masas de aire, utilizándose trayectorias para las altitudes de 100, 500 y 1000 metros sobre el nivel del suelo (Yue et al., 2012).

HYSPLIT no solo analiza la trayectoria de la masa de aire, sino la variación altitudinal de la masa de aire durante su transcurso, como se observa en el estudio de Yue et al. (2012), Así, en el estudio de Yue et al. (2012) se lograron analizar las trayectorias de las masas de aire, desde 72 horas antes que lleguen al punto de monitoreo. En este estudio se demostró, que las masas de aire que transportaban el agua de niebla hacia el punto seleccionado transitaban

por el océano y la costa, transportando aerosoles marinos y antrópicos a su paso (Yue et al., 2012).

Tabla 3: Modelos usados para el cálculo de trayectorias de masas de aire

Trajectory models
NMC (US National Meteorological Centre)
Flexible Trajectories (FLEXTRA) model
TRADOS model (Finnish Meteorological Institute)
CMCD (Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory)
UK Universities' Global Atmospheric Modelling Programme (UGAMP) model
Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) model
NIES (Russian National Institute for Environmental Studies)
Centre for Air Pollution Impact and Trend Analysis CAPITA Monte Carlo (CMC) model
APTRA model
European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) three-dimensional isentropic model
LAGRANTO model
COSMO TRAI
CAABA/MIT model
COBRA
Stochastic Time Inverted Lagrangian Transport (STILT) model

FUENTE: Kulshrestha y Kumar (2014)

En el estudio de Beiderwieden et al. (2005), se empleó el modelo HYSPLIT para modelar las masas de aire que llegaban a cada estación de monitoreo de agua de niebla, mostrando el registro de sus trayectorias durante las últimas 120 horas y considerando un metro sobre el nivel de la superficie modelada. En su estudio se detecta que existen principalmente dos

trayectorias principales que recorren las masas de aire para llegar a «El Tiro», Ecuador. Un primer grupo, conformado por el 80 por ciento de las muestras, recorre la cuenca amazónica para llegar a Ecuador, mientras el resto de muestras han sido influenciadas por masas de aire que han recorrido la costa oeste sudamericana, sobre el Océano Pacífico, desde el sur hasta Ecuador. En el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre estos tipos de muestra.

El uso del programa es libre, a partir de la dirección web <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>.

2.7. Ecosistemas de Lomas costeras

2.7.1. Generalidades

La costa del Perú, considerada como una de las regiones más áridas del mundo, se caracteriza por presentar una morfología de cerros, colinas y ramales montañosos que irrumpen, del flanco occidental andino, hacia el mar (Pinche, 1996). No obstante, a lo largo de la costa peruana y chilena existen ecosistemas estacionales característicos, tales como las lomas costeras (Chipana, 2013). Estos ecosistemas se encuentran entre la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico, siendo ecosistemas característicos de varias zonas de la costa peruana; las cuales se encuentran entre los 200 y 1000 m.s.n.m. (García et al., 2014), como se observa en la Figura 4.

Se les denomina *Lomas* a las islas de vegetación, separadas entre sí por distancias variables de desierto hiperárido, únicas en Perú y Chile, cuya vegetación se sostiene por la niebla existente (Whaley et al., 2010).

Son estacionales porque existe una etapa de mayor biodiversidad durante el invierno, en el cual, la mayor fuente de humedad proviene de la formación de nieblas o neblinas por condensación del agua que se origina en el océano (Chipana, 2013). A esta etapa se le conoce como *estación húmeda*. Esto se debe a que, una capa de niebla cubre el área sobre la costa peruana, desde abril hasta noviembre, la cual se produce por la corriente fría proveniente del norte y por los vientos continuos del suroeste que transportan la niebla hacia el continente, llegando a las colinas costeras y formando las lomas costeras (Pinche y Ruiz, 1996).



Figura 4: Ubicación de lomas costeras en Sudamérica
FUENTE: Claros (2013)

Estos vientos alisios, transportan nubes y aire húmedo desde el mar, que, al encañonarse y colisionar contra elevaciones orográficas, que actúan como barreras naturales, provocan la concentración de la nubosidad y su precipitación como garúas o lluvias, a causa de la condensación del agua transportada (Canziani, 2002).

De otro lado, debido a que las temperaturas en el litoral, al nivel del suelo, son generalmente menores que la temperatura a una mayor altitud, se produce un fenómeno de inversión térmica que inhibe el desarrollo de lluvias torrenciales (Canziani, 2002).

Así, la precipitación de la niebla, en una fina llovizna conocida como garúa, o simplemente en el humedecimiento de los suelos por la condensación que se produce al entrar estos en contacto con la niebla, favorece el crecimiento de hierbas, arbustos e inclusive árboles (Canziani, 2002).

Las lomas surgen como parte de un fenómeno natural discontinuo, típico de la costa desértica. Si bien las lomas se presentan desde el norte, por Trujillo, en el paralelo 8°, hasta el sur, por Coquimbo, en Chile, en el paralelo 30°, estos ecosistemas son más frecuentes y tienen más extensión de áreas en la costa central y sur del Perú, entre los 11° y 17° de latitud sur (Canziani, 2002).

Además, Chipana (2013) menciona que, según Javier Pulgar Vidal, la palabra *lomas* proviene del aimara o cauqui *omas* o *umas*, que significan *agua*, el cual es un recurso muy importante en la formación de estos ecosistemas.

Hasta el 2013, se encontraron registradas 67 lomas costeras en la costa peruana (Chipana, 2013). Además, se reporta que las lomas costeras han llegado a tener una extensión aproximada de 800 mil hectáreas de la costa peruana (Ordoñez y Fautino, 1983; González y Torres, 2009), en el sur y centro principalmente; y hasta el momento, soportan un fuerte proceso de desertificación, que se expresa en una creciente reducción de su cobertura (González y Torres, 2009).

2.7.2. Características de las lomas costeras

La vegetación en las lomas costeras está caracterizada por marcados cambios estacionales, los cuales son frecuentemente afectados por oscilaciones climáticas (Manrique et al., 2010).

La característica principal de las lomas costeras es la alta presencia de humedad, gracias a la neblina y llovizna, presentes entre los meses de junio a setiembre, temporada que se caracteriza porque todas las quebradas se cubren de vegetación y son pobladas por fauna nativa (García et al., 2014). El factor fundamental en el desarrollo de las lomas costeras son las neblinas adventicias que provienen del litoral, captadas posteriormente por obstáculos naturales (Ordoñez y Fautino, 1983).

El clima es caracterizado por un largo periodo seco durante el verano austral, con un corto y variable periodo húmedo desde mayo hasta octubre, en el invierno austral, de modo que se tienen largos periodos de dormancia en la vegetación y cortos periodos de crecimiento (Manrique et al., 2010).

Hasta el 2010, se han registrado en las lomas costeras peruanas, cerca de 600 especies de plantas florecientes, gimnospermas y helechos, siendo muchas de estas especies endémicas (Whaley et al., 2010).

Durante los meses más secos del año, en las lomas, las principales especies visibles son cactáceas, tales como *Haageocereus* sp. y *Eriocyse* sp., así como Tillandsias y grupos de pastos; además, es posible ver cerca de la superficie del suelo, matrices de musgos, líquenes y algas (Whaley et al., 2010).

No obstante, la mayoría de las especies de lomas no son visibles en la época de sequía, apareciendo durante los meses húmedos de invierno (Whaley et al., 2010). Así, algunas plantas de lomas costeras presentan una adaptación extrema ante las condiciones desérticas de la temporada seca, la cual consiste en retirarse al subsuelo y esconderse. Estas plantas son llamadas *geófitas*, en cuyas raíces almacenan almidón, el cual provee reservas energéticas que permite a la planta sobrevivir a la temporada seca bajo tierra, almacenando energía para, a la llegada de la temporada húmeda, desarrollar flores y semillas, así como almacenar energía para el año siguiente (Whaley et al., 2010).

Los bosques y la vegetación ribereña sirven de corredores o caminos naturales para el desplazamiento de muchas especies animales, desde los andes hacia la costa, sirviendo de conexión entre ambas regiones; a modo de ejemplo, el guanaco (*Lama guanacoe*), usa estos corredores, desde las quebradas hacia las lomas costeras, para alimentarse de la flora estacional a causa de la niebla estacional (Whaley et al., 2010). Incluso, la vegetación de las lomas costeras brinda hábitats para la alimentación, refugio y reproducción de una gran variedad de aves, tales como los picaflores y colibríes (Whaley et al., 2010).

Whaley et al. (2010) menciona que los caracoles de tierra, *Bostryx* sp., fueron una importante fuente alimenticia para los antiguos hombres precolombinos, encontrándose sus conchas, en grandes cantidades, en conchales arqueológicos.

A pesar que las lomas costeras poseen diversas especies como parte de su flora y fauna, y que muchas de estas especies son endémicas, existen diversos peligros que amenazan al ecosistema, como el cambio de uso de suelo de las lomas o como la polución ambiental (Chipana, 2013).

Whaley et al. (2010) menciona que los ecosistemas secos de la costa sur peruana han entrado en un proceso de deforestación casi total; esto a causa del crecimiento exponencial que han tenido las poblaciones, teniendo como causas a la inmigración por el crecimiento de las zonas urbanas costeras y el insostenible crecimiento agroindustrial destinado a la exportación. Por otro lado, la sociedad se ha disociado de las tradiciones locales, del ambiente y del manejo de recursos naturales tradicionales, a pesar que las comunidades campesinas todavía guardan vestigios de sus conocimientos ancestrales, y a pesar que los relictos de vegetación natural, agricultura tradicional y agrobiodiversidad continúan brindando servicios ecosistémicos (Whaley et al., 2011).

Las lomas han sido fuertemente influenciadas y explotadas por el hombre (Whaley et al., 2010). A modo de ejemplo, Whaley et al. (2010) menciona que los habitantes locales en Ica recuerdan que antes se conducían cada año grandes manadas de cabras a las lomas; hasta que, a causa del sobrepastoreo, se redujo la vegetación, a tal punto, que ya no pudo ser viable. Además, el movimiento de ganado entre la sierra y la costa ha traído, como consecuencia, la introducción de muchas hierbas de los andes (Whaley et al., 2010).

Además, en zonas como las Lomas de San Fernando, cerca de Nazca, en Ica, han sufrido daños por el turismo motorizado informal; mientras que, en casos como el de Marcona, la presencia de actividad minera amenaza la zona (Whaley et al., 2010).

2.7.3. Lomas costeras en Lima

Una característica singular de la ciudad de Lima, que la diferencia sustancialmente de otras capitales, es que presenta diversos ecosistemas naturales propios; esto a causa de la presencia de dos características peculiares: la corriente marina de aguas frías al sur del Océano Pacífico y la presencia de la Cordillera de los Andes (García et al., 2014).

En la actualidad, respecto a las lomas costeras de Lima, existen en 19 distritos de los 43 que conforma Lima Metropolitana (Proyecto Lomas, 2014?). Además, desde el 2014 se ha definido la «Estructura Ecológica de Lima» como la extensión de ecosistemas naturales en Lima Metropolitana. En el mencionado documento, se ha determinado que las lomas costeras ocupan el 41.4 por ciento de los ecosistemas existentes en Lima Metropolitana, con un total de aproximadamente 70000 Ha (MML, 2014), como se observa en la Figura 5.

2.7.4. Agua de niebla en lomas costeras

Según MINAG (2013) la humedad en los ecosistemas de lomas es fundamental para su desarrollo; así, la precipitación que se logra alcanzar en la zona de las lomas costeras, donde existen paredes rocosas y vegetación arbórea, por intercepción y al pie de los árboles, es de 500 mm. Esta precipitación es muy superior a la precipitación anual de Lima Metropolitana, obteniéndose una vegetación muy tupida. No obstante, el uso de plantas para captación de agua de niebla para el consumo humano puede no representar grandes cantidades de agua captada.

La presencia de una cobertura vegetal natural, constituida por plantas herbáceas, pastos, arbustos y pequeños árboles, además de la presencia de rocas a barlovento y las laderas de las lomas, favorecen la captación de neblinas provenientes del litoral peruano; por lo tanto, brinda un mayor contenido de humedad superficial de sus suelos (Ordoñez y Fautino, 1983).

Muchas especies vegetales en lomas costeras, como el caso del Huarango, captan efectivamente la humedad de la niebla, con ayuda de los pequeños pelos de sus hojas, de modo que, el agua gotea al suelo por debajo de las copas, en las horas antes de amanecer,

para luego ser absorbidas por las raíces (Whaley et al., 2010). No obstante, en el caso particular del Huarango, puede desarrollar diminutas raíces de las ramas enterradas unos centímetros bajo el suelo, con la cual puede aprovechar el agua captada de la niebla durante el invierno, mientras que, en el verano, estas raíces parecieran disminuir o secarse (Whaley et al., 2010).

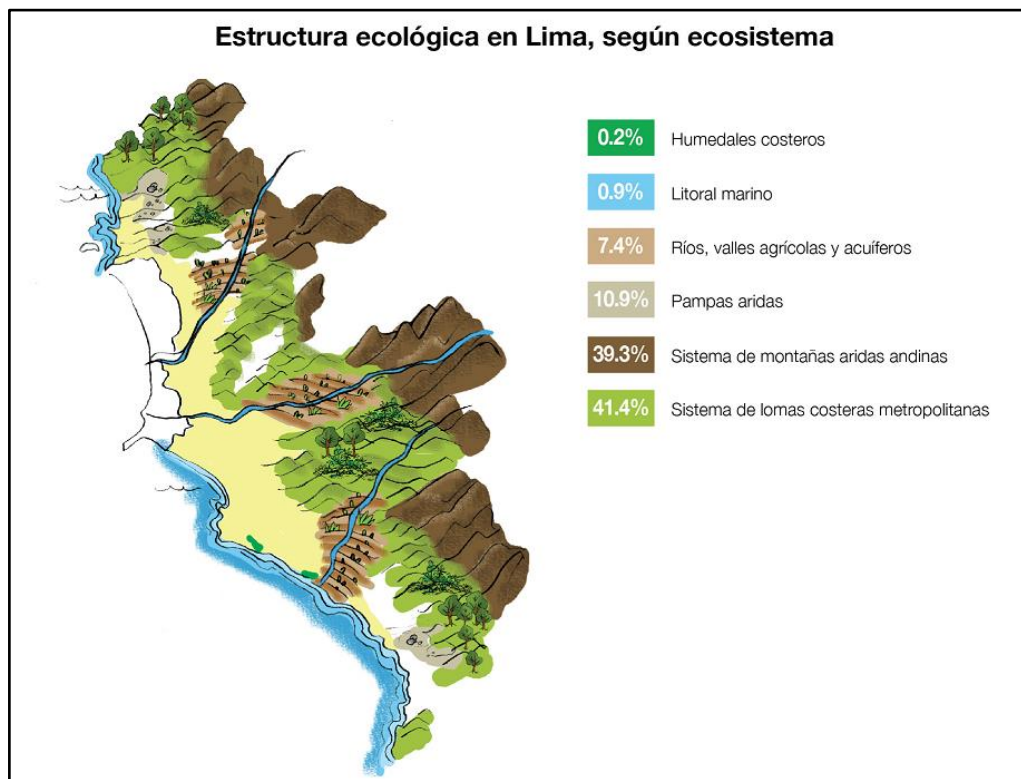


Figura 5: Estructura Ecológica de Lima
FUENTE: MML (2014)

Así, la vegetación de las lomas costeras multiplica las condiciones para la condensación de la humedad y la precipitación del agua, además de reducir la evaporación y favorecer la penetración del agua en los suelos. De esta manera, la vegetación desempeña un papel crucial en las áreas de lomas y su existencia determina, en última instancia, el desarrollo y la conservación de este ecosistema (Canziani, 2002).

Por otro lado, las zonas de mayor potencial hídrico se ubican en las colinas bajas y laderas de montaña de la cordillera occidental de los Andes, constituidas básicamente por rocas ígneas intrusivas, como adamelitas, tonalitas y gabros (Ordoñez y Fautino, 1983).

2.7.5. Lomas costeras y ENSO

Se reporta que, hace tres millones de años, durante el Plioceno, se dieron condiciones permanentes de fases cálidas de ENSO, lo cual pudo contribuir a la formación de un cinturón de tierras fértiles a lo largo de la costa oeste de Sudamérica, lo cual explicaría la existencia de especies afines encontradas y el alto grado de endemismo en esta costa (Manrique et al., 2010).

En el estudio de Manrique et al. (2010) se han encontrado resultados contradictorios sobre estudios de anomalías en la formación de nubes a baja altura y la captación de agua de niebla en tiempos relacionados con la fase cálida del ENSO. Las anomalías en la temporada de nieblas pueden estar relacionadas con las anomalías en las nubes de baja altura, relacionadas con la fase cálida del ENSO (Manrique et al., 2010). La fase cálida del ENSO es también conocida como el fenómeno «El Niño» (SENAMHI, 2014).

Así, existe una correlación inversa entre la cantidad de nubes estratocúmulos formadas y la temperatura superficial del mar en el Pacífico Este (Park y Leovy, 2004), y se conoce que, a partir de los estratocúmulos se forman las nieblas que llegan a las lomas costeras (Soto, 2000). No obstante, también se ha observado que el incremento de la temperatura superficial del mar conlleva al incremento de las nubes de convección, en especial, durante el verano austral asociado a la fase cálida del ENSO (Manrique et al., 2010). Por ello, aunque la niebla sea menos frecuente, debido a la reducción de la cantidad de nubes de baja altura y de estratocúmulos durante la fase cálida del ENSO, Manrique et al. (2010), menciona que, debido a que no se espera una mayor contribución de la niebla en la disponibilidad de agua, considera que existe un incremento en la disponibilidad de agua atmosférica, no solo en la niebla misma, sino también en un incremento en la precipitación por garúas.

La persistencia de las lomas costeras está vinculada a la niebla (durante el invierno) y a la garúa (durante el verano), particularmente durante la fase cálida del ENSO (Manrique et al., 2010).

En el caso de la fase fría del ENSO, también conocida como el fenómeno «La Niña», el reforzamiento de los vientos alisios en el invierno podría incrementar la frecuencia de las nubes de baja altura de la costa, ocasionando una mayor ocurrencia de eventos de niebla, y con ello, una mayor captación de agua de niebla (Manrique et al., 2010).

En el estudio de Manrique et al. (2010), se menciona que, si bien, una respuesta a corto plazo en la productividad primaria está más relacionada con el incremento de la precipitación, se puede asumir que la dinámica y distribución de la vegetación en lomas costeras depende de la intensidad del efecto de la producción de niebla o de la precipitación.

2.8. Las Lomas de Villa María

2.8.1. Ecosistema de Lomas de Villa María

Las Lomas de Villa María se ubican en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima, cubriendo una extensión de 691.48 hectáreas, según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI.

Según esta resolución, la demarcación de los límites de las Lomas de Villa María fue realizada por el MINAGRI, en base a la interpretación visual de la cobertura vegetal del ecosistema, por medio de imágenes del satélite LANDSAT TM. Estas imágenes fueron ortorectificadas, georeferenciadas y descargadas a través del servidor GLOVIS, el cual es operado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Además de esto, se corrigieron y modificaron los límites obtenidos, en bases a observaciones de campo realizadas en el año 2012. Esta delimitación se observa en la Figura 6.

Las lomas de Villa María del Triunfo, además de albergar una gran variedad de especies de plantas y fauna oriunda de las propias lomas, pueden ofrecer espacios de recreación para el turismo, esparcimiento y disfrute de valores paisajísticos (García et al., 2014).

Según un informe de la Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre, del MINAGRI, mencionado en la RM N° 0401-2013-MINAGRI, se realizó un estudio de los servicios ecosistémicos en las Lomas de Villa María, en base a la calificación establecida en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Este informe menciona que los servicios ecosistémicos encontrados son: (1) provisión de recursos genéticos, (2) polinización, (3) formación del suelo, (4) servicios estéticos, (5) provisión de alimento, (6) aire limpio, (7) ecoturismo y (8) servicios educacionales.

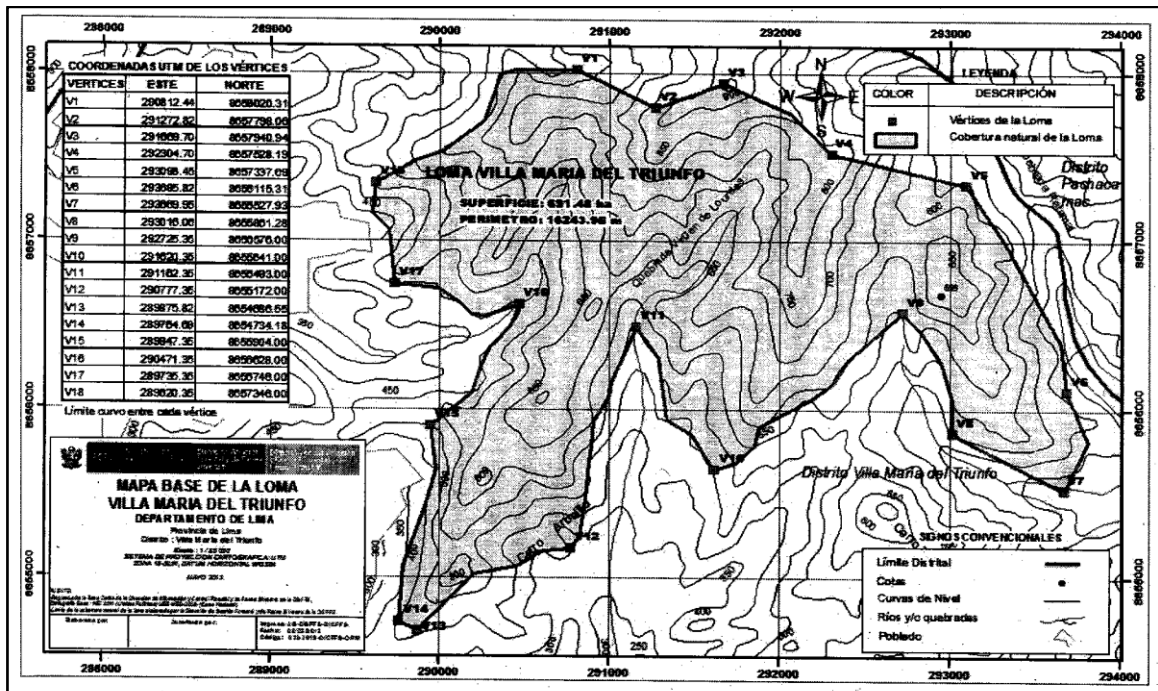


Figura 6: Delimitación de las Lomas de Villa María
FUENTE: RM N° 0401-2013-MINAGRI

2.8.2. Historia de las Lomas de Villa María

Para el año 1912, se distinguían cuatro lomas costeras de exuberante vegetación, las cuales eran: (a) Lomas de San Francisco, (b) Lomas de Puquio Empedrado (hoy zona de Paraíso – Villa María del Triunfo), (c) Lomas de San Juan (hoy zona de Virgen de Lourdes – Villa María del Triunfo) y (d) Lomas de Atocongo (hoy, parte del distrito de Villa María del Triunfo). Estas zonas, junto con las Lomas de El Agustino, se ubicaban entre el Río Rímac y el Río Lurín. (Torres, 1981; citado por Chipana, 2013), como se muestra en la Figura 7. Esta diferenciación se había realizado, no por límites entre ecosistemas, sino por la distribución de los puquiales existentes en ese tiempo en las lomas, los cuales fueron repartidos entre las comunidades que se habían asentado en estos ecosistemas (Chipana, 2013).

El estado de lomas costeras, en la actualidad, presenta muchas diferencias respecto a su estado a inicios del siglo XX. La presencia de relictos vegetales en las primeras cuatro lomas mencionadas mostraba el desarrollo de amplios bosques de algarrobo, lúcuma, tara, boliche, huarango, higuerón, mito; además de vegetación arbustiva y herbácea. La fauna estaba conformada por vizcachas, ratones de arroz, zorrillos andinos, venados grises, guanacos y pumas; además de aves, reptiles e insectos (Chipana, 2013). Las lomas integraban un área compuesta de quebradas, colinas y elevaciones accidentadas, cubiertas de vegetación

silvestre. Se calculaban más de 20 puquiales ubicados entre quebradas y pendientes, los cuales eran utilizados para la bebida de aves y mamíferos (Roessl, 1967; citado por Chipana, 2013).

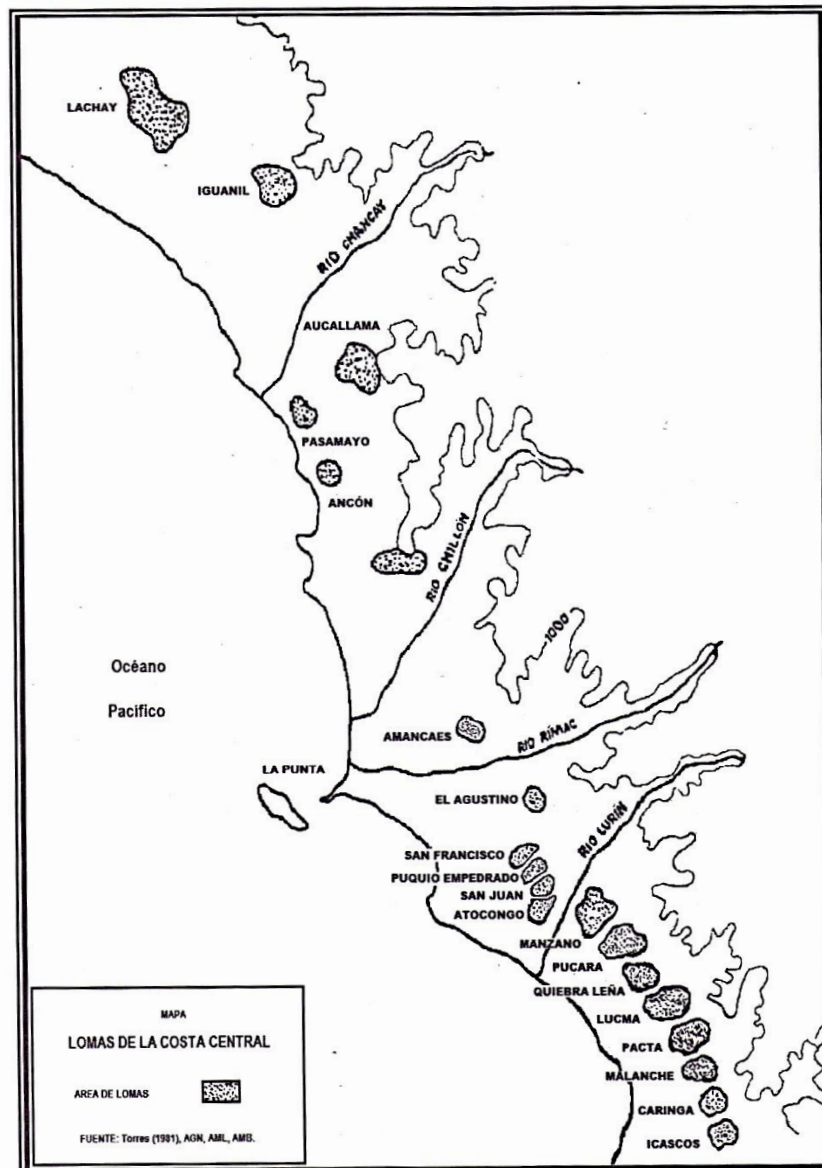
En su estudio de «Recursos naturales renovables y pesca», la historiadora María Rostworowski menciona que, las Lomas de Atocongo son las lomas de mayor humedad en la costa central, lo cual se evidenció en la diversidad y la gran cobertura de la flora y fauna nativa. (Rostworowski, 1981; citado por Chipana, 2013). Esta información se corrobora con los datos de humedad obtenida de la Estación Meteorológica Atocongo, ubicada dentro de las Lomas de Atocongo, la cual registró datos entre 1931 y 1939, y durante todo este tiempo, los valores de humedad registrados fueron superiores a los registrados por las otras 15 estaciones meteorológicas que eran manejadas por el Servicio Meteorológico Nacional, las únicas estaciones en la costa peruana manejadas por la institución en ese periodo.

Según el botánico Ramón Ferreyra, en las Lomas de Atocongo se registraron 264.8 mm de precipitación en promedio, durante siete años, en los cuales funcionaba la estación meteorológica del lugar. Esta precipitación promedio es mayor a la registrada en las Lomas de Lachay (210.0 mm), y mucho mayor a la precipitación en Lima (37.4 mm). Diferentes profesionales e instituciones de la época también reconocieron la superioridad en humedad de las Lomas de Atocongo (Chipana, 2013).

Según Augusto Weberbauer, las Lomas de Atocongo iniciaban a los 50 m.s.n.m. en la zona de Tablada de Lurín, lo cual era notorio en años muy húmedos (Chipana, 2013). Además, según Weberbauer, las laderas expuestas a los vientos predominantes provenientes del mar suelen recibir mayor cantidad de agua atmosférica que las laderas contrarias (Chipana, 2013).

Socialmente, las lomas eran vistas como una zona sin población cercana y refugio de bandoleros y ladrones; por lo cual, se reflejaba una sensación de miedo en la sociedad limeña. Esta percepción surgió desde la colonia, intensificándose durante los siglos XVIII-XIX y desapareciendo durante el siglo XX. Esta condición y el desarrollo del norte limeño hasta los inicios del siglo XX mantuvieron a las cuatro lomas del sur de Lima alejadas de la civilización, cosa que no pasó con las Lomas de Amancaes, ubicadas en el distrito de Rímac;

por lo cual, el ecosistema de Lomas de Amancaes fue uno de los primeros ecosistemas de lomas limeñas en sufrir una degradación intensa, hasta su casi desaparición (Chipana, 2013).



Mapa de las lomas de la costa central, con la ubicación de los cuatro del sur de Lima

Figura 7: Mapa de lomas de la costa central
FUENTE: Torres (1981); citado por Chipana (2013)

Este panorama cambiaría con la construcción del ferrocarril Lima-Chilca, aprobada en 1912 e iniciada en 1913, el cual, además de facilitar la tala y posterior deforestación de bosques por medio del acceso de personas, sería el punto de arranque para el posterior incremento de la ocupación de las lomas. Las lomas pasaron, de ser inicialmente ocupadas por un conjunto pequeño de agricultores, a albergar terrenos agrícolas desarrollados por colonos y pobladores

de las lomas. En paralelo se daba la extracción de piedras calizas, mármol y otros recursos minerales, lo cual sería el inicio de muchas actividades mineras, encabezadas por personas naturales, y posteriormente, el desarrollo de la «Compañía Peruana de Cementos Portland», hasta hace poco llamada Cementos Lima S.A.A. Actualmente, esta empresa lleva la denominación de UNACEM S.A.A. Esta compañía absorbió los terrenos de extracción de minerales y, con favoritismo del estado peruano, desplazó a las actividades agrícolas desarrolladas en las Lomas de Atocongo (Chipana, 2013).

2.8.3. Captación de agua de niebla en Lomas de Villa María

Entre el 2007 y el 2008, el proyecto «Desierto Verde» fue desarrollado por la ONG Alimón, en Villa María del Triunfo, con el fin de desarrollar la captación del agua de la niebla en este distrito. Lo particular de este estudio, es que se incluyeron en el proyecto la plantación de árboles como captadores de agua de niebla, respaldados por estudios previos que indicaban esta potencialidad.

Este proyecto contó con la participación de los asentamientos humanos «Bellavista», «Los Ángeles» y «Quebrada Alta». En lugares como estos, existen familias que viven en extrema pobreza y que se abastecen de agua por medio de camiones cisterna, de precio más elevado que el agua potable en la ciudad. El objetivo del proyecto era reintroducir la fruticultura y silvicultura mediante el uso del agua de niebla, de modo que se crearan puestos de trabajo cercanos a los hogares de los beneficiarios (Alimón e.V., 2009).

Se contó con un gran apoyo de la comunidad para la instalación de los equipos atrapanieblas, lográndose plantar 800 árboles, además de construir dos tanques de ladrillos, con un total de 36 m³, además de un reservorio de 66 m³ (Alimón e.V., 2009).

No obstante, Black (2011) muestra una entrevista a dos pobladoras de la zona de Paraíso, en Villa María del Triunfo, quienes comentan, primero, las dificultades para obtener agua que han afrontado los pobladores del AAHH. «Bellavista», en Villa María del Triunfo, y luego, la instalación de atrapanieblas por parte de la ONG Alimón y cómo este proyecto no llegó a prosperar en el tiempo.

Black (2011) menciona cómo la falta de acceso al agua potable obligaba a la población a comprar agua de camiones cisterna, provenientes de empresas privadas. Esta agua, según la

entrevista, proviene a menudo de pozos contaminados, por lo que tienen que filtrar y hervir el agua antes de consumir, y el precio de esta agua es fijado en tres veces el precio que familias urbanas pagan por su agua potable, cuya calidad del agua es más adecuada para sus usos.

La ONG alemana Alimón manejó un proyecto, en el cual, se instalaron atrapanieblas de mallas verticales de nylon de 15 pies de alto por 25 pies de largo; además de estas, se habían instalado otros atrapanieblas experimentales. Se mencionó que el agua obtenida de esos equipos no era potable, pero que era utilizable para cocinar, para aseo personal y lavado de ropa.

No obstante, la población, durante un periodo de tiempo, dirigió sus esfuerzos a la instalación del nuevo tendido eléctrico, pues la electricidad era, hasta hace unos años, otra necesidad insatisfecha en la comunidad. Esto hizo que el mantenimiento de los atrapanieblas sea descuidado y que estos equipos captadores sean cubiertos de algas filamentosas que, al secarse, formaron una corteza dura. Además, por estos atrapanieblas abandonados trepaban caracoles, mientras que los canales de zinc, que eran partes del sistema de captación, estaban rotos o fueron robados. De las mismas palabras de las pobladoras, se evidencia que estas partes metálicas eran robadas para su venta, mientras que eran niños quienes deterioraban los atrapanieblas, e incluso ellos robaban las piezas metálicas. El abandono de las instalaciones hizo que se vaciaran los tanques de cementos (Black, 2011).

2.8.4. Problemas ambientales en las Lomas de Villa María

Hace varias décadas que las lomas se encuentran en proceso de depredación, deforestación y sobrepastoreo, que ha causado diversos problemas, como la disminución de los puquiales, la reducción de las zonas de pastoreo, el arenamiento de carreteras y el aumento de la aridez de la costa (ONERN, 1969, citado por Pinche, 1996).

Los barrios formados, a partir de la década del noventa, en los distritos de Villa María del Triunfo y San Juan de Miraflores, distritos de la parte sur de Lima, han ocupado progresivamente las quebradas de pendiente pronunciada, hasta llegar a asentarse en las cotas más altas de los cerros. Esta presión al suelo, producida por el crecimiento urbano sin planificación en la periferia urbana, ha devenido en el deterioro y en algunos casos, hasta en la desaparición de los ecosistemas frágiles preexistentes en el sur del área metropolitana de

Lima; presentándose un proceso similar en el área norte de Lima Metropolitana (García et al., 2014).

Así, la ausencia del Estado (a nivel local y nacional) para regular o prestar servicios básicos, como agua potable, hace que la población tenga que acceder a este recurso de manera precaria, con un alto costo y una baja calidad de salubridad, ocasionando enfermedades recurrentes en niños, niñas y adultos mayores (García et al., 2014). En estas zonas, el servicio de recojo y disposición de los residuos sólidos también es un servicio precario y deficiente, ocasionando que la población encuentre formas inapropiadas de disponer de ellos, como, por ejemplo, a través de la incineración de la basura a cielo abierto (García et al., 2014).

En el estudio de García et al. (2014), se evaluó la percepción de problemas ambientales en el asentamiento humano Edén del Manantial, en Villa María del Triunfo. Uno de los resultados de este estudio indica que el 68 por ciento de la población censada de Edén del Manantial afirma que su barrio sufre de contaminación ambiental; de ellos, el 53 por ciento lo atribuye a las actividades extractivas de las empresas y otras actividades económicas, mientras que el 27 por ciento menciona como causa de la contaminación a los botaderos informales de residuos sólidos, a causa de la falta del recojo domiciliario de residuos. Así, quienes aparecen como agentes o responsables de la contaminación son tanto el sector privado empresarial como la ausencia del servicio municipal de limpieza y recojo de residuos; no obstante, esto no exonera a las familias de la zona de la responsabilidad por un mal manejo de los residuos sólidos que producen.

2.8.5. La empresa UNACEM S.A.A.

La principal empresa extractiva alrededor de las Lomas de Villa María es la empresa Cementos Lima S.A.A. (hoy UNACEM S.A.A.). Esta empresa está ubicada en la Av. Atocongo N° 2440, en el distrito de Villa María del Triunfo, en Lima, cerca al área de Lomas de Villa María. Su participación en el mercado es de aproximadamente 39.1 por ciento a nivel nacional, con capacidad de producir 4.5 millones de toneladas de cemento al año (Cementos Lima S.A.A., 2011).

En una expedición, Antonio Raimondi descubrió yacimientos de mármol de diferentes calidades: (a) mármol negro, (b) mármol rojo, (c) mármol verde, (d) mármol amarillo, además de (e) carbonato de cal y (f) diferentes materiales arcillosos, presente en las Lomas

de Atocongo, de los cuales, destacó que algunos de estos minerales eran abundantes y de fácil extracción.

Posteriormente, las Lomas de Atocongo fueron estudiadas por los recursos minerales que poseía; a pesar que no se tienen los registros exactos de estas investigaciones, la descripción de los recursos mineros de Tablada de Lurín y Atocongo se registró en el libro «La Geología de Lima y sus alrededores» de Carlos Lissón, como parte de uno de estos estudios (Chipana, 2013).

La presencia y disponibilidad de estos minerales impulsaron la creación el ferrocarril Lima – Chilca, el cual pasaría por los yacimientos localizados en las lomas costeras del sur de Lima. La presencia de estos minerales incentivó a la aparición de diferentes personajes que empezaron a denunciar y solicitar concesiones mineras en las lomas costeras al sur de Lima. Desde personas de oficio desconocido, pasando por profesionales, hasta personajes públicos de la vida política, buscaron y/o lograron adueñarse de concesiones mineras en la zona, haciendo sentir su poder e influencias, para el caso de los políticos de la época. Dentro de este contexto aparece la Compañía Peruana de Cementos Portland, un actor clave en la distribución de concesiones mineras en las lomas costeras del sur de Lima. Por medio de adquisiciones, logran adjuntarse concesiones mineras. Así, en 1938, la empresa se había adjuntado las concesiones mineras de la zona de Atocongo, por lo cual se decide trasladar el centro de producción de cemento desde Lima hasta Atocongo. Este fue el nacimiento de la actual planta industrial de Atocongo, formada en diciembre de 1941 (Chipana, 2013).

Con el apoyo del presidente Manuel Prado y Ugarteche, quien era el hermano de Mariano I. Prado Ugarteche, principal accionista y uno de los fundadores de la Compañía Peruana de Cementos Portland, se logró en 1940 la prohibición de otorgamientos de concesiones para actividad agrícola en Atocongo y Tablada de Lurín, y en 1942 se desconoció la titularidad de los propietarios de concesiones agrícolas de esta zona (Chipana, 2013).

No solo se consolidó la empresa, como la única en realizar alguna actividad económica en Atocongo, sino que logró que algunos de los ex agricultores y ganaderos de la zona se conviertan en obreros de esta industria cementera.

UNACEM S.A.A. es una empresa, resultado de la unión de Cementos Lima S.A.A. y Cemento Andino S.A. Su historia empieza el 6 de julio de 1916, cuando se constituye la empresa «Compañía Peruana de Cemento Portland», como la primera empresa cementera del Perú, instaurando en 1924 su primera planta de producción, llamada «Maravillas», en Lima. El 28 de diciembre de 1967, cambia de nombre a «Cementos Lima S.A.», teniendo una producción de 3000 toneladas al día, con lo cual fue la fábrica más grande del mundo para la época. Luego, en 1998 se amplía la planta de Atocongo, en Villa María del Triunfo, como parte de la segunda etapa de su ampliación. Ya en el 2003, se creó la asociación UNACEM, y en el 2007 se utiliza el gas natural para reemplazar parcialmente al carbón como fuente de energía. Finalmente, en el 2012, las empresas Cementos Lima y Cemento Andino se fusionaron para formar la Unión Andina de Cementos – UNACEM S.A.A. (Fuente: www.unacem.com.pe).

Hoy en día, la empresa UNACEM S.A.A. tiene diferentes empresas subsidiarias, las cuales son (Fuente: www.unacem.com.pe):

- a. UNICON – Unión de Concreteras S.A.
- b. CELEPSA – Compañía Eléctrica El Platanal S.A.
- c. PREANSA – Prefabricados Andinos Perú S.A.C.
- d. GEA – Generación Eléctrica de Atocongo S.A.
- e. DECOSA – Depósito Aduanero Conchán S.A.
- f. Skanon Investments, INC – Drake Cement, LLC
- g. Transportes Lurín S.A. – Staten Island Terminal, LLC

La planta de Atocongo de UNACEM S.A.A. cuenta con un Sistema Integrado de Gestión Conformado por las siguientes certificaciones: ISO 9001, Control y Protección BASC, Seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001, ISO 14001 Medio Ambiente (Fuente: www.unacem.com.pe).

UNACEM S.A.A. en la actualidad cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Atocongo, que permite tratar el 100 por ciento de su agua residual, que antes iba destinada al alcantarillado, y que ahora es reutilizada para riego de sus áreas verdes. Se dice que la reducción del consumo de agua subterránea es de 20000 m³. Además, la

empresa actualmente cuenta con un proyecto para reducir el consumo de recursos naturales (UNACEM, 2013a).

Como parte del Sistema Integrado de Gestión de la empresa, durante el 2011 se tuvo que el 83 por ciento de las quejas y reclamos recibidos por la empresa fueron por temas ambientales, mientras que el 17 por ciento restante correspondía a temas sociales. Del mismo modo, el 57 por ciento de estos casos habían sido cerrados, mientras que el restante 43 por ciento estaba en proceso (Cementos Lima S.A.A., 2011). Según su reporte de sostenibilidad al 2011, se realizan monitoreos de la calidad del aire en las unidades de producción, de acuerdo a sus programas de monitoreo, como las observadas en la Tabla 4 durante el 2011 (Cementos Lima S.A.A., 2011).

En la fábrica de UNACEM utilizan hornos para el proceso de fabricación del cemento, los cuales son alimentados por carbón y gas natural; siendo el gas natural, el más consumido en la combustión. De esta combustión se producen emisiones directas a la atmósfera. Por otro lado, la energía renovable para consumo proviene de la Central Hidroeléctrica «El Platanal» (CELEPSA), y la energía no renovable para consumo proviene de la empresa Generación Térmica Atocongo, que trabaja con gas natural, siendo el 11 por ciento del total de energía utilizada en el 2011. (Cementos Lima S.A.A., 2011).

Tabla 4: Parámetros de calidad del aire monitoreados por UNACEM S.A.A.

Descripción	2009		2010		2011	
	Horno I	Horno II	Horno I	Horno II	Horno I	Horno II
Emisiones de Material Particulado (mg/m ³)	29.6	7.2	6.7	8.6	31.09	3.45
Emisiones de NO _x (mg/m ³)	335.3	905.5	856.6	386.7	1474.12	559.83
Emisiones de SO _x (mg/m ³)	1483.5	2062.8	1825.4	1323.4	645.77	1609.78

FUENTE: UNACEM (2011)

Las medidas tomadas por la empresa UNACEM S.A.A. para reducir el impacto de sus emisiones consisten, en primer lugar, en el uso de gas natural en vez de carbón, con lo cual ha reducido en más de 120 000 toneladas anuales de CO₂ en equivalencia. Otra medida es la captación de partículas por medio de electrofiltros y filtro de mangas, cuyas eficiencias son reportadas en 99.9 por ciento de la captación del polvo en el proceso de fabricación de cemento UNACEM (2013b).

No obstante, la actividad minera ocurrida en las Lomas de Atocongo, a causa de la Compañía Peruana de Cementos Portland, que incluía el uso de dinamitas, explosivos, instrumentos eléctricos y perforadoras, ocasionó la pérdida de los puquiales en las lomas. La pérdida de las vertientes por donde se alimentaban estos puquiales ocasionó que muchos de éstos se secaran en poco tiempo. Además, se realizaron intervenciones en la misma zona de Atocongo para encontrar fuentes de agua con pozos tubulares. Debido a la destrucción de las vertientes, lograron encontrar agua en la hacienda «Las Palmas», en el Valle de Lurín, alejado de la zona de Atocongo (Chipana, 2013).

La contaminación de la Compañía Peruana de Cementos Portland al ambiente comenzó en la década de 1920, pero se intensificó a partir de 1941, con la instauración de la fábrica de la Compañía Peruana de Cementos Portland (Chipana, 2013).

Cárdenas Martín (1994), citado por Chipana (2013) menciona el caso de la Dra. Josefina Ramos de Cox en 1958, quien descubrió en un cementerio prehispánico de Tablada de Lurín, donde los primeros 10 a 12 centímetros del suelo estaban compuestos de polvo de cemento que había cimentado por años, debido a las emisiones de la fábrica. Chipana menciona que, diariamente se emitían toneladas de polvo de cemento que transformaban el paisaje de lomas en un panorama gris, seco y muerto.

Un dato alarmante es el generado por un estudio del año 1993, en el cual se menciona que alrededor del cinco por ciento de la producción total del cemento, que ascendía a 5000 toneladas de Clinker producidas al día (producto elaborado en la fábrica de Atocongo), eran succionados del horno, junto con los gases calientes. Los gases eran usados para el precalentamiento, pero el Clinker no solo implicaba una pérdida económica por desperdiciarse este producto, implicaba un perjuicio ambiental, resultante en alrededor de 250 toneladas de Clinker al día que eran emitidos a la atmósfera (Heredia, 1993; citado por

Chipana, 2013). Este dato supera a las 89 toneladas diarias de material emitido a la naturaleza en Cerro de Pasco durante la primera mitad del siglo XX. Aunque la composición de las emisiones en estos casos fuese distinta, la diferencia numérica es considerable (Caballero, 1981; citado por Chipana, 2013).

Por otro lado, existe un testimonio sobre el derrame de Clinker sobre los campos de cultivo y las lomas durante el transporte desde la planta por medio del ferrocarril; esto era ocasionado por la premura con la cual se vertía el producto sobre los carros, llegando a derramar el producto (Chipana, 2013).

Se autorizaba la cancelación de las actividades mineras no metálicas situadas en las cercanías de poblaciones, cuyos trabajos impliquen peligros para la seguridad de las poblaciones. Existe la sospecha que esta fue una razón para la expulsión de los colonos agrícolas, quienes fueron los antiguos usuarios de las tierras de Atocongo (Chipana, 2013).

Además, la producción de cemento, de por sí, genera emisiones de SO₂ y NO_x durante la pulverización y calcinación de materias primas (Economopoulos, 2002; Ministerio de Medio Ambiente, 2004). Además, los ácidos fluorhídricos y clorhídricos pueden ser emitidos también de la producción de cemento (Ministerio de Medio Ambiente, 2004). Respecto a metales, su principal fuente de emisión en el proceso de fabricación del cemento es en el sistema del horno, incluyendo los gases de combustión y el aire de los enfriadores del Clinker (Ministerio de Medio Ambiente, 2004). Por otro lado, el uso de residuos como combustibles puede cambiar las concentraciones de metales pesados en las emisiones del horno (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Por otro lado, los compuestos metálicos en los hornos de cemento Portland pueden ser agrupados en general en tres clases (Ministerio de Medio Ambiente, 2004; Fernández y Hernández, 2008):

- Metales volátiles: mercurio (Hg) y talio (Tl)
- Metales semivolátiles: antimonio (Sb), cadmio (Cd), plomo (Pb), selenio (Se), zinc (Zn), potasio (K) y sodio (Na).
- No volátiles o refractarios: bario (Ba), cromo (Cr), arsénico (As), níquel (Ni), vanadio (V), manganeso (Mn), cobre (Cu) y plata (Ag).

De estos grupos, los metales refractarios tienden a concentrarse en los productos sólidos que salen del horno, mientras que los metales volátiles y semivolátiles tienden a ser descargados por la chimenea (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Además, en la «Guía de Métodos de medición y Factores de emisión del sector cementero en España» (Consulnima y Oficemen, 2013), se presentan como parámetros a analizar en las emisiones de la industria cementera, a óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), cloro (Cl) y compuestos inorgánicos derivados del cloro, flúor (F) y compuestos inorgánicos derivados del flúor, arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto, (Co), cobre (Cu), manganeso (Mn), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se), antimonio (Sb), talio (Tl), vanadio (V). Incluso, en el documento de Consulnima y Oficemen (2013) se presentan factores de emisión respectivos para cada uno de estos parámetros, por parte de la industria cementera.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Zona de estudio

El ecosistema de Lomas de Villa María se ubica dentro del distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima, departamento de Lima, en Perú. La delimitación del ecosistema de Lomas de Villa María fue realizada en base a la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI, publicada en el diario «El Peruano», el 18 de octubre del 2013.

Por esta razón, el área de estudio comprende la delimitación presentada en la R.M. N° 0401-2013-MINAGRI. Sin embargo, el área de estudio no solo incluye a las Lomas de Villa María; incluye también un área localizada alrededor de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7). Si bien, esta comunidad no pertenece al ecosistema delimitado por la RM N° 0401-2013-MINAGRI, se ha considerado esta zona dentro del área de estudio, por la accesibilidad del lugar y por la cercanía a la fábrica de cemento de la empresa UNACEM, para poder evaluar los posibles contaminantes emitidos por esta fábrica.

En base a esto, se elabora la Figura 8, en la cual se representa el área de estudio.

En la Tabla 5, se muestran las ubicaciones de las estaciones de monitoreo durante los meses de evaluación. La proyección utilizada para las coordenadas fue la UTM (*Universal Transverse Mercator*) y el *datum* utilizado fue el WGS 84, en la zona 18 sur. Para el registro de rutas en las Lomas de Villa María y para localizar las zonas establecidas por medio de GPS, se utilizó el programa OruxMaps®, el cual es compatible con *smartphones*.

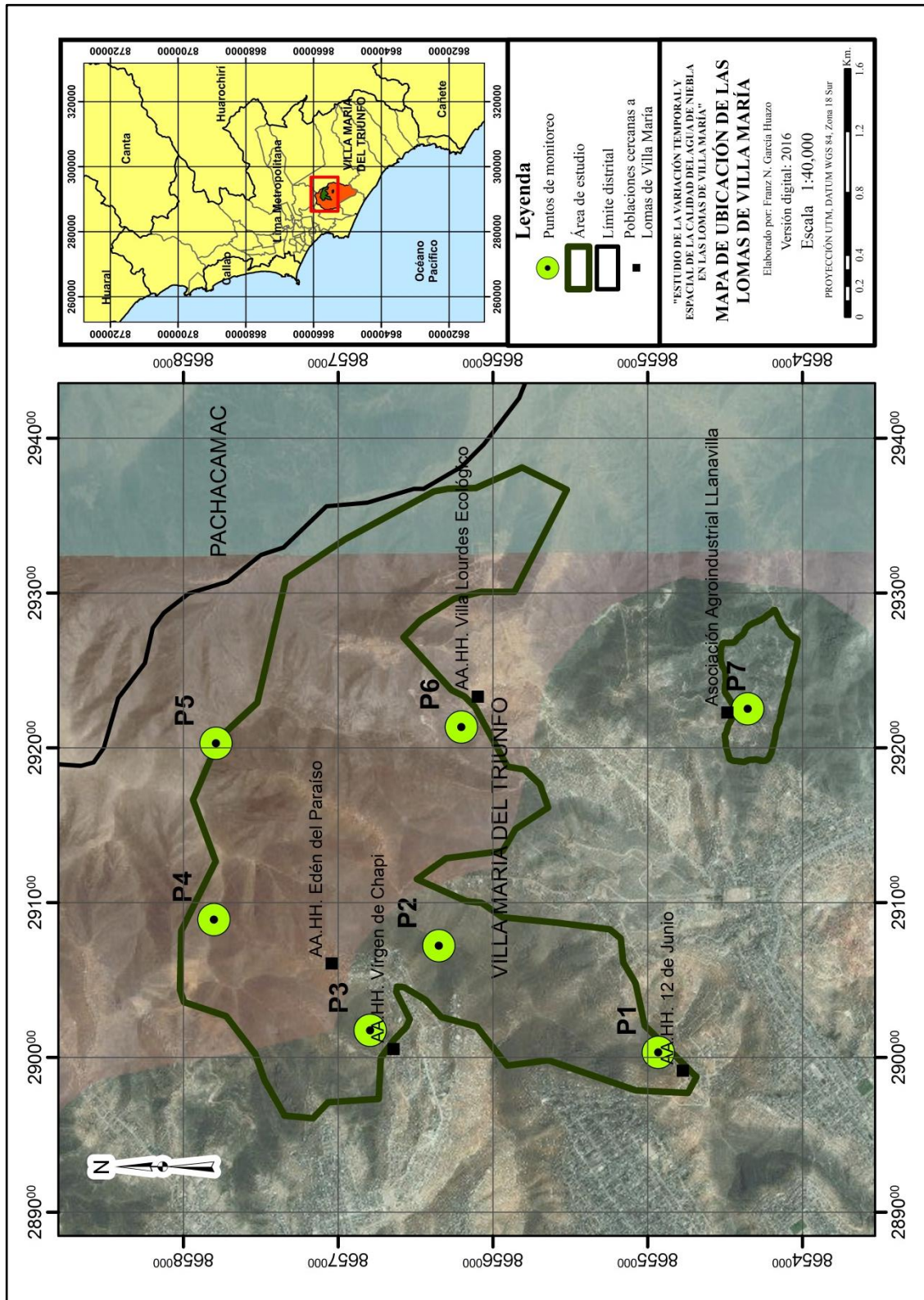


Figura 8: Mapa de ubicación de la zona de estudio

Tabla 5: Ubicaciones de las estaciones de monitoreo de agua de niebla

Mes	Datos de ubicación	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Agosto	Este (m)	290034	290723	290176	290891	292031	292135	292253
	Norte (m)	8654932	8656350	8656794	8657803	8657790	8656205	8654354
	Altura (m.s.n.m.)	475.56	615.94	557.56	733.56	852.31	656.56	469.56
Setiembre	Este (m)	290034	290723	290176	290891	292031	292135	292259
	Norte (m)	8654932	8656350	8656794	8657803	8657795	8656205	8654293
	Altura (m.s.n.m.)	475.56	615.94	557.56	733.56	857.06	656.56	478.06
Octubre	Este (m)	290034	290723	290176	290891	292031	292135	292259
	Norte (m)	8654932	8656350	8656794	8657803	8657795	8656205	8654293
	Altura (m.s.n.m.)	475.56	615.94	557.56	733.56	857.06	656.56	478.06

FUENTE: Elaboración propia

Posteriormente, las coordenadas mostradas en la Tabla 5 fueron corroboradas con el programa Google Earth®. En la mayoría de las estaciones de monitoreo, la ubicación fue la misma durante todos los meses. Solo se cambiaron, en algunos metros, la ubicación de las estaciones de monitoreo «P5» y «P7», en los meses de setiembre y octubre, debido a problemas de visibilidad durante el trabajo de campo, por la densa niebla.

Los criterios de selección para establecer las estaciones de monitoreo fueron las señaladas por Furey (1998):

- a. Para todas las estaciones de monitoreo, se escogieron cimas de colinas y montañas.
- b. Se verificó que las zonas de captación de agua de niebla tuvieran transporte vertical de masas de aire, de modo que la velocidad del viento permitiera una mejor captación.
- c. Se colocaron los captadores de agua de niebla en zonas de barlovento, las cuales, en las Lomas de Villa María, son las laderas en dirección al mar. Además, se orientaron los atrapanieblas en perpendicular a la pendiente de la zona, los cuales también se encontraban perpendicularmente a la dirección del viento predominante.
- d. Las pendientes escogidas para la instalación de los captadores de niebla son ascendentes, sin llegar a ser muy empinadas o ser acantilados. Además, se escogieron

zonas donde las pendientes por donde pasan las masas de aire no presentaran rocas grandes, vegetación irregular en tamaño, construcciones u otros obstáculos que pudieran ocasionar turbulencia.

- e. Todos los captadores de niebla contaron con accesos definidos para llegar a ellos.
- f. Se recurrió a instalar los captadores dentro de los territorios de asentamientos humanos, conversando previamente con representantes de estos asentamientos, con el fin de garantizar seguridad a los captadores. No obstante, esto no se pudo lograr para las estaciones «P4» y «P5», puesto que no existen comunidades cercanas a estas estaciones.

3.2. Materiales y equipos

a. Materiales

- Quince metros cuadrados de malla Raschell de 35 por ciento
- Catorce palos de eucalipto de 2.20 m
- Un ovillo de rafia
- Una aguja roma
- Una cuchilla
- Dos rollos de alambre galvanizado
- Siete codos de tubería de 2 pulgadas
- Un pomo de cemento para PVC
- Siete canaletas de un metro de largo
- Siete reducciones de tubería de dos pulgadas a media pulgada
- Una manguera entera
- Veintiún pedazos de madera de 40 cm
- Siete galoneras de cuatro litros
- Diez depósitos plásticos de entre 12 y 20 L.
- Una barreta
- Una pala pequeña de jardinería
- Siete bolsas ziploc
- Un paquete de bolsas grandes negras
- Un par de guantes de protección
- Un alicate de agarre
- Un alicate de corte

- Una comba
- Ciento veinte botellas de Polietileno de Alta Densidad (HPDE) de 500 ml.
- Botella con 500 ml. de HNO₃ 1:1
- Doce litros de agua desionizada, proporcionada por el laboratorio de INGEMMET
- Tres rociadores
- Agua de caño
- Veintiún jeringas de 20 ml
- Un ciento de filtros de jeringa de 0.45 µm
- Cuatros paquetes de *gel pack*
- Un *cooler*
- Dos cajas de guantes quirúrgicos
- Una caja de mascarillas
- Probeta graduada de un litro
- Dos plumones gruesos color negro
- Seis cintas adhesivas
- Un rollo de papel toalla
- Cuatro paquetes de papel *Tissue*
- Una wincha
- Un tablero para escritura
- Una mochila de campo espaciosa
- Veinticinco fichas de monitoreo de agua de niebla (Anexo 2)
- Sesenta fichas de diagnóstico ambiental (Anexo 3)
- Tres copias de cadenas de custodia para monitoreo de agua (Anexo 4)
- Una copia de cadenas de custodia para monitoreo de suelo (Anexo 5)
- Etiquetas para botellas de monitoreo (Anexo 6)
- Mapa con las estaciones de monitoreo
- Edición impresa de la «Guía de Flora de las Lomas Costeras de Lima» (MINAG, 2013)
- Alimentos y líquidos para el trabajo de campo
- Alcohol en gel

b. Equipos

- Cámara fotográfica
- Linterna
- Celular con GPS
- Dos cables mellizos de 30 cm y dos termistores para el psicrómetro manual
- Un multímetro
- Un multiparámetro marca Thermo Scientific® Orion®, con sensores de pH, conductividad eléctrica, temperatura y sólidos totales disueltos, con sus respectivas soluciones de calibración. Esto proporcionado por INGEMMET.

3.3. Metodología

3.3.1. Preparación para el trabajo de campo

a. Revisión bibliográfica

La recopilación bibliográfica incluyó documentos de trabajos de investigación en captación y calidad de agua de niebla, a nivel nacional y mundial; además de información sobre captadores de agua de niebla, análisis químicos de calidad de agua de niebla, antecedentes de modelamiento de trayectorias de masas de aire, fuentes de contaminación de agua de niebla y sobre el ecosistema de Lomas de Villa María.

b. Delimitación zona de estudio

Realizada en base a la RM N° 0401-2013-MINAGRI, como fue explicado previamente.

c. Identificación de comunidades cercanas a las estaciones de monitoreo y comunicación acerca de la investigación.

Con las estaciones de monitoreo definidas previamente, se identificaron las comunidades claves, con las cuales se debieron conversar para informar de la realización de la investigación, así como para obtener la autorización y el reconocimiento de la comunidad para dejar los atrapanieblas cerca de sus terrenos, y prevenir conflictos que atenten contra la integridad de los captadores de agua de niebla e impidan el desarrollo de la investigación. Una

vez identificadas las comunidades, se contactaron a los representantes de cada comunidad para hacer las respectivas coordinaciones.

De este modo, se contactaron a las siguientes comunidades y sus respectivos representantes:

- AA.HH. «12 de junio», representado por el Sr. Marino Caldas
- AA.HH. «Virgen de Chapi», representado por la Sra. Zemira
- Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», representado por los Sres. Gerónimo Huayhua y Noé Neira
- AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», representado por el Sr. Pablo Lliuya
- Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL, representada por los Sres. Efraín Morales y Sósimo Morales

Se contactaron a estos representantes en diferentes reuniones, logrando firmar un acuerdo mutuo, en beneficio de las comunidades y de la investigación. Este acuerdo se muestra en el Anexo 1.

En la Figura 9, se muestra el fin de una reunión entre diferentes representantes de las comunidades mencionadas.

d. Elaboración de psicrómetro manual y calibración de termistores.

Para la investigación se planificaba utilizar un psicrómetro de la estación meteorológica «Alexander von Humboldt», ubicado en el distrito de La Molina, Lima, Perú. No obstante, dificultades en momentos previos a la primera campaña de campo, no solo impidieron el uso del psicrómetro, también dificultaron el registro de datos de temperatura de bulbo seco ni de bulbo húmedo para el mes de agosto. Por ello, para los siguientes meses, se elaboró un psicrómetro manual, con dos termistores, los cuales fueron calibrados para medir temperatura (°C) en base a su resistencia eléctrica (ohm).



Figura 9: Reunión de información de la investigación y coordinación con los representantes de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso» y del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»

En la Tabla 6 se muestran los datos utilizados para la calibración del termistor destinado para medir temperatura de bulbo seco, mientras que en la Figura 10, se muestra la relación entre la temperatura del termistor destinado para medir temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$), y el logaritmo natural de la resistencia eléctrica del termistor, con la resistencia eléctrica medida en ohmios, por medio de un multímetro. Del mismo modo, en la Tabla 7 se muestran los datos utilizados para la calibración del termistor destinado para medir temperatura de bulbo húmedo, mientras que en la Figura 11, se muestra la relación entre la temperatura del termistor destinado para medir temperatura de bulbo húmedo ($^{\circ}\text{C}$), y el logaritmo natural de la resistencia eléctrica del termistor, con la resistencia eléctrica medida en ohmios, por medio de un multímetro.

Tabla 6: Datos para la calibración del termistor para medir temperatura del bulbo seco

Termistor para bulbo seco					
T (°C)	Ω (ohm)	Ln (Ω)	T (°C)	Ω (ohm)	Ln (Ω)
0	549	6.308	26	196	5.278
1	534	6.280	27	190	5.247
2	463	6.138	28	180	5.193
3	437	6.080	29	171	5.142
4	432	6.068	30	166	5.112
5	427	6.057	31	163	5.094
6	422	6.045	32	158	5.063
7	411	6.019	33	153	5.030
8	394	5.976	34	146	4.984
9	380	5.940	35	139	4.934
10	363	5.894	36	135	4.905
11	346	5.846	37	131	4.875
12	331	5.802	38	127	4.844
13	318	5.762	39	123	4.812
14	305	5.720	40	119	4.779
15	296	5.690	41	113	4.727
16	283	5.645	42	109	4.691
17	273	5.609	43	106	4.663
18	260	5.561	44	103	4.635
19	253	5.533	45	99	4.595
20	243	5.493	46	95	4.554
21	235	5.460	47	93	4.533
22	228	5.429	48	90	4.500
23	219	5.389	49	87	4.466
24	209	5.342	50	83	4.419
25	202	5.308			

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 7: Datos para la calibración del termistor para medir temperatura del bulbo húmedo

Termistor para bulbo húmedo					
T (°C)	Ω (ohm)	Ln (Ω)	T (°C)	Ω (ohm)	Ln (Ω)
0	513	6.240	26	188	5.236
1	497	6.209	27	181	5.198
2	472	6.157	28	173	5.153
3	432	6.068	29	165	5.106
4	422	6.045	30	160	5.075
5	413	6.023	31	154	5.037
6	400	5.991	32	151	5.017
7	387	5.958	33	145	4.977
8	372	5.919	34	139	4.934
9	356	5.875	35	131	4.875
10	342	5.835	36	129	4.860
11	329	5.796	37	125	4.828
12	314	5.749	38	122	4.804
13	302	5.710	39	119	4.779
14	290	5.670	40	114	4.736
15	280	5.635	41	108	4.682
16	269	5.595	42	105	4.654
17	258	5.553	43	103	4.635
18	248	5.513	44	99	4.595
19	240	5.481	45	95	4.554
20	232	5.447	46	92	4.522
21	224	5.412	47	90	4.500
22	217	5.380	48	87	4.466
23	208	5.338	49	83	4.419
24	202	5.308	50	81	4.394
25	192	5.257			

FUENTE: Elaboración propia

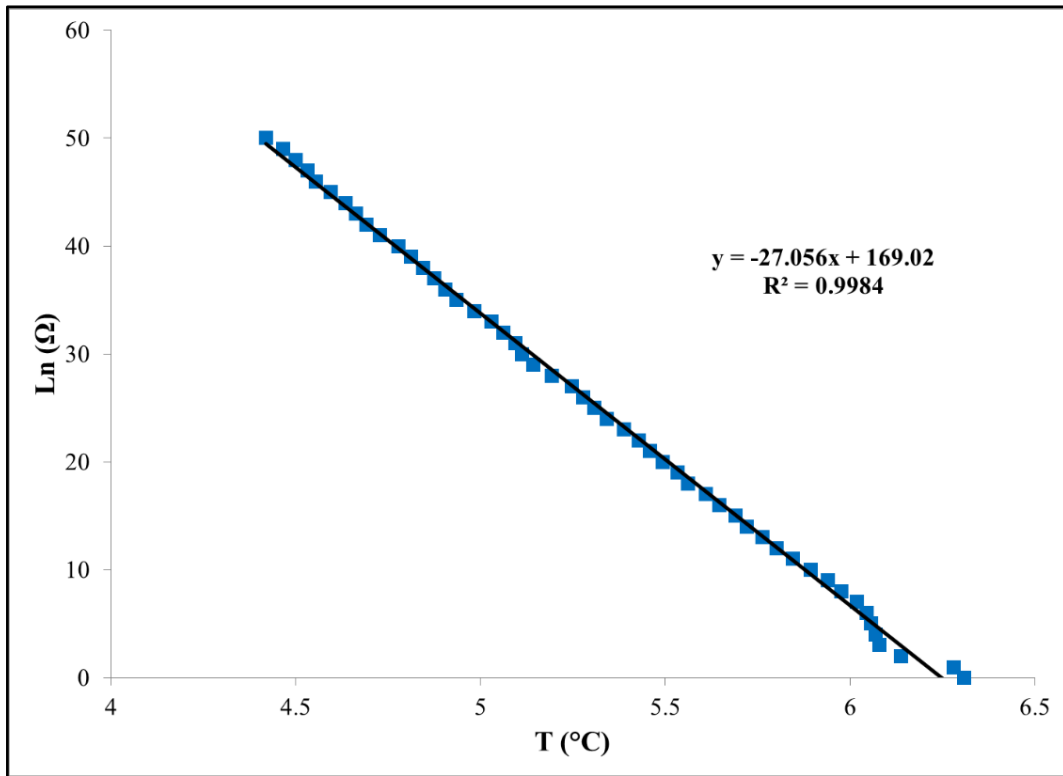


Figura 10: Determinación de ecuación para definir la temperatura del bulbo seco a partir de la resistencia eléctrica del termistor

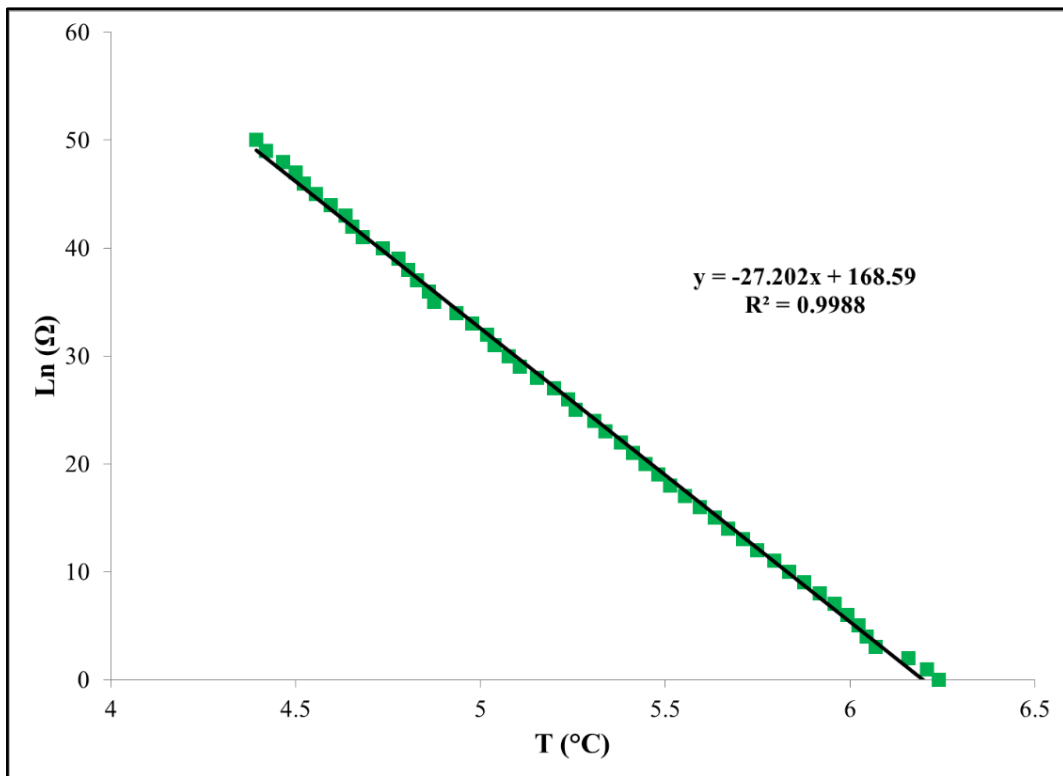


Figura 11: Determinación de ecuación para definir la temperatura del bulbo húmedo a partir de la resistencia eléctrica del termistor

e. Recopilación de datos meteorológicos de las Lomas de Villa María

Para obtener más información sobre el invierno en Lima, ocurrido durante el 2015, se consultó la información disponible a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, para la estación Villa María del Triunfo, de código 472A0766, estación meteorológica automática, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima.

Se escogió esta estación debido a la cercanía con la zona de estudio. No se ha considerado otra estación meteorológica, debido a la lejanía de otras estaciones con la zona de estudio, además que las condiciones meteorológicas de las Lomas de Villa María son diferentes a las zonas con estaciones meteorológicas más cercanas.

No obstante, SENAMHI reportó que no existen datos meteorológicos registrados en la estación Villa María para el 2015. Por ello, no se ha podido recopilar más información bibliográfica sobre las condiciones meteorológicas de la zona de estudio para el 2015.

Así también, se solicitó información de la calidad de aire en la misma estación meteorológica, para el año 2015. No obstante, en la información enviada no se reportan valores para los meses desde agosto hasta octubre, meses en los cuales se realizó el presente estudio, como se muestra en la Tabla 8.

f. Establecimiento de observaciones a realizar en la flora de las Lomas de Villa María

Como parte del diagnóstico ambiental inicial, se planificó evaluar el comportamiento de la niebla al ser interceptado por la flora. Para esto, se planificó realizar una identificación de especies vegetales y, por medio de observaciones, registrar las especies que mostraban captación de agua de niebla.

Tabla 8: Información de calidad de aire en la estación Villa María para el año 2015, proporcionada por la Oficina de Servicio al Cliente de SENAMHI

Fecha	PM10 µg/m ³	PM2.5 µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³
ene-15	108.6	19.6	31.2	243.5
feb-15	121.6	23.5	30.6	301.2
mar-15	174.4	26.0	27.8	311.4
abr-15	203.6	33.3	28.3	416.3
may-15				
jun-15				
jul-15				
ago-15				
sep-15				
oct-15				
nov-15	86.7	21.7		
dic-15	106.3	21.8		560.0

FUENTE: SENAMHI

- g. Determinación de parámetros de calidad de agua de niebla a analizar

Los parámetros planificados para evaluar la calidad del agua de niebla fueron el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y los sólidos totales disueltos en el agua de niebla, como parámetros *in-situ*.

De los parámetros analizados en el laboratorio, fueron considerados todos los parámetros señalados en la Tabla 9. El laboratorio encargado de realizar el análisis fue el laboratorio del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. En la Tabla 9 también se mencionan los métodos de medición para cada parámetro y sus respectivos límites de detección. Cabe mencionar que, entre los meses de agosto y setiembre, el laboratorio de INGEMMET optimizó los límites de detección para la mayoría de parámetros. Por ello, los análisis realizados en los meses de setiembre y octubre tienen menores límites de detección a lo presentados el mes de agosto.

Tabla 9: Métodos de medición y límites de detección para análisis de calidad de agua en el Laboratorio de INGEMMET, para el año 2015

Parámetro	Método de medición	Límite de Detección mes de agosto (mg/L)	Límite de Detección meses de setiembre y octubre (mg/L)	
CO ₃ ²⁻	Titrimétrico	1	1	
HCO ₃ ⁻		1	1	
F ⁻	Cromatografía Iónica	0.5	0.2	
Cl ⁻		0.5	0.2	
NO ₃ ⁻		1	0.5	
SO ₄ ²⁻		2	1	
NO ₂ ⁻		1	0.5	
Na		Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)	0.1	0.1
Mg	0.1		0.1	
K	0.2		0.2	
Ca	0.3		0.3	
Sr	0.02		0.0005	
Li	0.02		0.0004	
SiO ₂	0.5		0.5	
Fe	0.01		0.01	
S	0.5		0.3	
Ag	Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS)		0.005	0.0003
Al			0.02	0.005
As			0.01	0.001
B			0.05	0.05
Ba			0.003	0.0005
Be		0.001	0.0002	
Bi		0.005	0.0002	
Cd		0.001	0.0002	
Ce		0.03	0.0002	
Co		0.001	0.0002	
Cr		0.01	0.001	
Cu		0.002	0.0005	
La		0.005	0.0002	

FUENTE: Laboratorio de INGEMMET

Continuación

Parámetro	Método de medición	Límite de Detección mes de agosto (mg/L)	Límite de Detección meses de setiembre y octubre (mg/L)
Mn	Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS)	0.001	0.0002
Mo		0.005	0.0002
Ni		0.005	0.0007
Pb		0.005	0.0005
Sb		0.005	0.0008
Se		0.03	0.002
Sn		0.005	0.0005
Th		0.05	0.0002
Ti		0.005	0.0006
Tl		0.02	0.00005
U		0.05	0.00005
V		0.02	0.0005
W		0.05	0.0005
Y		0.02	0.0005
Zn		0.003	0.001

FUENTE: Laboratorio de INGEMMET

- h. Determinación de frecuencia de monitoreo y cantidad de análisis químicos de calidad de agua realizados

Para cumplir con la finalidad de analizar la calidad del agua de niebla, en el espacio y el tiempo durante el 2015, se realizó un muestreo a cada estación de monitoreo por cada mes que durara la estación húmeda, en las Lomas de Villa María, durante el 2015. Como se determinó antes, se establecieron siete estaciones de monitoreo.

Además, se realizó una toma de muestra como duplicado, y otra muestra como blanco de campo, para cada campaña mensual de evaluación de calidad de agua de niebla. Finalmente, en cada mes se realizó la toma de una muestra en el Mar Peruano, situándose en la playa Pescadores, en el distrito de Chorrillos. Esto se realizó para realizar en análisis de contribución de partículas marinas

al agua de niebla, como se explica posteriormente. Los datos de ubicación de esta estación se encuentran en la Tabla 10.

Tabla 10: Datos de ubicación de la estación de monitoreo en el Mar Peruano

Código de estación	Ubicación	UTM, WGS 84, Zona 18 Sur	
		Este	Norte
P10	Playa Pescadores	279131	8654341

FUENTE: Elaboración propia

- i. Determinación de número de muestras de agua de niebla tomadas por estación
La cantidad de muestras de agua de niebla, tomadas por estación de monitoreo al mes, fue determinada en base a los análisis requeridos. Esto se detalla a continuación:

- Análisis de cationes totales y elementos traza totales: Una botella de 500 ml.
- Análisis de aniones totales: Una botella de 500 ml.
- Análisis de cationes disueltos y elementos traza disueltos: Una botella de 500 ml.
- Análisis de aniones disueltos: Una botella de 500 ml.

En total, se tomaron cuatro botellas de 500 ml. de muestra de agua de niebla por cada estación de monitoreo al mes.

- j. Determinación de análisis químicos realizados a las muestras de suelo del ecosistema de Lomas de Villa María

Para realizar los posteriores análisis de contribución de partículas del suelo del ecosistema de lomas al agua de niebla, se planificó tomar una muestra de suelo del ecosistema de Lomas de Villa María, en el suelo circundante a cada estación de monitoreo, durante el mes siguiente al fin de la estación húmeda. Se planificó llevar una muestra de al menos dos kilos, por estación de

monitoreo, según los requerimientos del laboratorio de INGEMMET, donde se analizaron las muestras. Los elementos químicos cuantificados, métodos de medición y límites de detección del laboratorio se muestran en la Tabla 11.

k. Elaboración de documentos para el trabajo de campo

Para la realización del trabajo de campo, se elaboraron los siguientes documentos:

- Fichas de monitoreo de agua de niebla (Anexo 2).
- Fichas de diagnóstico ambiental (Anexo 3).
- Cadenas de custodia para monitoreo de agua (Anexo 4).
- Cadenas de custodia para monitoreo de suelo (Anexo 5).
- Etiquetas para botellas de monitoreo (Anexo 6).

l. Pre armado de captadores de niebla

Para facilitar el armado de los captadores de agua de niebla durante el trabajo de campo, se avanzó con el armado de cada captador de agua de niebla hasta el fijado de la malla en los soportes, de acuerdo al diseño del Colector Estándar de Niebla (SFC) (Schemenauer y Cereceda, 1994a).

m. Preparación de botellas para la toma de muestra de agua de niebla.

Antes de empezar cada campaña de campo, se realizaba el enjuague de las botellas de toma de muestra con agua desionizada, para limpiar el interior de las botellas de impurezas que puedan estar presentes. No obstante, para las botellas destinadas para la toma de muestras para análisis de cationes y elementos trazas, tanto totales como disueltos, se realizaba un lavado con ácido, para asegurar la remoción de contaminantes dentro de la botella, de acuerdo a lo señalado por Ficklin y Mosier (1999). Para el caso, se usaron 10 ml de ácido nítrico 1:1 por botella, las cuales, fueron lavadas posteriormente con agua desionizada, para luego ser secadas, tapadas y marcadas.

Tabla 11: Métodos de medición y límites de detección para análisis de calidad de suelos y sedimentos en el Laboratorio de INGEMMET, para el año 2015

Parámetro	Método de medición	Límite de Detección	Unidades
Ag	Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)	0.5	ppm
Al		0.01	%
As		5	ppm
Ba		5	ppm
Bi		10	ppm
Ca		0.01	%
Cd		1	ppm
Co		1	ppm
Cr		1	ppm
Cu		2	ppm
Fe		0.01	%
K		0.01	%
La		2	ppm
Li		2	ppm
Mg		0.01	%
Mn		0.01	%
Mo		2	ppm
Na		0.01	%
Ni		5	ppm
P		0.01	%
Pb		5	ppm
Sb		2	ppm
Si		0.01	%
Rb		2	ppm
Sr		2	ppm
Ti		0.01	%
Tl		5	ppm
V		10	ppm
W		5	ppm
Y		5	ppm
Zn		1	ppm
Zr		5	ppm

FUENTE: Laboratorio de INGEMMET

n. Ajuste del tiempo de ejecución del trabajo de campo

A diferencia de lo mencionado por Manrique et al. (2012), en el año 2015, la estación húmeda de lomas costeras no comenzó en mayo. Hubo un retraso en el inicio de la temporada de lomas costeras, de modo que la aparición de nieblas en el 2015 ocurrió a finales del mes de julio. Lamentablemente, como se mostró previamente, no se cuenta con datos meteorológicos para la estación Villa María, estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, para evidenciar esta anomalía.

No obstante, se sabe que durante el 2015 hubo una constante alerta sobre la presencia de la fase cálida del ENSO, o más conocida como el fenómeno «El Niño». Por ello, se observa en la Figura 12, un análisis del Índice de Oscilación Sur (IOS) desde enero del 2013, hasta octubre del 2015 (Bureau of Meteorology, 2015, citado por SENAMHI, 2015). Del presente gráfico, se menciona que, entre el 18 de setiembre y el 11 de octubre, el valor del IOS tiene un promedio de -21.7, valor que se encuentra por debajo del rango de valores normales, el cual oscila entre ± 7 , según la clasificación del Bureau of Meteorology, de modo que se presentan comportamientos similares al presentado durante eventos «El Niño» (SENAMHI, 2015).

Además de esto, se observa en la Figura 12, que estos valores negativos del IOS comienzan a mantenerse constantemente por debajo del valor de -13 a partir de mediados de julio del 2015, fecha que, aproximadamente coincide con el inicio de la estación húmeda de Lomas de Villa María. Con esto, se evidencia que el inicio de la fase cálida del ENSO influye en la aparición de la niebla en la zona de estudio.

Por otro lado, se observa que los valores de IOS anteriores, entre marzo del 2014 y julio del 2015, presentan valores, por lo general, por encima de -10, mostrándose algunos casos eventuales de valores de hasta casi -15, salvo entre mayo y junio del 2015, donde se muestran valores de hasta casi -20. Así, se nota claramente la diferencia en el comportamiento del ENSO, antes y después de mediados de julio del 2015, y esta vendría a ser la razón del retraso del invierno en Lomas de Villa en el año 2015.

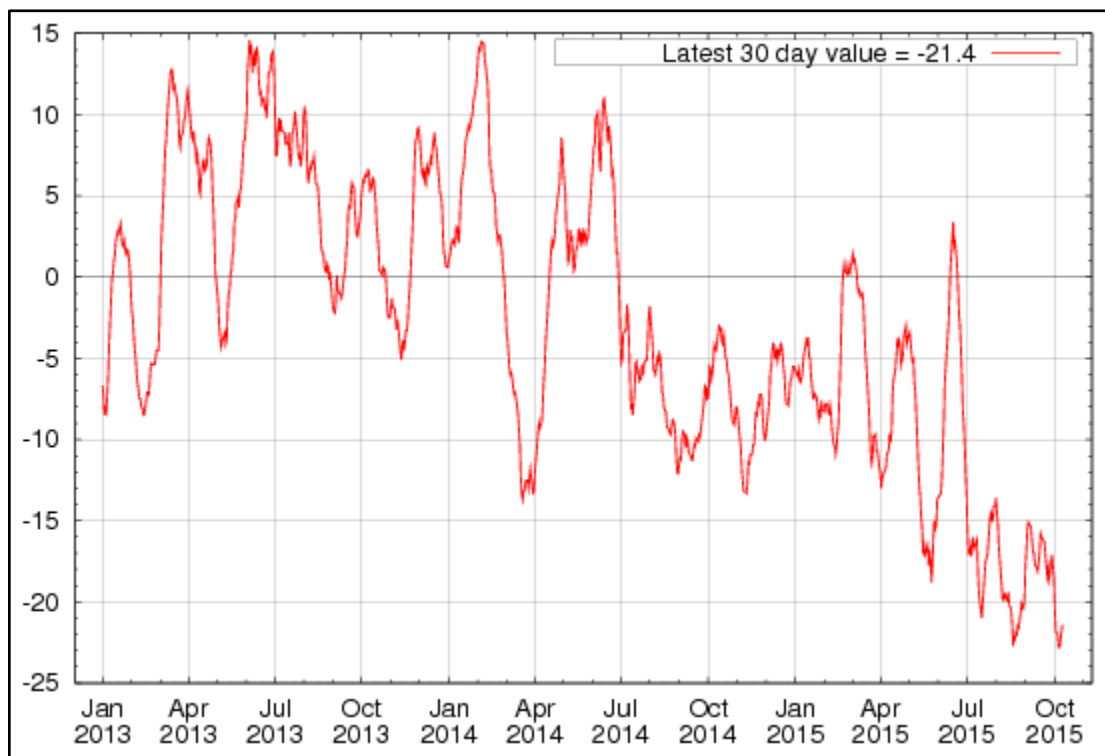


Figura 12: Índice de Oscilación Sur (IOS) 2013 – 2015
FUENTE: Bureau of Meteorology, 2015, citado por SENAMHI, 2015

3.3.2. Trabajo de campo

a. Medición de variables meteorológicas

En cada visita a las estaciones de monitoreo, se realizaban las mediciones o estimaciones de las variables meteorológicas, según la Tabla 12. Debido a la falta de equipos factibles de ser transportados por toda el área de estudio, así como la dificultad de dejar equipos registradores en zonas sin la seguridad requerida para evitar hurtos, muchos de estos parámetros han sido determinados por medio de observaciones puntuales. Así también, para estimar la dirección del viento, y ante la falta de veletas, se evaluó si el viento seguía la dirección de la pendiente, o tomando su dirección con algún elemento de referencia, como las viviendas de invasiones, los cuales sean visibles desde Google Earth®, y a partir de ahí, estimar las direcciones del viento. Finalmente, se utilizó el psicrómetro manual elaborado para realizar la medición de temperatura de los bulbos seco y húmedo.

Tabla 12: Métodos de medición y estimación de variables meteorológicas en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015

Parámetros meteorológicos	Método de medición / estimación	Unidades
Presencia de niebla	Observación	Sin niebla / Neblina / Niebla
Precipitación	Observación	Nula / Llovizna / Lluvia
Intensidad de luz solar	Observación	Nula / Baja / Moderada / Alta / Muy alta
Dirección del viento	Observación / Google Earth	Grados sexagesimales
Velocidad del viento	Observación	Muy baja / Baja / Moderada / Alta / Muy alta
Temperatura del bulbo seco	Psicrómetro manual	Ohm
Temperatura del bulbo húmedo	Psicrómetro manual	Ohm

FUENTE: Elaboración propia

b. Observaciones de la flora en las estaciones de monitoreo

Se realizó la identificación de especies vegetales en el área cercana a cada estación de monitoreo, utilizándose la «Guía de Flora de las Lomas Costeras de Lima» (MINAG, 2013). Además, se observó si cada planta presentaba captación de agua de niebla. Finalmente, se observó en la zona si la cobertura vegetal cubría totalmente la zona alrededor de cada estación de monitoreo, o si la cobertura vegetal no era total.

c. Reporte de problemas ambientales en la zona de estudio y alrededores

Como parte del diagnóstico ambiental inicial en las Lomas de Villa María, se realizó la descripción cualitativa en cada zona recorrida, dentro y en los alrededores del ecosistema de Lomas de Villa María, respecto a los siguientes problemas ambientales:

- Ruido
- Mala disposición y quema de residuos sólidos dentro de la zona de estudio
- Presencia trochas o suelo con remoción de cobertura orgánica para invasiones
- Presencia de olores
- Presencia de emisiones atmosféricas

d. Instalación de atrapanieblas en el campo

De la preparación a la etapa de campo, se obtuvo la malla del atrapanieblas fijada parcialmente a los soportes, las estacas perfiladas y con una perforación en la parte superior, así como las canaletas unidas a los codos y estos, a las reducciones de tubería, y finalmente, las mangueras con el ancho de uno de los extremos ampliado y los contenedores preparados. En el campo, se completó la instalación de cada atrapanieblas, de acuerdo al diseño del Colector Estándar de Niebla (SFC) (Schemenauer y Cereceda, 1994a). En la Figura 13, Figura 14 y Figura 15 se evidencia la instalación de los atrapanieblas en la presente investigación.

Durante el trabajo de campo existieron tres problemas para el registro de datos precisos en rendimiento de captación de agua.

- En primer lugar, la separación de cada estación de monitoreo y el tiempo para llegar a estas estaciones impedía que se tuviera un control diario del nivel de agua captada en el recipiente de captación; de modo que, en más de una ocasión, se encontraba el recipiente completamente lleno de agua, sin poder registrarse el momento en el cual se llenó el recipiente.



Figura 13: Atrapanieblas pre armado y colocado en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María



Figura 14: Herramientas utilizadas para el armado de atrapanieblas en las Lomas de Villa María



Figura 15: Atrapanieblas armado en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María

- En segundo lugar, los contenedores (cuyos volúmenes eran de 4 L cada uno) en el mes de agosto, no eran lo suficientemente grandes para almacenar el agua captada en el mes de agosto; de modo que, en muchas ocasiones, se encontraban los recipientes completamente llenos. Por lo cual, para los siguientes meses, se utilizaron contenedores de mayor capacidad.
 - Finalmente, en las estaciones de monitoreo P4 y P5, hubo robos de los contenedores de agua de niebla durante el tiempo de evaluación, obligando a reponer los contenedores hurtados y a cambiar algunas fechas en el recojo de muestras.
- e. Toma de muestras de agua de niebla

Para realizar la toma de muestra de agua de niebla, se siguieron los siguientes pasos:

- Primero, se revisó el atrapanieblas para observar si se presentaba algún problema en el captador, como el desajuste de las estacas.
- Luego, se desechó el agua de niebla captada hasta el momento. Esta agua se desechó debido a que esta primera agua captada, luego de la instalación y limpieza del captador, sirvió como agua de enjuague del atrapanieblas.
- Luego, se tomó la hora y el día de la nueva puesta del recipiente. Desde este tiempo se acumuló el agua de niebla que fue considerada como muestra.
- Posterior a esto, se realizaron los registros de variables meteorológicas, observaciones de la flora de la zona y de problemas ambientales.
- Luego de esto, se dejó que el atrapanieblas acumulara agua. Este procedimiento podía demorar desde un día hasta una semana. Por lo cual, se volvía a la estación y se continuaba con la toma de muestra una vez se alcanzará el volumen mínimo de agua de niebla captada para comenzar con el recojo de la muestra. Considerando un volumen adicional para enjuagues y en caso haya pérdida de muestra durante el transvase, se consideró un volumen mínimo de muestra de tres litros y medio.
- Una vez alcanzando los 3.5 litros, se procedió a hacer los registros de variables meteorológicas, observaciones de la flora de la zona y de problemas ambientales, correspondientes al día del recojo de muestra. En

la Figura 16, se muestra una fotografía con la preparación del material, para la posterior toma de muestra.



Figura 16: Preparación para la toma de muestra de agua de niebla en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio

- Luego de esto, se anotó la hora de retiro del contenedor de agua de niebla, y, luego de retirarlo, se agitó el contenedor, se llenó la probeta con 50 ml del agua captada y se enjuagó la probeta con esta agua. Este proceso se repite tres veces, de modo que se registran 150 ml de agua captada hasta el momento.
- Luego, se midieron otros 100 ml del agua captada y se vertió un poco de esta sobre un vaso precipitado para su enjuague, como se muestra en la Figura 17. Luego se vertió el resto del agua de la probeta sobre el vaso precipitado y se procedió a la medición del pH y temperatura del agua captada de la niebla.
- Luego, se repite el anterior proceso, utilizando 100 ml para la medición de la conductividad eléctrica del agua captada de la niebla. La medición de la conductividad eléctrica del agua captada de la niebla se muestra en la Figura 18.



Figura 17: Medición del agua de niebla en probeta, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio

- Por problemas del equipo multiparámetro en el mes de agosto, el parámetro de sólidos totales disueltos solo fue medido en los meses de setiembre y octubre, utilizándose la misma agua utilizada para medir la conductividad eléctrica. Cabe mencionar que antes de cada registro, el multiparámetro fue calibrado en campo. Hasta el momento, se registran 350 ml. de agua de niebla captada.
- Posterior a esto, se continuó con la toma de muestra de cationes totales y elementos trazas totales en el agua de niebla. Para esto, se agitó el contenedor de agua de niebla y se enjuagó tres veces la botella de muestra con 50 ml de agua captada de niebla, medida en la probeta; de modo que, en total, se usaron 150 ml de agua de niebla para enjuagar esta botella.
- Posteriormente, se llenó la botella con agua de niebla, como se muestra en la Figura 19, y se procedió a aplicar 20 gotas de ácido nítrico en concentración 1:1 para preservar la muestra. Finalmente, se colocó la muestra en el contenedor de muestras con los *gel packs* para su refrigeración.



Figura 18: Medición de la conductividad eléctrica de agua de niebla en probeta, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio



Figura 19: Llenado de botella de muestra con agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio

- El procedimiento anterior se repite para la toma de muestra de aniones totales en el agua de niebla; no obstante, se omite agregar ácido a la muestra. Hasta el momento, se registran 650 ml. de agua de niebla captada en enjuague más 1 L. en las botellas de muestreo.
- Para la toma de muestra de cationes disueltos y elementos trazas disueltos en el agua de niebla, se repite el proceso usado en la toma de muestra de cationes totales y elementos trazas totales; no obstante, la diferencia fue utilizar agua captada de la niebla, filtrada manualmente por medio de filtros de jeringa, tanto para el enjuague de la botella, como para llenar la botella con la muestra a analizar, como se muestra en la Figura 20. Además, con 25 ml, adicionales se enjuagó la jeringa y el filtro antes de verter el agua para el enjuague de la botella. Finalmente, se colocó la muestra en el contenedor de muestras con los *gel packs* para su refrigeración.



Figura 20: Filtrado de agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en la zona de estudio

- Para la toma de muestra de aniones disueltos en el agua de niebla, se repite el proceso usado en la toma de muestra de aniones totales; no obstante, la diferencia fue utilizar agua captada de la niebla, filtrada manualmente por medio de filtros de jeringa, tanto para el enjuague de la botella, como para llenar la botella con la muestra a analizar. Además, con 25 ml, adicionales se enjuagó la jeringa y el filtro antes de verter el agua para el enjuague de la botella. Finalmente, se colocó la muestra en el contenedor de muestras con los *gel packs* para su refrigeración. Hasta el momento, se registran 1L de agua de niebla captada en enjuague más 2 L en las botellas de muestreo.
- Con todo lo anterior, se justifica el uso mínimo de 3 L de agua de niebla captada.
- Con la probeta, se mide el resto de agua captada y se le suma el volumen de agua ya registrado para obtener la captación total de agua de niebla.
- Por motivos de transportar las muestras a un refrigerador lo más pronto posible, no se retiró el atrapanieblas luego del monitoreo, sino que se dejó instalado hasta una siguiente visita a la estación de monitoreo, con el fin único de retirar o conservar el atrapanieblas.
- En cada campaña mensual se realizó un blanco de campo y un duplicado.
- Al fin de cada día de monitoreo, las muestras fueron puestas en refrigeración, y al cabo de la campaña de campo por mes, estas muestras fueron llevadas al laboratorio de INGEMMET para su análisis.

f. Toma de muestras de agua de mar

Para realizar la toma de muestras de agua de mar, se llegó hasta la playa Pescadores, en el distrito de Chorrillos, para tomar la muestra de mar cerca al muelle. Se tomaron muestras de aniones, así como de cationes y elementos trazas, tanto totales como disueltos, siguiendo las mismas consideraciones que en la toma de muestra de agua de niebla. Se tomó una muestra de agua de mar por mes, y al cabo de cada campaña de campo mensual, estas muestras fueron llevadas, junto con las muestras de agua de niebla, al laboratorio de INGEMMET para su análisis.

g. Toma de muestras de suelo de Lomas de Villa María

Para realizar los posteriores análisis de contribución de partículas del suelo, del ecosistema de lomas al agua de niebla, se tomaron siete muestras compuestas del suelo dentro de la zona de estudio, una en cada estación de monitoreo de agua de niebla. La toma de muestra se realizó en el mes de noviembre, en una única toma de muestra durante toda la campaña de campo.

Se realizó un muestreo aleatorio, en un radio de 25 m, tomando como centro a la estación de monitoreo. Para asegurar una cantidad de muestra aceptable para el laboratorio de INGEMMET, el peso de cada muestra varió entre 3 kg y 3.5 kg. Para esto, en cada toma de muestra aleatoria se tomaron muestra de los tres primeros centímetros de la capa superior del suelo. Este grosor de suelo fue de similar longitud al usado en los estudios de emisión de partículas del suelo a la atmósfera por Feng et al. (2011) y Yuwono et al. (2014).

Las muestras de suelo fueron colectadas en una bolsa *ziploc*. Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio de INGEMMET. Como preparación de muestra en el laboratorio, se realizó un tamizado con malla 10 (2 mm) y una digestión multiácida con la muestra pasante, para luego realizar el análisis de elementos químicos totales.

h. Retiro y guardado de atrapanieblas

Dependiendo de la situación en el momento del término del trabajo de campo en cada mes, para asegurar que los atrapanieblas se encuentren operativos para el siguiente mes, se tomaba una de las siguientes opciones:

- Desinstalarlo y guardarlo en las comunidades cercanas con quienes se había contactado previamente.
- Cuando el tiempo no era suficiente para desinstalar el atrapanieblas, se le dejaba instalado, cubierto con plástico para evitar que se contamine entre meses.
- En todos los casos, se retiraron los contenedores para evitar su hurto, así como las mangueras, puesto que presentaban gran facilidad de

contaminarse, y mayor dificultad para limpiarse; de modo que, al siguiente mes, se colocaba una manguera nueva.

3.3.3. Trabajo de gabinete

- a. Cálculo de variables meteorológicas a partir de datos meteorológicos de campo

Con los datos meteorológicos de campo obtenidos, se realizó el cálculo de diferentes variables meteorológicas que ayudaron a evaluar el comportamiento de la niebla en las Lomas de Villa María. En la Tabla 13, se mencionan estas variables, recopiladas de Calle y Unsihuay (2012).

- b. Análisis del uso del suelo en Lomas de Villa María

En base a las observaciones de campo, y a las imágenes satelitales LANDSAT visibles en la plataforma del programa Google Earth Pro®, actualizadas al año 2016, se ubicaron las zonas dentro de las Lomas de Villa María donde el suelo era usado para tránsito vehicular, para instalación de viviendas, para actividad porcícola y para uso ecosistémico.

Tabla 13: Métodos de medición y estimación de variables meteorológicas en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015

Variables meteorológicas	Unidades
Temperatura del bulbo seco	°C
Temperatura del bulbo húmedo	°C
Temperatura de rocío	°C
Presión atmosférica estimada a la altura de evaluación	hPa
Presión de saturación a la temperatura del bulbo húmedo	hPa
Presión de saturación a la temperatura del bulbo seco	hPa
Presión parcial del vapor de agua	hPa
Humedad relativa	°C
Humedad específica	%
Relación de mezcla	g/kg
Densidad del vapor de agua	g/kg
Densidad del aire atmosférico	g/m ³
Concentración de agua en el aire atmosférico	g/m ³

FUENTE: Elaboración propia

c. Análisis de Cocientes de Riesgo en el agua de niebla

Se definió el cociente de riesgo (*Hazard Quotient* en inglés), según la U.S. EPA (1989), como el ratio del nivel de exposición de una sustancia definida en un periodo de tiempo específico, entre un nivel de exposición referencial para la misma sustancia en un periodo de tiempo similar.

No obstante, se hizo una modificación de este cociente, de modo que se compare el nivel de concentración de alguna especie química en el agua de niebla, con un nivel referencial de concentración de la misma especie química en el agua de niebla. De modo que, adaptando el *Hazard Quotient* para la evaluación de la calidad del agua de niebla, se obtiene que:

$$HQ_X = \frac{[X]_{niebla}}{[X]_{ECA_{agua}}}$$

En esta ecuación, «HQ_x» es el coeficiente de riesgo de contaminación del agua de niebla por el elemento o compuesto químico «X», mientras que $[X]_{niebla}$ es la concentración del elemento o compuesto químico «X» en el agua de niebla, y finalmente, $[X]_{ECA_{agua}}$ es el valor de la concentración del elemento o compuesto químico «X» que figura, para el caso de Perú, en el DS 015-2015-MINAM, en la categoría correspondiente según los objetivos del estudio

De este modo, si el valor de HQ es mayor a la unidad, indica que el agua de niebla evaluada no es apta para el uso señalado en la normativa. Caso contrario, si el valor de HQ es menor a la unidad, se indica que el agua de niebla evaluada es apta para el uso señalado en la normativa. Y en caso el estudio a aplicar este cociente requiera comparar con más de una categoría de la misma normativa, existirá un valor de HQ para cada estándar utilizado.

A modo de ejemplo, si la concentración de zinc en una muestra de agua de niebla alcanzara los 12 mg/L y se desee comparar con los estándares establecidos en el DS 015-2015-MINAM, para la categoría 3, para las subcategorías de riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2), cuyos

niveles de concentración son de 2 mg/L y 24 mg/L de zinc respectivamente, se tendrían dos valores de riesgo de contaminación del agua de niebla por zinc (HQ_{Zn}), uno para la subcategoría D1 y otro para la subcategoría D2.

Así, el valor de HQ_{Zn} , comparado con la subcategoría de riego de vegetales (D1), es:

$$HQ_{Zn} = \frac{[Zn]_{niebla}}{[Zn]_{ECA_{Cat.3 D1}}} = \frac{12 \text{ mg/L}}{2 \text{ mg/L}} = 6$$

Mientras que, el valor de HQ_{Zn} , comparado con la subcategoría de bebida de animales (D2), es:

$$HQ_{Zn} = \frac{[Zn]_{niebla}}{[Zn]_{ECA_{Cat.3 D2}}} = \frac{12 \text{ mg/L}}{24 \text{ mg/L}} = 0.5$$

En el anterior ejemplo se muestra como, a pesar de tratarse de una misma muestra de agua de niebla, se tiene dos valores distintos de HQ_{Zn} , uno mayor a la unidad y otro menor a la unidad. De este modo, se observa que, para el valor de HQ_{Zn} , comparado con la subcategoría de riego de vegetales (D1), supera la unidad; de modo que el agua de niebla evaluada no es apta para el riego de vegetales. No obstante, comparándose con la subcategoría de bebida de animales (D2), no se supera la unidad; de modo que el agua de niebla evaluada es apta para la bebida de animales.

La representación de los parámetros de calidad del agua por medio del HQ puede facilitar la posterior interpretación de los resultados del monitoreo realizado, al poder estandarizar a todos los elementos y compuestos evaluados en el monitoreo, determinándose contaminación por estos en caso el HQ supere la unidad.

Por lo anterior, en el presente estudio se utilizaron los valores de HQ del agua de niebla, comparados con los estándares del DS 015-2015-MINAM, para las categorías 1, subcategoría A1 y categoría 3, subcategorías D1 y D2, para la elaboración de mapas y tablas, con el fin de interpretar los resultados del monitoreo.

d. Análisis de Balance Iónico

Se ingresaron los resultados de calidad de agua de niebla obtenidos al programa PHREEQC (Parkhurst y Appelo, 2013), para obtener el Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) (Blaś et al. 2010), calculándose por medio del programa. Las concentraciones de elementos y compuestos químicos disueltos del agua de niebla fueron los datos de entrada del programa. Se trabajó con las concentraciones disueltas y no con las totales. Se consideró un potencial de óxido reducción (pe) de 4, debido a que el agua atmosférica se encuentra en un medio oxidante, por la constante interacción con el oxígeno atmosférico.

e. Análisis de muestras de blancos y duplicados

Se realizaron los análisis de un blanco de campo y un duplicado por cada uno de los tres meses de análisis de agua de niebla.

Para evaluar la fidelidad de los resultados del monitoreo, se utilizó el análisis de Diferencia Relativa Porcentual (DRP), para cada elemento o compuesto químico evaluado de la estación de monitoreo y su duplicado.

Para calcular la Diferencia Relativa Porcentual, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{DRP (\%)} = 100 \times \frac{|S1 - S2|}{|S1 - S2|/2}$$

Donde «S1» y «S2» son las concentraciones del componente químico del agua de niebla evaluada, tanto para su valor obtenido en la muestra, como su duplicado, respectivamente.

Cuando la DPR resultaba menor o igual al 20 por ciento, se consideraba que los resultados del monitoreo para estas variables eran aceptables; mientras que, si se excedía del 20 por ciento, las concentraciones obtenidas fueron consideradas como estimadas. No obstante, el análisis de DPR no fue

considerado significativo si las concentraciones evaluadas no superan al valor de cinco veces la concentración del límite de detección del método.

f. Análisis de variación espacial de la calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María

Para analizar la variación espacial de la calidad del agua de niebla, se plasmaron los resultados de calidad de agua de niebla, en mapas de concentración de componentes químicos en el agua de niebla. Especialmente se analizaron aquellos elementos y compuestos químicos que excedían los parámetros establecidos en el DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1, y para la categoría 3, para las subcategorías D1 y D2. Luego, se analizó la existencia de tendencias de aumento o disminución de concentraciones en el agua de niebla.

g. Análisis del pAi en el agua de niebla

Con los resultados del monitoreo del agua de niebla, se calcularon los valores de pAi (Hara et al., 1995). Luego, para relacionar la química del agua de niebla con los valores obtenidos del pAi, se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de variación espacial del pAi del agua de niebla, para observar si existen tendencias de variación espacial en la zona de estudio.
- Gráficos de dispersión de pH vs. pAi, propuesto por Hara et al. (1995), para comparar la interacción de agentes acidificantes y neutralizadores en el agua de niebla.
- Gráficos de dispersión de pH vs. H/Ai, propuesto por Hara et al. (1995), donde «Ai» representa la concentración de agentes acidificantes y se calcula como el antilogaritmo del valor negativo del pAi. Este análisis se realizó para comparar, en predominancia, la concentración total de hidrogeniones y la concentración de agentes acidificantes, según varía el pH del agua de niebla.

h. Análisis de Factores de Enriquecimiento

Se analizaron los Factores de Enriquecimiento (Okay et al., 2008), para el agua de niebla.

Para los factores de enriquecimiento marino, se utilizó como elemento de referencia al sodio en el agua de mar, como indica Vásquez et al. (2012). No obstante, no se tomó al calcio como elemento de referencia para calcular los factores de enriquecimiento del suelo, debido a que se consideró a la fábrica de cemento de la compañía UNACEM como una posible fuente de contaminación. Y como el calcio puede ser emitido desde la fábrica, ya no se cumple la condición de que el calcio solo pueda provenir del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María.

Para encontrar un elemento de referencia para evaluar la procedencia de componentes químicos desde el suelo del ecosistema de lomas al agua de niebla, se realizó un análisis de correlaciones entre las concentraciones en la niebla y en el suelo superficial de cada elemento químico. De esta manera, aquel elemento que presente una alta correlación positiva entre sus concentraciones en el suelo y en la niebla, podría ser un elemento de referencia del suelo. En la Tabla 14, se presentan los coeficientes de correlación entre las concentraciones de cada elemento, en la niebla y en el suelo.

Se observa que, los elementos que presentan altas correlaciones en los tres meses, son el calcio y el estroncio. No obstante, el calcio es descartado como elemento de referencia del suelo debido a que, posiblemente, es emitido también por la fábrica de cemento de la compañía UNACEM. Además, el estroncio, como se verá en el análisis de correlaciones estadísticas entre componentes químicos del agua de niebla, tiene una alta correlación con el calcio, de modo que, tampoco podría ser considerado como elemento de referencia. Además, en el ambiente, es posible encontrar al estroncio, tanto en el suelo, como en el agua y en el aire, moviéndose fácilmente en el ambiente por su solubilidad en el agua (Lenntech, 1998a?); por lo cual, tampoco califica como elemento de referencia del suelo.

Tabla 14: Coeficientes de correlación entre las concentraciones de cada elemento, en la niebla y en el suelo, en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015

Elemento	Coeficiente de correlación entre concentraciones en el agua de niebla y en el suelo		
	Agosto	Setiembre	Octubre
Na T	-0.71	-0.41	-0.62
Mg T	-0.66	-0.59	-0.67
K T	-0.37	-0.45	-0.74
Ca T	0.81	0.65	0.85
Sr T	0.78	0.73	0.70
Li T	-----	0.13	-0.51
SiO ₂ T	-0.65	-0.73	-0.78
Al T	0.37	0.56	0.19
As T	0.25	0.81	0.18
Ba T	-0.29	0.13	-0.07
Cd T	-----	-0.45	-0.04
Co T	0.15	-0.09	0.15
Cr T	0.23	0.61	0.40
Cu T	-0.17	0.04	-0.05
Fe T	0.44	0.54	0.47
La T	-----	0.00	-0.56
Mn T	0.50	0.35	0.37
Mo T	-0.17	0.13	-0.34
Ni T	-0.26	0.64	0.49
Pb T	-0.32	0.27	-0.15
Sb T	0.59	0.69	-0.58
Ti T	0.13	0.64	0.66
V T	-0.59	-0.69	-0.78
Y T	-----	-----	0.83
Zn T	0.36	0.57	0.47

FUENTE: Elaboración propia

Observando más coeficientes de la Tabla 14, se observa que el titanio tiene coeficientes de correlación positivos mayores a 0.6 en los meses de setiembre y octubre, aunque en el mes de agosto no se presente un alto coeficiente de correlación positivo. Por otro lado, a diferencia del estroncio, el titanio está mayormente en las rocas ígneas y en los sedimentos provenientes de estos (Lenntech, 1998b?). De esto, se intuye que el titanio presente en la niebla

proveniría del suelo, y esto se refuerza con las altas concentraciones de titanio en el suelo de las Lomas de Villa María, como se muestra en el Anexo 12.

Por esta razón, se escogió al titanio como elemento de referencia del suelo del ecosistema de lomas en el agua de niebla, y con este elemento de referencia, se calcularon los factores de enriquecimiento del suelo.

- o. Análisis de contribución de componentes químicos por fuentes de emisión
Para realizar el análisis de contribución de componentes químicos, por fuente de origen, se consideraron tres fuentes principales: fuentes marinas, el suelo de las Lomas de Villa María y fuentes antrópicas.

Primero, se realizó el cálculo de las sales marinas («X_{ss}») de los elementos y compuestos químicos analizados en el agua de niebla, utilizándose al sodio como elemento de referencia para fuentes marinas; para lo cual, se empleó la siguiente fórmula (Watanabe et al., 2010):

$$X_{ss} = \left(\frac{X}{Na^+} \right)_{\text{agua de mar}} \times Na^+_{\text{niebla}}$$

En la ecuación anterior, «X» representa el elemento o compuesto analizado en el agua de niebla, mientras que el ratio $\left(\frac{X}{Na^+} \right)_{\text{agua de mar}}$ es el cociente de la división de las concentraciones de «X» y el sodio en el agua de mar, utilizándose los resultados del monitoreo del agua de niebla y del agua de mar. «Na⁺_{niebla}» representa la concentración de sodio en el agua de niebla.

Haciéndose una analogía con el cálculo de las sales marinas (*sea salt*) para los contaminantes a analizar («X_{ss}»), se calculó una variable que represente la concentración de los contaminantes presentes en el agua de niebla, que sean provenientes del suelo (*soil particle*), a la cual se denominó «X_{sp}». Se utilizó al titanio como elemento de referencia para el suelo de las Lomas de Villa María. De modo similar al caso de la influencia marina, «X_{sp}» se calcula de la siguiente manera:

$$X_{sp} = \left(\frac{X}{Ti} \right)_{\text{suelo}} \times Ti_{\text{niebla}}$$

En la ecuación anterior, «X» representa el elemento o compuesto analizado en el agua de niebla, mientras que el ratio $\left(\frac{X}{Ti}\right)_{\text{suelo}}$ es el cociente de la división de las concentraciones de «X» y el titanio en el suelo de las Lomas de Villa María, utilizándose los resultados del monitoreo del agua de niebla y del suelo superficial. «Ti_{niebla}» representa la concentración de titanio en el agua de niebla.

Adicionalmente, se obtuvieron los valores de los contaminantes del agua de niebla, que no fueron emitidos desde mar, ni del suelo. Este valor señaló la contribución de contaminantes por parte de posibles fuentes de origen antrópico, como la quema de basura por parte de los pobladores cercanos a las lomas, la contaminación atmosférica de Lima Metropolitana o las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM. Este valor se representó como «X_{int}», que representa al valor introducido posiblemente por fuentes antrópicas. Considerando al Na⁺ como elemento de referencia de las emisiones provenientes del mar, así como al Ti para el suelo, se calcula «X_{int}» por la siguiente expresión:

$$X_{\text{int}} = X - X_{\text{ss}} - X_{\text{sp}}$$

O, de otro modo:

$$X_{\text{int}} = X - \left[\left(\frac{X}{Na^+} \right)_{\text{agua de mar}} \times Na^+_{\text{niebla}} \right] - \left[\left(\frac{X}{Ti} \right)_{\text{suelo}} \times Ti_{\text{niebla}} \right]$$

En la expresión anterior, «X» es el contaminante a analizar en su concentración total, el cual fue obtenido del muestreo de agua de niebla, mientras que Na⁺ y Ti provienen de los valores obtenidos de agua de niebla. Las expresiones $\left(\frac{X}{Na^+}\right)_{\text{agua de mar}}$ y $\left(\frac{X}{Ti}\right)_{\text{suelo}}$ son los respectivos elementos y/o compuestos químicos provenientes del mar o del suelo.

Calculados los componentes químicos del agua de niebla, en sus fracciones provenientes del mar, del suelo del ecosistema de lomas y de fuentes antrópicas, se determinaron a las fuentes predominantes en cada caso, y se

graficaron en mapas las distribuciones de las proporciones influenciadas por estas fuentes.

p. Determinación de trayectorias de masas de aire que llegan a las Lomas de Villa María

Se usó el modelo HYSPLIT (Draxler y Hess, 1998) para determinar las trayectorias de las masas de aire que influenciaron en las estaciones de monitoreo de agua de niebla. Con este programa, se utilizó la base de datos del *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), a partir del *Air Resource Laboratory*.

Para ello, se utilizaron como datos de entrada, las coordenadas geográficas de las Lomas de Villa María, así como la fecha y hora de la puesta y del retiro de cada muestra para el monitoreo de calidad de agua de niebla.

Además de lo anterior, se trabajó con la opción de modelamiento de trayectorias de masas de aire del programa (*HYSPLIT Trajectory Model*), utilizándose las trayectorias registradas (*archive trajectories*) por la NOAA. Se utilizó la opción de trayectoria en cuadrícula (*Trajectory Matrix*), y la base de datos GDAS, con resolución de 0.5°.

El tipo de trayectorias a analizar fueron las retrotrayectorias o trayectorias hacia atrás (*Backward Trajectory*), considerando un tiempo de llegada (*total run time*) de 24 horas; de modo que se analizaron las trayectorias de masas de aire que llegaban al área de Lomas de Villa María en una fecha programada, mostrándose su trayectoria de recorrido desde 24 horas antes que llegaran a las Lomas de Villa María. Además, se indicó que el movimiento vertical de las masas de aire fuera por un modelo de velocidad vertical (*Model vertical velocity*), el cual es predeterminado por el programa. Finalmente, se indicó que las masas de aire tenían que llegar al nivel de un metro por encima del nivel del suelo de la zona (un metro AGL o un metro por encima del nivel del suelo), puesto que, a un metro de la superficie se encontraba la base de la malla de cada atrapanieblas.

Para observar las trayectorias, se exportaron los resultados de cada modelamiento a formato kmz., para luego transformarse a formato shp. A pesar de existir una opción para exportar el modelo en el programa, directamente a formato shp., no se utilizó esta opción, debido a que la exportación por este medio no graficaba la trayectoria de masa de aire.

Debido a que el programa arroja las trayectorias de masas de aire por cada hora, se realizaron tantos modelamientos como horas transcurrieron desde la hora de puesta de cada muestra de agua de niebla, hasta su retiro del atrapanieblas para el análisis en el laboratorio. Posteriormente, se analizan los patrones de trayectorias que siguen las masas de aire para llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, para luego agruparlas y analizar las frecuencias de cada trayectoria de masas de aire.

q. Análisis de variación temporal de la calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María

Se analizó la variación temporal de la calidad del agua de niebla, por medio de series de tiempo, desde el inicio hasta el fin de cada monitoreo del agua de niebla. Para el caso del pH y de la conductividad eléctrica, se realizó un gráfico para cada parámetro, donde se muestra la variación en las siete estaciones de monitoreo. Para el resto de elementos y compuestos de agua de niebla, se realizó un gráfico por cada estación, donde se muestra la variación de las concentraciones total (X-T), disuelta (X-D), proveniente de fuentes marinas (X_{ss}), proveniente del suelo del ecosistema de lomas (X_{sp}), e introducido por fuentes antrópicas (X_{int}).

Debido a la corta duración de la estación húmeda en las Lomas de Villa María en el año 2015, se realizaron tres fechas de monitoreos, una por cada mes, para realizar la variación temporal del agua de niebla. No obstante, un caso similar se dio en el estudio de Hainly y Ritter (1986), donde uno de sus propósitos era determinar la variación espacial y temporal de características del agua en las cuencas Young Womans Creek, New York y en Esopus Creek, New Jersey. En este estudio, fueron utilizadas tres fechas para realizar el estudio de variación espacial: 13 de abril, 25 de mayo y 13 de julio de 1983.

- r. Análisis de correlaciones entre componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María

Se realizaron correlaciones de Pearson entre los resultados de los análisis de calidad de agua de niebla; de modo que, se correlacionaron entre sí, los parámetros de pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos, con los elementos y compuestos químicos presentes en el agua de niebla, en sus concentraciones total (X-T), disuelta (X-D), proveniente de fuentes marinas (X_{ss}), proveniente del suelo del ecosistema de lomas (X_{sp}), e introducido por fuentes antrópicas (X_{int}).

Debido a la cantidad de parámetros a analizar en las correlaciones, para facilitar la interpretación, se unieron en grupos a todos los parámetros que entre sí, presenten una alta correlación positiva. El criterio para evaluar si hay una alta correlación positiva entre dos variables, fue el criterio utilizado por Safai et al. (2004), en el cual, el coeficiente de correlación debe ser superior a 0,70.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico ambiental de las Lomas de Villa María

4.1.1. Descripción de la zona de estudio

Las Lomas de Villa María se ubican dentro del distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima, departamento de Lima, en Perú.

El ecosistema de Lomas de Villa María se ubica en la zona norte del distrito de Villa María del Triunfo, siendo próximo al distrito de Pachacámac por el este, próximo al distrito de La Molina por el norte, y próximo al distrito de San Juan de Miraflores por el noroeste.

La zona de estudio fue delimitada en base a la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI, publicada en el diario «El Peruano» el 18 de octubre del 2013, como fue mostrada en la Figura 8.

Por otro lado, en la misma resolución ministerial, se menciona que el reconocimiento de las Lomas de Villa María como ecosistema frágil no afecta a los derechos preexistentes en el área, además que, en observaciones realizadas durante el trabajo de campo, se observó que los límites aparentes del ecosistema no coincidían con la delimitación realizada por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI); puesto que, en zonas fuera del territorio delimitado y próximas al ecosistema de Lomas de Villa María, se encontraron especies vegetales y suelos con características visuales similares al ecosistema de lomas costeras, como se observa en la Figura 21.



Figura 21: Especies vegetales y suelos característicos de lomas costeras, encontrados al norte del ecosistema de Lomas de Villa María, fuera del área delimitada en la RM N° 0401-2013-MINAGRI

Por esto, si bien la delimitación mostrada en la RM N° 0401-2013-MINAGRI no refleja la extensión real del ecosistema Lomas de Villa María, esta delimitación sirvió como referencia para la delimitación de la zona de estudio de la presente investigación, puesto que la presente resolución es un documento público, oficial y de libre acceso, que da un alcance de los límites de este ecosistema. Además, como se observó en la misma resolución ministerial, se utilizaron criterios técnicos como la observación mediante imágenes satelitales y observaciones en campo.

Al suroeste del ecosistema se encuentra la estación de monitoreo «P1», el cual se encuentra cercano al asentamiento humano «12 de junio». Esta estación se encuentra a 475.56 m.s.n.m.

Como se observa en la Figura 22, el atrapanieblas o neblinómetro instalado en la estación «P1» se encuentra cerca de la ciudad de Villa María del Triunfo. Por otro lado, el terreno sobre el cual está instalado el neblinómetro pertenece a la comunidad del AA.HH. «12 de junio», con la cual se coordinó para asegurar la protección del equipo captador; esto debido a que, cerca de la zona, existen invasiones, cuyos habitantes podrían dañar el equipo captador.

La estación de monitoreo «P2» se encuentra al oeste de la zona de estudio, a 615.94 m.s.n.m. Esta estación de monitoreo se encuentra al sureste del asentamiento humano «Edén del Manantial», pero alejado a no menos de 200 m de la población.



Figura 22: Estación de monitoreo «P1», ubicada en el AA.HH. «12 de junio».

Como se observa en la Figura 23 y en la Figura 24, el neblinómetro instalado en la estación «P2» se encuentra en una ladera del ecosistema de lomas, encontrándose cercano a la comunidad del AA.HH. «Edén del Manantial». Además, la estación de monitoreo «P2» forma parte del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso», por lo cual, existe protección de la zona por parte de la asociación ecoturística «Lomas de Paraíso», la cual administra el circuito ecoturístico.

La estación de monitoreo «P3» se encuentra al oeste de la zona de estudio, a 557.56 m.s.n.m. Esta estación de monitoreo se encuentra junto al asentamiento humano «Virgen de Chapi», al oeste del asentamiento humano «Edén del Manantial».

Como se observa en la Figura 25 y Figura 26, el neblinómetro instalado en la estación «P3» se encuentra en una ladera del ecosistema de lomas, encontrándose en la zona denominada «Paraíso» en San Gabriel, Villa María del Triunfo. Además, la estación de monitoreo «P3» forma parte de un circuito ecoturístico llamado «El Mirador de las Lomas»; por lo cual, existe protección de la zona por parte del AA.HH. «Virgen de Chapi», la cual administra este circuito ecoturístico.



Figura 23: Estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».



Figura 24: Vista de la ladera (al fondo) donde se encuentra la estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».



Figura 25: Estación de monitoreo «P3», ubicada en el Circuito Ecoturístico «El Mirador de las Lomas», en el AA.HH. Virgen de Chapi



Figura 26: Vista de la estación de monitoreo «P3», ubicada en el AA.HH. Virgen de Chapi. Al fondo se tiene la zona de Paraíso, en San Gabriel, Villa María del Triunfo

La estación de monitoreo «P4» se encuentra al norte de la zona de estudio, a 733.56 m.s.n.m. Esta estación de monitoreo se encuentra al norte del asentamiento humano «Edén del Manantial».

Como se observa en la Figura 27 y Figura 28, el neblinómetro instalado en la estación «P4» se encuentra en una de las zonas más elevadas del ecosistema de Lomas de Villa María. Además, la estación de monitoreo «P4» forma parte del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», por lo cual, existe protección de la zona por parte de la asociación ecoturística «Lomas de Paraíso», la cual administra el circuito ecoturístico.



Figura 27: Estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».

La estación de monitoreo «P5» se encuentra al norte de la zona de estudio. Para llegar a esta estación, se puede caminar desde la estación de monitoreo «P4» hacia el este, un poco más de un kilómetro.



Figura 28: Vista de la ladera y quebrada donde se encuentra la estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso».

Como se observa en la Figura 29, el neblinómetro instalado en la estación «P5» se encuentra en una de las zonas más elevadas del ecosistema de Lomas de Villa María, siendo la estación de monitoreo de mayor altitud. Por otro lado, durante los meses de evaluación, se realizó un ligero cambio de ubicación del neblinómetro, como se observa en la Tabla 5. Así, la altitud del neblinómetro durante el mes de agosto fue de 852.31 m.s.n.m. Sin embargo, debido al avance de una invasión al este de la estación de monitoreo, se cambió ligeramente la ubicación de esta estación, en los siguientes meses, para que no se encuentre al alcance visual de los invasores; de modo que, la nueva altitud de la estación de monitoreo fue de 857.06 m.s.n.m.

La estación de monitoreo «P6» se encuentra al este de la zona de estudio, a 656.56 m.s.n.m. Esta estación de monitoreo se encuentra junto al asentamiento humano «Villa Lourdes Ecológico».



Figura 29: Estación de monitoreo «P5», ubicada en la parte norte del ecosistema de Lomas de Villa María.

Como se observa en la Figura 31, el neblinómetro instalado en la estación de monitoreo «P6» se encuentra cercano a una serie de comunidades y asentamientos humanos del distrito de Villa María del Triunfo. Por otro lado, el terreno sobre el cual está instalado el neblinómetro pertenece a la comunidad del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», con la cual se coordinó para asegurar la protección del equipo captador. Así también, como se observa en la Figura 30, detrás del neblinómetro instalado, se observan atrapanieblas de mayor tamaño en comparación con el neblinómetro. Estos atrapanieblas fueron instalados por la ONG «Movimiento Peruanos Sin Agua», como resultado de un proyecto de abastecimiento de agua para el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», a base de agua de niebla.

La estación de monitoreo «P7» se encuentra al sureste de la zona de estudio. Esta estación de monitoreo se encuentra en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL). Vale recordar que esta estación no pertenece al ecosistema delimitado por la RM N° 0401-2013-MINAGRI, pero se le considera por la accesibilidad del lugar y por la cercanía a la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.



Figura 30: Estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico».



Figura 31: Vista hacia la parte inferior de la estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico».

Como se observa en la Figura 32 y Figura 33, el neblinómetro instalado en la estación «P7» se encuentra dentro de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL), la cual es una comunidad dedicada a la actividad agrícola, sobre terrenos que, anteriormente estaban conectados al ecosistema de Lomas de Villa María, pero que, en la actualidad, están aislados debido al cambio de uso de suelo. No obstante, sigue conservando especies vegetales y un suelo similar al ecosistema de Lomas de Villa María.

Por otro lado, durante los meses de evaluación, se realizó un ligero cambio de ubicación del neblinómetro, como se observa en la Tabla 5. Así, la altitud del neblinómetro durante el mes de agosto fue de 469.56 m.s.n.m. Sin embargo, debido a que la captación de agua durante el mes de agosto fue muy baja, se determinó que la ubicación de la estación de monitoreo no permitía una captación óptima de agua de niebla. Debido a esto, se cambió ligeramente la ubicación de la estación de monitoreo, en los siguientes meses, para aumentar el rendimiento de captación del neblinómetro y alcanzar el volumen mínimo necesario para análisis, en menor tiempo. De este modo, la nueva altitud de la estación de monitoreo fue de 478.06 m.s.n.m.



Figura 32: Estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla»



Figura 33: Estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla»

Así también, como se observa en la Figura 32, detrás del neblinómetro instalado, se observan atrapanieblas de mayor tamaño, en comparación con el neblinómetro. Estos atrapanieblas, al igual que en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», fueron instalados por la organización «Movimiento Peruanos Sin Agua», como resultado de un proyecto de abastecimiento de agua para la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», a base de agua de niebla.

4.1.2. Análisis meteorológico de la zona de estudio

A continuación, se muestra el análisis de los datos meteorológicos observados y calculados, a partir el trabajo de campo del presente estudio. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 7.

En la estación de monitoreo «P1», ubicada en el AA.HH. «12 de junio», se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Por otro lado, en la mañana del 10 de octubre no se reportó niebla o neblina en la estación, mientras que el 20 de octubre, en la mañana, se presentó neblina en la estación

de monitoreo. Además, la velocidad del viento era baja y existía radiación solar en bajos niveles.

En la estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», se observó la presencia de niebla o neblina, en algunos días de evaluación; de modo que existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, con humedad relativa mayor al 100 por ciento. Por otro lado, el 11 de setiembre y el 8 de diciembre, alrededor del mediodía, no se reportaron niebla o neblina en la estación; de modo que, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa por debajo del 90 por ciento.

En la estación de monitoreo «P3», ubicada en el Circuito Ecoturístico «El Mirador de las Lomas», en el AA.HH. Virgen de Chapi, se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, la temperatura del punto de rocío fue mayor que la temperatura del bulbo seco, de modo que existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Para los otros días evaluados, la temperatura del punto de rocío fue menor que la temperatura del bulbo seco; de modo que, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual no excedió el 83 por ciento.

En la estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Por el otro lado, para el 11 de octubre en la tarde, la temperatura del punto de rocío fue menor que la temperatura del bulbo seco; de modo que, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual no excedió el 70 por ciento.

En la estación de monitoreo «P5», ubicada en la parte norte del ecosistema de Lomas de Villa María, se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, la temperatura del punto de rocío fue mayor que la temperatura del bulbo seco, de modo que existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Por otro lado, en días cuando no se

reportaban niebla o neblina en la estación, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual no superaba el 90 por ciento.

En la estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Por el otro lado, en otros días no se reportaron niebla o neblina en la estación, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa por debajo del 90 por ciento.

En la estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», se observa que, en los días de evaluación con presencia de niebla o neblina, existieron escenarios de atmósfera saturada de humedad en estos días, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual superó el 100 por ciento. Por el otro lado, en días cuando no se reportaban niebla o neblina en la estación de monitoreo, la atmósfera estuvo subsaturada en este momento, lo cual se refleja en la humedad relativa, la cual no superaba el 95 por ciento.

Además, durante todo el tiempo de estudio, se ha observado que la densidad del vapor de agua en la atmósfera varía entre 10.78 g/m^3 y 22.52 g/m^3 . Esto no coincide con lo mencionado por Soto (2000), quien menciona que el contenido de agua líquida presente en la niebla varía entre $0,22 \text{ g/m}^3$ a $0,73 \text{ g/m}^3$. Claramente, el rango de densidad de vapor de agua en la niebla obtenido en Lomas de Villa María es mayor al rango propuesto por Soto (2000). Esto puede deberse a las condiciones de sobresaturación de la atmósfera, la cual puede incrementar la cantidad de agua transportada en la niebla. Otra razón puede ser la falta de equipos precisos de medición de variables meteorológicas.

No obstante, la cantidad de información registrada no es suficiente para hacer una caracterización de las condiciones meteorológicas durante los meses de evaluación del presente estudio, esto debido a que la distancia de separación dificultaba realizar más días de mediciones entre las estaciones de monitoreo; además que los recursos necesarios para incrementar los días de registro eran mayores a los recursos obtenidos para la presente investigación. Además, la información obtenida fue registrada a diferentes horas del día, lo cual dificulta su comparación.

4.1.3. Observaciones de la flora en la zona de estudio

Como se menciona anteriormente, la elevada cantidad de humedad superficial de los suelos de las lomas costeras se debe a la captación de nieblas y neblinas (Ordoñez y Fautino, 1983), de modo que la precipitación promedio de Lima es ampliamente superada por la precipitación por intercepción de nieblas y neblinas (MINAG, 2013), teniendo algunas especies de la flora, incluso, pelos pequeños que ayudan a la captación del agua de niebla (Whaley et al., 2010).

Así, durante el trabajo de campo de la presente investigación se observó que, en las diferentes zonas evaluadas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, diferentes especies vegetales lograban la formación de rocío en flores, hojas y/o tallos. Por esta razón, se realizó la identificación de especies vegetales y se registró cualitativamente, para cada especie vegetal, evidencias de captación de agua de niebla.

Así, como se muestra en el Anexo 8, para la estación de monitoreo «P1», en el AA.HH. «12 de junio», la cobertura vegetal fue aumentando a medida que van avanzando los meses en la temporada húmeda del 2015, de modo que, en octubre, se evidenció un mayor porcentaje de área en la zona con cobertura vegetal que en otros meses, salvo la parte donde se encuentra la población del asentamiento humano, donde la cobertura vegetal fue removida.

En esta área, se observa que la especie *Sonchus oleraceus*, «Cerraja», es la especie que está presente en la zona de estudio durante todos los meses de observación; además, es la especie más abundante en la zona en el mes de octubre, y una de las especies de mayor tamaño en esta zona de las Lomas de Villa María. En una visita previa en el mes de julio, y durante el mes de agosto, las únicas especies distinguibles en la zona eran la Cerraja, junto con *Solanum multifidum*, «Papita Silvestre». En los meses de setiembre y octubre se observaron más especies, mostradas en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación en las especies *Sonchus oleraceus* «Cerraja», *Anthericum eccremorrhizum* «Varita de San José» y *Rostraria trachyantha* «Pasto de loma».

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P2», en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso». La cobertura vegetal,

durante todos los meses de monitoreo, fue casi completa en la zona de estudio; esto se debió a que la zona evaluada está separada del sendero del circuito ecoturístico; de modo que, la única parte del área sin cobertura vegetal es el angosto camino para llegar a la estación de monitoreo.

En esta área, se observa que la especie *Salvia rhombifolia* «Kuma», es la especie que está presente en la zona de estudio durante todos los meses de observación; además, es la única especie identificable en la zona durante el mes de agosto. En los meses de setiembre y octubre se observan más especies, mostradas en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, no se evidenció captación, observándose la ausencia de rocío, en las especies de plantas observadas. Esto puede deberse a las horas de evaluación en esta zona fueron entre el mediodía y el atardecer, y la temperatura presentada a estas horas dificulta la permanencia del rocío en las plantas.

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P3», en el AA.HH. «Virgen de Chapi». La cobertura vegetal, durante todos los meses de monitoreo, fue casi completa en la zona de estudio; esto se debió a que la zona evaluada está separada del sendero del circuito ecoturístico, de modo que, la única parte del área sin cobertura vegetal es el angosto camino para llegar a la estación de monitoreo. No obstante, en la parte donde se encuentra la población del asentamiento humano, la cobertura vegetal desaparece.

En esta área, se observa que la especie *Solanum montanum* «Papa silvestre», es la especie que está presente en la zona de estudio durante todos los meses de observación, siendo a su vez, junto con *Sonchus oleraceus* «Cerraja», las especies predominantes en esta zona, en los meses de setiembre y octubre; mientras que, en el mes de agosto, estas dos especies, junto con *Solanum multifidum* «Papita Silvestre», son las especies más abundantes. La lista completa de especies observadas es mostrada en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación solo en *Sonchus oleraceus* «Cerraja», como se observa en la Figura 34.

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P4», en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso». La cobertura vegetal llegó a aproximadamente las tres cuartas partes del área total durante los meses de agosto y octubre, siendo mayor en el mes de setiembre; así, los altos valores en cobertura vegetal pueden explicarse por la lejanía de la zona respecto de la ciudad.

En esta área, se observa que la especie *Nasa urens* «Ortiga negra», es la especie que está presente en la zona de estudio durante todos los meses de observación; además, es la única especie identificable en la zona durante el mes de agosto. En los meses de setiembre y octubre se observan más especies, mostradas en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación en las especies *Nasa urens* «Ortiga negra», *Sonchus oleraceus* «Cerraja» y *Villanova oppositifolia* «Villanova».

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P5», al norte del cementerio «Virgen de Lourdes». La cobertura vegetal llegó a aproximadamente la mitad del área total durante los meses de evaluación, siendo ligeramente mayor en el mes de setiembre; así, a pesar de la lejanía de la zona respecto de la ciudad, probablemente la altitud, superior a los 850 m.s.n.m., y el hecho de ubicarse en una de las cimas más elevadas del ecosistema, genere una reducción de la vegetación.

En esta área, se observa que las especies *Alternanthera halimifolia* «Hierba Blanca» y *Nolana humifusa* «Nolana», son las especies que están presentes en la zona de estudio durante todos los meses de observación. En los meses de agosto, setiembre y octubre se observan más especies, mostradas en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación en las especies *Exodeconus prostratus* «Campanilla Olorosa», *Villanova oppositifolia* «Villanova», *Cryptantha limensis* «Criptanta» y *Sonchus oleraceus* «Cerraja».

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P6», en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico». La cobertura vegetal, durante todos los meses de monitoreo, fue casi completa en la zona de estudio, incrementándose

gradualmente desde agosto a octubre; así, a pesar de estar cerca de un asentamiento humano, no existe mucha intromisión humana, debido a que, en el límite entre el ecosistema de lomas y el asentamiento humano, el suelo se utiliza para el cultivo de vegetales.

En esta área, se observa que las especies *Sicyos baderoa* «Caigua Silvestre», *Sonchus oleraceus* «Cerraja» y *Galinsoga Caligensis* «Galinsoga», son las especies que están presentes en la zona de estudio durante todos los meses de observación, y en el caso de «Cerraja», es la especie más abundante en el mes de octubre. En los meses de setiembre y octubre se observan más especies, mostradas en el Anexo 8.

Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación en las especies *Sicyos baderoa* «Caigua Silvestre», *Sonchus oleraceus* «Cerraja», *Galinsoga Caligensis* «Galinsoga», *Astrephia chaerophylloides* «Arvejilla» y *Erodium malacoides* «Agujilla».

En el Anexo 8, se muestran las observaciones de la flora alrededor de la estación de monitoreo «P7», en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL. La cobertura vegetal cubría cerca de la mitad del área inicial de trabajo, debido a que esta zona se ubicaba cerca de una parcela de cultivo de uno de los pobladores. Para los meses de setiembre y octubre, se desplazó la estación de monitoreo a una ladera con cobertura vegetal casi total.

En esta área, se observa que las especies *Erodium malacoides* «Agujilla» y *Sonchus oleraceus* «Cerraja» son las especies que están presentes en la zona de estudio durante todos los meses de observación. No obstante, la especie *Acmella alba* «Flor de nieve», es la especie más abundante en el mes de octubre. En los meses de agosto, setiembre y octubre se observan más especies, mostradas en el Anexo 8. Respecto a la captación de agua de niebla por parte de las plantas, se evidencia captación en las especies *Erodium malacoides* «Agujilla», *Solanum peruvianum* «Tomate silvestre» y *Sonchus oleraceus* «Cerraja».

Finalmente, en la Tabla 15, se muestra una lista de especies de plantas que han evidenciado presencia de rocío en ellas, como señal de captación de agua de niebla, durante el tiempo de evaluación.



Figura 34: Captación de agua de niebla por parte de *Sonchus oleraceus* «Cerraja»



Figura 35: Captación de agua de niebla por parte de *Nasa urens* «Ortiga negra»



Figura 36: Captación de agua de niebla por parte de *Exodeconus prostratus* «Campanilla Olorosa»



Figura 37: Captación de agua de niebla por parte de *Erodium malacoides* «Agujilla»

Tabla 15: Especies que evidenciaron captación de agua de niebla en Lomas de Villa María

Especie	Nombre común	Observaciones en las plantas
<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Se evidencia captación de agua de niebla en toda la planta
<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	Se evidencia captación de agua de niebla en toda la planta
<i>Nasa urens</i>	Ortiga negra	Se evidencia captación de agua de niebla en toda la planta
<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	Se evidencia captación de agua de niebla en hojas y tallos
<i>Exodeconus prostratus</i>	Campanilla Olorosa	Se evidencia captación de agua de niebla en flores
<i>Cryptantha limensis</i>	Criptanta	Se evidencia captación de agua de niebla en toda la planta
<i>Sicyos baderoa</i>	Caigua Silvestre	Solo se le observa captando agua en sus vellosidades cercanas al tallo o flores
<i>Galinsoga Caligensis</i>	Galinsoga	Se evidencia captación de agua de niebla en las hojas
<i>Astrephia chaerophylloides</i>	Arvejilla	Se evidencia captación de agua de niebla en las hojas
<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	Se evidencia captación de agua de niebla en toda la planta
<i>Solanum peruvianum</i>	Tomate silvestre	Se evidencia captación de agua de niebla en hojas y tallo
<i>Rostraria trachyantha</i>	Pasto de loma	Se evidencia captación de agua en hojas

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4. Uso actual del suelo en la zona de estudio

Según la RM N° 0401-2013-MINAGRI, el ecosistema de Lomas de Villa María es considerado un ecosistema frágil; de modo que, este ecosistema debería estar sujeto a medidas especiales de protección y regulaciones para su gestión sostenible, tal y como establece la misma norma. No obstante, durante el trabajo de campo, se ha comprobado la existencia de usos de suelo que no están acordes a lo estipulado en la RM N° 0401-2013-MINAGRI.

De este modo, en base a las observaciones de campo, y al programa Google Earth Pro®, se elabora el mapa de uso actual del suelo de las Lomas de Villa María, el cual se muestra en la Figura 38.

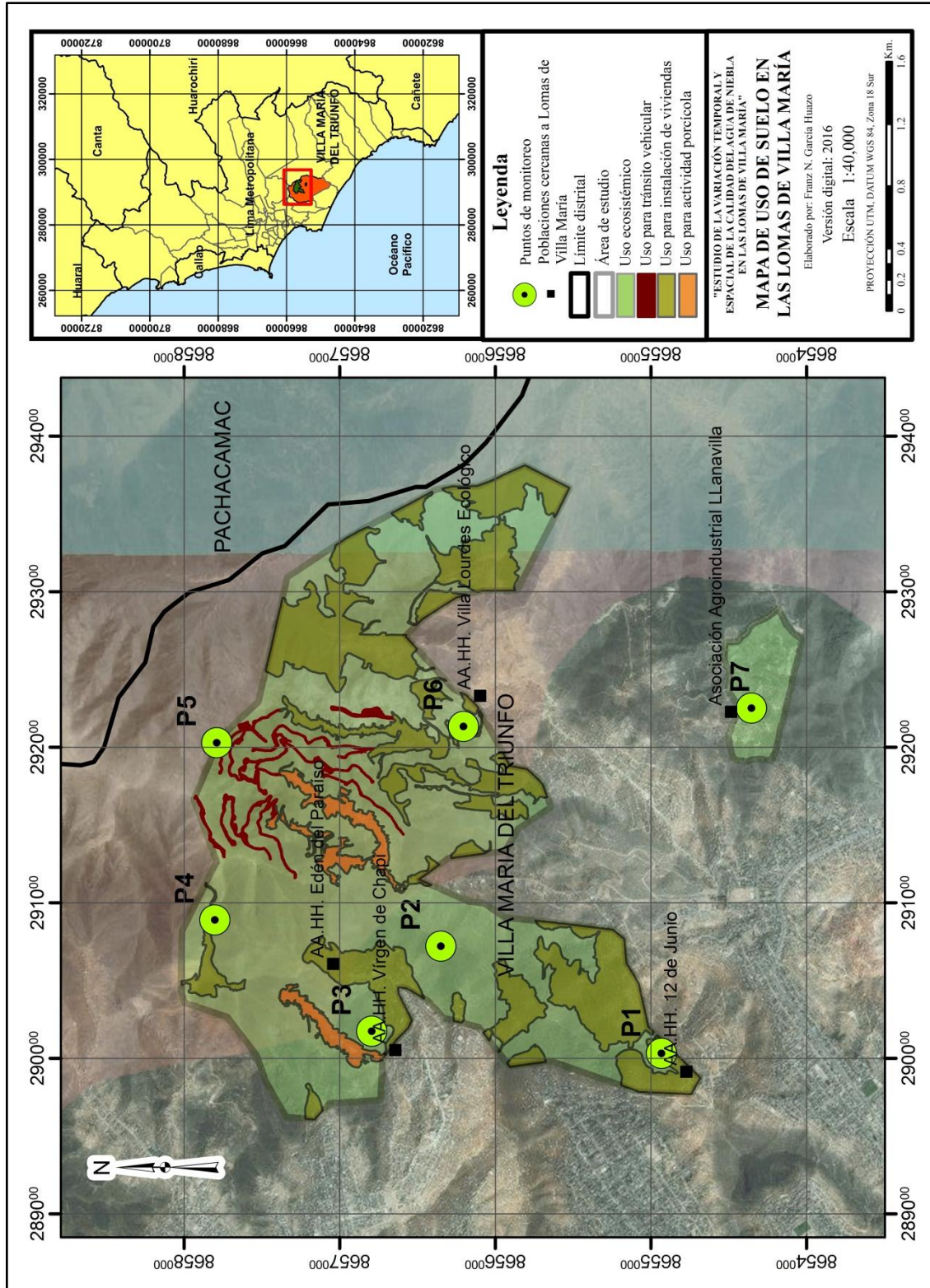


Figura 38: Mapa de uso de suelo de las Lomas de Villa María

Como se observa en la Tabla 16, al 2016, solo el 67.45 por ciento del área del ecosistema de Lomas de Villa María se ha conservado, como se ve en la Figura 38. Visto de otra manera, el 32.55 por ciento del ecosistema ha sufrido un cambio del uso del suelo; en otras palabras, 225.10 Ha de 691.48 Ha han sido degradadas.

La mayor cantidad de área degradada en el ecosistema de Lomas de Villa María se debe al cambio de uso de suelo para la instalación de viviendas, la cual abarca el 28.31 por ciento del área total. Este porcentaje abarca asentamientos humanos e invasiones, siendo estas últimas, las causantes de una degradación creciente en el ecosistema, a medida que vaya reduciéndose la cobertura vegetal del ecosistema a causa de la instalación de viviendas rústicas, como se observa en la Figura 40, y contrastando con el paisaje natural del ecosistema de Lomas de Villa María, mostrado en la Figura 39.

El siguiente cambio de uso de suelo significativo en las Lomas de Villa María es el uso para actividad porcícola, el cual abarca un 3.18 por ciento del área total de lomas. Se encuentran dos áreas de actividad porcícola, al oeste y al centro del ecosistema, como se observa en la Figura 41. Así también, se observó que estas instalaciones porcícolas se desarrollaron primero en una quebrada de las lomas, para luego expandirse a lo largo de la quebrada y por las laderas contiguas.

Tabla 16: Uso actual del suelo en Lomas de Villa María

Uso del suelo	Área (Ha)	Área (%)
Uso para tránsito vehicular	7.39	1.07
Uso para instalación de viviendas	195.74	28.31
Uso para actividad porcícola	21.97	3.18
Uso ecosistémico	466.38	67.45
Total	691.48	100

FUENTE: Elaboración propia

En el caso de la actividad porcícola establecida en el centro del ecosistema, al sur de la estación de monitoreo «P5» y al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», se han construido trochas amplias para el tránsito vehicular, las cuales llegan hasta la cima de las Lomas de Villa María, como se observa en la Figura 41. Incluso, se observa que la crianza

de porcinos se desarrolla cerca de sus propios botaderos de residuos sólidos, como se observa en la Figura 42.



Figura 39: Ecosistema de Lomas de Villa María sin cambio de uso de suelo



Figura 40: Invasiones avanzando hacia el sur del ecosistema de Lomas de Villa María



Figura 41: Actividad porcícola en la quebrada al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», asociada a la formación de trochas carrozables



Figura 42: Vista cercana de la actividad porcícola, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», junto a sus botaderos de residuos sólidos

Finalmente, la formación de trochas para el tránsito vehicular en el ecosistema abarca 7.39 Ha del área total de Lomas de Villa María, lo que equivale al 1.07 por ciento del área total del ecosistema. Las trochas carrozables existentes en el ecosistema de Lomas de Villa María llegan hasta las cimas del ecosistema, por el cual transitan, desde motos hasta camiones, como se observa en la Figura 43.



Figura 43: Trochas carrozables en la cima de Lomas de Villa María

4.1.5. Problemas ambientales que afectan la zona de estudio

Así, el cambio de uso de suelo en las Lomas de Villa María ha conllevado a la ocurrencia de diferentes impactos ambientales negativos a este ecosistema de lomas; no obstante, existen otros problemas ambientales, cuyas fuentes de origen no se encuentran dentro del ecosistema, pero influyen y alteran la calidad ambiental del aire y del agua de niebla en las Lomas de Villa María.

De este modo, se identifican los siguientes problemas ambientales, asociados por sus fuentes de origen, y mostrados en la Figura 44.

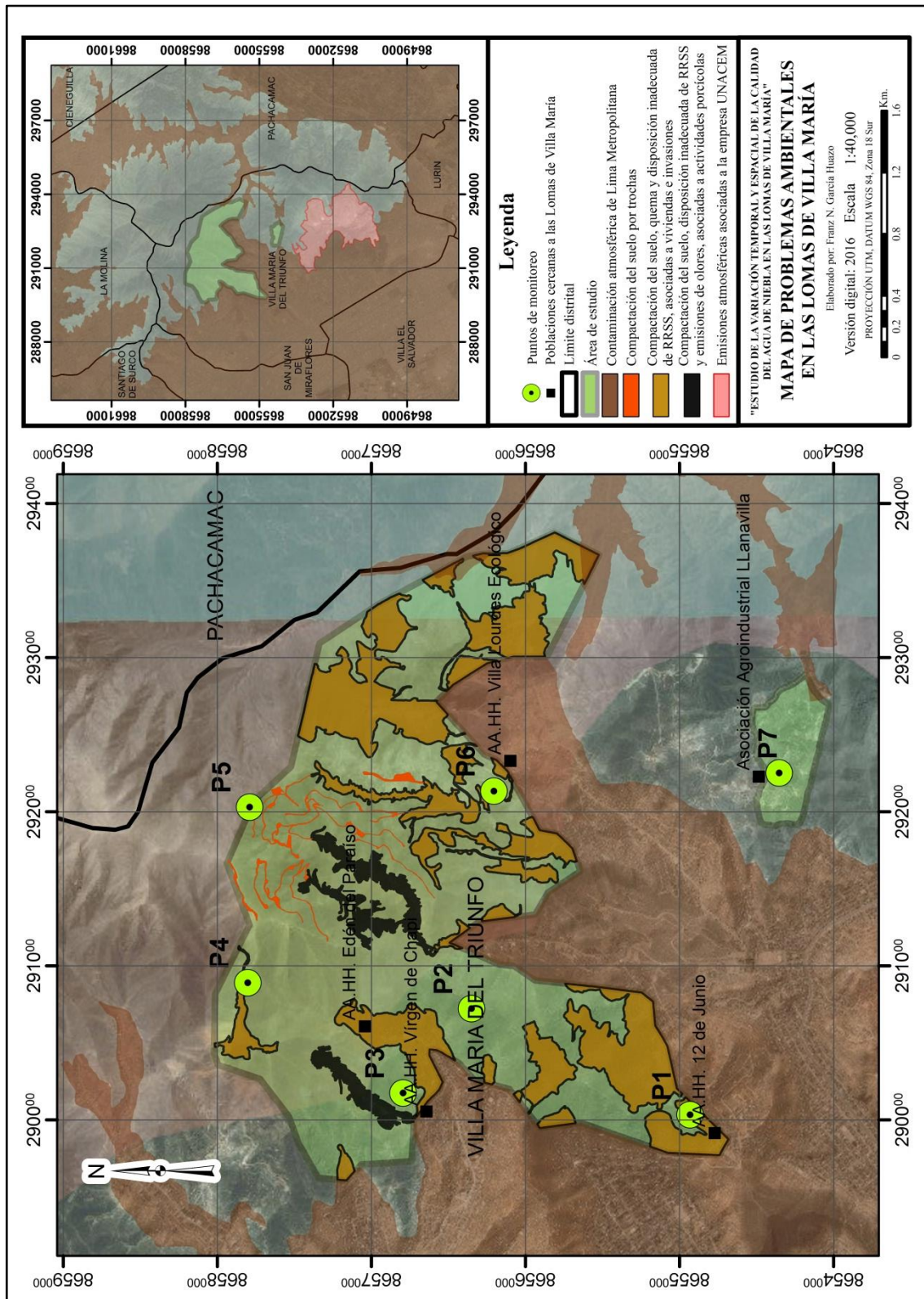


Figura 44: Mapa de problemas ambientales en las Lomas de Villa María

a. Contaminación atmosférica de Lima Metropolitana

Siendo Lima la segunda ciudad más contaminada de América Latina, debido a la gran cantidad de material particulado en el aire (La República, 2016), y como se vio previamente, la presencia de fuentes de contaminación atmosférica en el recorrido de las masas de aire que transportan la niebla, influye en la calidad del agua atmosférica (Àvila, 1999); es fácil suponer que la entrada del aire contaminado de Lima Metropolitana a las Lomas de Villa María cause un impacto ambiental, alterando la calidad del agua de niebla.

Además, se debe considerar que, el ecosistema de Lomas de Villa María está rodeado de ciudades, como se observó en la Figura 44, de modo que está expuesto a los impactos a la calidad ambiental del aire, como las emisiones del parque automotor, emisiones industriales, transporte de material particulado, entre otros.

Así, como se ha visto en las direcciones de viento de la mayoría de los días evaluados, las masas de aire, durante algunos momentos del día, llegan desde las ciudades hasta el ecosistema de Lomas. A más detalle, en las estaciones de monitoreo «P1», «P3» y «P6», en los asentamientos humanos «12 de junio», «Virgen de Chapi» y «Villa Lourdes Ecológico», respectivamente, en la mayoría de días evaluados, el viento se desplaza desde las ciudades hasta el ecosistema de lomas.

En el caso de la estación «P2», en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», el viento se desplazó mayormente desde el AA.HH. «Edén del Manantial» hacia el ecosistema, pero pasando por una distancia de más de 200 metros que existen entre el asentamiento y la estación de monitoreo. En la estación de monitoreo «P4», ubicada en la cima del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», el viento se desplazó mayormente desde la quebrada donde se encuentra el AA.HH. «Edén del Manantial», el cual se encuentra alejado de la estación de monitoreo.

En la estación de monitoreo «P5», al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», el viento se desplazó mayormente desde el sur, pasando por el mencionado cementerio y por una zona de actividad porcícola. Finalmente, en la estación de monitoreo «P7», en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL), el viento se desplazó mayormente desde el sur, donde se encuentra la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.

Por otro lado, se muestran evidencias de contaminación atmosférica en las Lomas de Villa María al observar el cambio en las mallas de los atrapanieblas instalados. Al lado superior izquierdo de la Figura 45, se observa al atrapanieblas recién instalado en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en el día 14 de agosto del 2015, con las primeras gotas de agua de niebla captadas luego de la limpieza del atrapanieblas.

En la Figura 45, al lado superior derecho, se observan partículas de color marrón oscuro, acumulados en los vértices de la malla Raschell del atrapanieblas en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el día 13 de agosto del 2015, lo cual podría deberse a acumulaciones de partículas de suelo arrastrado por el viento y que quedaron en el atrapanieblas al colisionar con la malla.

En la misma figura, al lado inferior izquierdo, se observa al mismo atrapanieblas en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el día 14 de agosto del 2015. En este día, además de la presencia de partículas marrones, aparecen manchas grisáceas claras en toda la malla, similares al cemento, que probablemente provenga de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.

Finalmente, en la esquina inferior derecha, se observan rastros negros de material depositado sobre la malla del atrapanieblas instalado en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), lo cual indica que partículas existentes en el aire son captadas junto con el agua de niebla, pudiendo alterar la calidad de esta agua captada.

Por otro lado, durante los días de evaluación, se determinaron fuentes de ruido en el ecosistema de Lomas de Villa María. En la Tabla 17, se muestra que el ruido por tránsito vehicular es una fuente de ruido que se presenta frecuentemente en la mayoría de zonas evaluadas en el estudio, así como la fábrica de cemento de la compañía UNACEM es una fuente frecuente de ruido para la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», donde se encuentra la estación de monitoreo «P7».

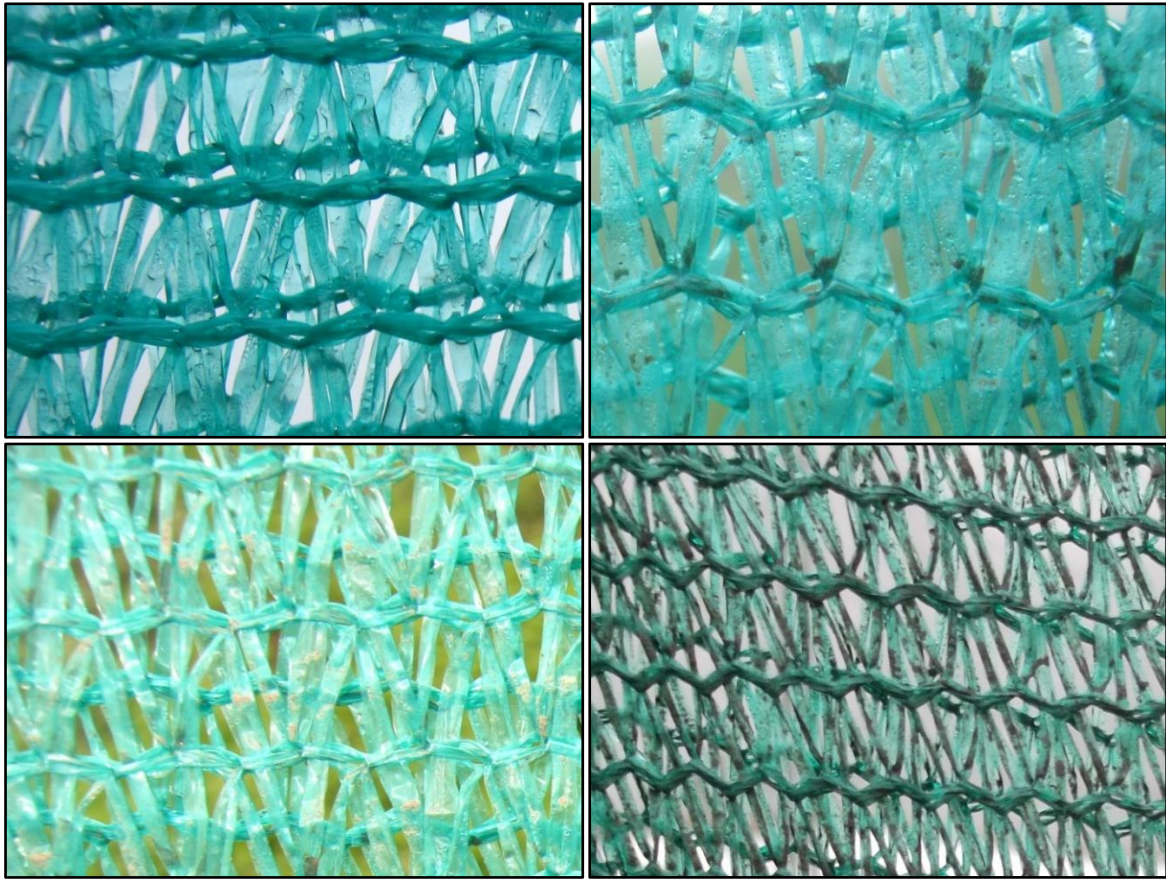


Figura 45: Mallas de atrapanieblas instalados en Lomas de Villa María

Tabla 17: Fuentes de ruido observadas en las Lomas de Villa María

Estación de monitoreo	Lugar	Día	Observaciones
P1	AA.HH. «12 de junio»	29/07/2015	Ruido ligero de picos fracturando rocas, por trabajos de la comunidad. Ruido de aviones que pasaron sobre la zona.
		13/08/2015	Ruido por tránsito vehicular, proveniente de la zona de Nueva Esperanza.
		16/09/2015	Ruido por tránsito vehicular, proveniente de la zona de Nueva Esperanza. Ruido por ladrido de perros.
		10/10/2015	Ruido por tránsito vehicular, proveniente de la zona de Nueva Esperanza.
		11/10/2015	Ruido ligero por tránsito vehicular, proveniente de la zona de Nueva Esperanza. Música a alto volumen. Considerar que este día fue domingo.

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Estación de monitoreo	Lugar	Día	Observaciones
P2	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	13/08/2015	Ruido ligero proveniente del AA.HH. «Edén del Manantial» Canto de Aves
		11/09/2015	Canto de Aves
P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	12/09/2015	Ruido moderado de aviones que pasaron sobre la zona. Ruido por ladrido de perros.
P4	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	13/08/2015	Canto de Aves
		14/09/2015	Canto de Aves
		11/10/2015	Canto de Aves
P5	Parte alta de «Lomas de Villa María»	16/08/2015	Canto de Aves
		13/09/2015	Ruido moderado de aviones que pasaron sobre la zona. Canto de Aves
		09/10/2015	Canto de Aves
		11/10/2015	Ruido ligero de vehículos que transitan por las trochas cercanas.
		24/10/2015	Ruido por maquinarias de construcción.
P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	14/08/2015	Canto de Aves Ruido por ladrido de perros.
		15/09/2015	Ruido por ladrido de perros. Ruido de autos que transitan por las trochas cercanas.
		09/10/2015	Ruido de camiones que transitan por las trochas cercanas. Canto de Aves
		11/10/2015	Ruido de camiones que transitan por las trochas cercanas. Canto de Aves
P7	Asociación Agroindustrial «Llanavilla»	13/08/2015	Ruido moderado proveniente de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.
		17/09/2015	Ruido moderado proveniente de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.
		28/09/2015	Ruido moderado proveniente de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.
		11/10/2015	Ruido moderado proveniente de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.

FUENTE: Elaboración propia

b. Compactación del suelo por trochas

El cambio de uso de suelo para lograr el acceso de personas al ecosistema de Lomas de Villa María es, hasta cierto punto, necesario para el desarrollo de actividades como el turismo. Si bien la compactación del suelo es un impacto que se genera por el simple tránsito de una persona; en el ecosistema de Lomas de Villa María se han encontrado trochas de más de tres metros de ancho, como se observa en la Figura 46, trochas por las cuales transitan hasta camiones, como se observó en la Figura 43.

Además, la razón de la construcción de estas trochas no es la conservación de las lomas, sino, el beneficio de la actividad porcícola u otros intereses particulares, a costa de la compactación de 7.39 Ha de este ecosistema, para lo cual se utilizó maquinaria pesada, como una pala mecánica encontrada en la zona de estudio, mostrada en la Figura 47.



Figura 46: Trocha carrozable encontrada al oeste del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», en las Lomas de Villa María



Figura 47: Pala mecánica utilizada para formar las trochas encontradas en la cima de las Lomas de Villa María

- c. Compactación del suelo, quema y disposición inadecuada de residuos sólidos, asociadas a viviendas e invasiones

La ocupación de una parcela de terreno para la ocupación de una vivienda implica la remoción de la cobertura vegetal, así como la compactación del suelo. No obstante, el establecimiento de una población trae como consecuencia otros impactos.

En el trabajo de campo se observaron botaderos de basura existentes cerca de las viviendas. Incluso, en algunos casos, estos botaderos se ubican cerca de las zonas de crianza de animales, cuya carne sería posteriormente destinada al consumo humano, como es el caso de la zona de actividad porcícola encontrada al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», como se observó previamente en la Figura 42; o como el caso de las comunidades en Nueva Esperanza, cercanas al cementerio «Virgen de Lourdes», donde existen botaderos de basura a los cuales llegan incluso animales de corral, como gallinas, las cuales serán destinadas luego al consumo humano, tal y como se muestra en la Figura 48. Además, en esta figura, se muestra un cartel de prohibición al arrojo de basura, cuya existencia resulta paradójica ante la realidad de la comunidad, y finalmente, debido a que este botadero se encuentra junto a un paradero de transporte público, muchas personas se exponen al contacto con este botadero, entre ellos, una señora con una niña, como se observa en la Figura 48.



Figura 48: Botadero de residuos sólidos en Nueva Esperanza, cercano al ecosistema de Lomas de Villa María

Otro problema observado es la quema y disposición inadecuada de residuos sólidos, presentada en todas las comunidades dentro del ecosistema de Lomas de Villa María. La lejanía de las viviendas hacia los puntos de recojo municipal de basura hace que estos residuos se acumulen en botaderos, los cuales son quemados cada cierto tiempo. En el mejor de los casos, como se observó en la comunidad de «Paraíso», donde existe un gran botadero, el cual sirve de punto de recolección de residuos sólidos para la comunidad, se tiene que esperar una cierta cantidad de días para que el servicio de recolección de basura de la Municipalidad de Villa María del Triunfo lo lleve a su disposición final. No obstante, como se ha mencionado, pueden pasar una cierta cantidad de días para su recolección; de modo

que, este botadero sirve de foco infeccioso para todas las personas que ingresen a esta comunidad, pues el botadero se encuentra junto a la entrada a la comunidad.

Ante este problema, en aquellos hogares donde se dificulta llevar sus desechos a un punto de recolección, optan por quemar estos residuos. Además, la quema de materiales no solo se realiza para deshacerse de los residuos generados. La quema de materiales también es una alternativa para abrir caminos y trochas por zonas pedregosas, o para fraccionar rocas que se encuentran en lugares señalados para construir nuevas viviendas. Así, el fraccionamiento de las rocas se realiza por cambios bruscos de temperatura a la cual someten las rocas; para ello, primero se calienta la roca por medio de maderas, combustibles, e incluso llantas, para luego ser enfriadas por agua; de modo que, tanto la expansión del volumen por calor, como la posterior compresión por enfriamiento, ocasionen fracturas internas de la roca, para facilitar su fragmentación. Estas prácticas han sido observadas cerca del AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», en los trabajos de mantenimiento de la trocha que conduce a Manchay.

En los días de evaluación, se observó la presencia de residuos sólidos en algunas estaciones de monitoreo. Así, en la estación de monitoreo P1, en el AA.HH. «12 de junio», se observaron restos de quema de residuos, en los días 29 de julio y 13 de agosto del 2015. En la estación de monitoreo P3, en el AA.HH. «Virgen de Chapi», se observaron restos de residuos quemados en el límite entre el ecosistema de lomas y el asentamiento humano, como se observa en la Figura 49. En la estación de monitoreo P5, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», se observó presencia de aserrín en el camino, el día 13 de setiembre, lo cual no se evidenció el mes anterior; además, a diferencia del mes anterior, se evidenciaron botellas y bolsas en el sitio. El día 9 de octubre también se evidenció presencia de residuos sólidos en la zona, como se observa en la Figura 50; por lo cual, se procedió a la limpieza del sitio. Los posteriores días no se evidenciaron residuos sólidos en el sitio.

Finalmente, en las demás estaciones de monitoreo no se encontraron residuos sólidos en los días de evaluación.



Figura 49: Quema de residuos en el AA.HH. «Virgen de Chapi», en el límite entre el asentamiento humano y las Lomas de Villa María



Figura 50: Presencia de residuos sólidos en la cima de las Lomas de Villa María, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», en el mes de setiembre

- d. Compactación del suelo, disposición inadecuada de residuos sólidos y emisiones de olores, asociadas a actividades porcícolas

Para el asentamiento de las viviendas, corrales y otras instalaciones de la actividad porcícola, se necesita remover la cobertura vegetal, y la instalación conlleva a la compactación del suelo. Además de esto, la actividad porcícola genera residuos, aquellos propios de las

personas que viven en la zona, como de aquellos generados por la misma actividad porcícola, y como se mostró en la Figura 42, los residuos generados se depositan cerca a los corrales y a las viviendas de las personas que viven en el lugar. No se encontró evidencia de quema de residuos sólidos; no obstante, no se descarta que en la zona se realice esta actividad.

Por otro lado, a causa de la actividad porcícola, presente al norte del cementerio «Virgen de Lourdes», se emitieron olores el día 11 de octubre, los cuales fueron percibidos en la estación de monitoreo «P5», a pesar de estar separados por más de 400 metros.

e. Emisiones atmosféricas asociadas a la empresa UNACEM

La fábrica de cemento de la empresa UNACEM se encuentra fuera del área del ecosistema de Lomas de Villa María; no obstante, durante el trabajo de campo se han reportado observaciones que pueden vincular a la empresa con impactos ambientales causados en el ecosistema de Lomas de Villa María.

En la Figura 51, se observa la fábrica de cemento de la empresa UNACEM, vista desde la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL. Nótese el edificio de la fábrica que resalta al centro de la imagen.

En ASALL, se observó que una capa de fino polvo grisáceo se encontraba depositada sobre el suelo y las plantas. Esta particularidad no fue observada en otras zonas evaluadas en el presente estudio. Además, según lo mencionado anteriormente por Cárdenas Martín (1994), citado por Chipana (2013), existe evidencia de capas de suelo de hasta 12 cm en Tablada de Lurín, zona cercana al ecosistema de Lomas de Villa María, a causa de las emisiones de la fábrica.

Así también, según lo mencionado por Heredia (1993), citado por Chipana (2013), alrededor del cinco por ciento de la producción total del cemento eran succionados del horno, junto con los gases calientes. Por lo tanto, existen antecedentes bibliográficos que respaldan la emisión de cemento por parte de la fábrica de cemento de UNACEM, y se tiene una evidencia en el fino polvo grisáceo encontrado en plantas, como se observa en la Figura 52, así como en el suelo, como se observa en la Figura 53. No obstante, existen más evidencias que demostrarían el impacto ambiental causado por esta empresa.



Figura 51: Vista de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM desde la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL



Figura 52: Planta con deposiciones de cemento sobre su haz, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» - ASALL

En la Figura 54, se muestra una porción acentuada de este polvo fino grisáceo, la cual forma parte del suelo de ASALL. No obstante, también se observan partículas finas grisáceas sobre el neblinómetro y sobre el contenedor de agua captada. El color de este polvo fino grisáceo

resalta en la bolsa oscura que cubre el contenedor de agua captada, y también se muestra en la malla del neblinómetro o atrapanieblas, como se muestra en la Figura 55.



Figura 53: Suelo en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, donde se observa una capa de cemento que sobresale en la superficie.



Figura 54: Cemento recogido del suelo en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL



Figura 55: Atrapanieblas instalado en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento en la malla y sobre el contenedor de agua

Es más, los primeros rastros de polvo grisáceo encontrados en el neblinómetro aparecieron en el primer mes de evaluación, a los siete días de limpiar el neblinómetro para la captación de agua, repitiéndose esta situación a lo largo de los meses de estudio. Esto demuestra que la deposición de este polvo fino grisáceo se vino dando durante el tiempo de evaluación, y manteniéndose constante durante este tiempo.

Sin embargo, existe una prueba más, que identifica a este polvo fino grisáceo como un material cementante. Esta prueba consiste en el polvo cementado en la canaleta de captación del agua. Tal como se observa en la Figura 56, se observa una mancha al centro longitudinal de la canaleta, cuyos colores varían entre el gris claro y el marrón claro. Lo particular de esta mancha es que presenta una textura áspera, notándose que está formada de pequeñas partículas. Estas partículas se agrupan en una mancha áspera y pegada a la canaleta, siendo imposible limpiarla manualmente con algodón. Para su limpieza, se tuvo que recurrir al uso de lija para friccionar la mancha impregnada en la canaleta.

Por tanto, el anterior hecho demuestra que el polvo fino grisáceo que se deposita constantemente en ASALL, es de un material cementante que se adhiere a las superficies; en otras palabras, es cemento. Por otro lado, la mancha de color marrón claro junto al cemento puede provenir de partículas del suelo arrastradas por el viento.

Recopilando lo anterior, se tiene que, en los alrededores de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL), existe una constante deposición atmosférica de cemento, en forma de un polvo fino grisáceo que cubre la superficie del suelo y de las plantas, lo cual se refuerza con antecedentes bibliográficos.

Sin embargo, si bien se mencionó que esta deposición atmosférica tan notoria no fue observada en otras zonas evaluadas en el presente estudio, un proceso similar, pero menos notorio, se presencié durante el mes de octubre, en otra zona evaluada en el presente estudio, dentro del ecosistema de Lomas de Villa María.



Figura 56: Atrapanieblas instalado en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento sobre la canaleta de captación de agua

Se evidenció la deposición atmosférica de cemento en la estación de monitoreo «P1», en el AA.HH. «12 de junio», ubicado a más de dos kilómetros de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM, durante el mes de octubre. La evidencia para afirmar esto fue encontrar un polvo fino grisáceo en todo el neblinómetro ubicado en ese asentamiento humano, como se observa en la Figura 57.



Figura 57: Atrapanieblas instalado en la AA.HH. «12 de junio», al mes de octubre, con rastro de deposición de cemento en la malla, y con rastro de tierra y deposición de cemento sobre la canaleta

En la misma figura, se observa que en la canaleta existen pequeños terrones de suelo, lo cual puede provenir, probablemente, por algún trabajo de remoción de la tierra que ha realizado la comunidad que está cerca del neblinómetro. La foto fue tomada días después de la toma de muestra de agua de niebla correspondiente al mes de octubre. No obstante, en esta figura se observan puntos oscuros en la cara interna de la canaleta, los cuales no fueron posibles limpiar por medio de papel *tissue*; de modo que, tuvo que usarse lija para remover este material endurecido.

Análogamente a lo sucedido en ASALL, en esta zona también se evidencia precipitación de cemento, aunque en menor grado. Esto último se debe, probablemente, a la mayor distancia de recorrido que necesita el aire para llegar a esta zona, desde la fábrica.

4.2. Captación de agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la presente investigación, se registró la cantidad de agua de niebla captada en los neblinómetros ubicados en cada estación de monitoreo. Los registros de captación de agua de niebla se muestran en la Tabla 18. En esta tabla, se muestra la hora de puesta del atrapanieblas luego de la limpieza de la malla, la cual se considera como hora de inicio de captación de agua de niebla; así también, la hora final de captación es la hora de retiro del recipiente de captación del neblinómetro.

Como se observa en la Tabla 18, algunos valores de captación se registran con el signo «mayor que», debido a que el contenedor se llenaba rápidamente en algunos casos, y no fue posible determinar el momento exacto en el cual se llenó el contenedor.

A modo de ejemplo, en el AA.HH. «Virgen de Chapi», en el mes de agosto, se registró una captación de, por lo menos 0.95 litros de agua captada de la niebla, por metro cuadrado de malla, por día. La ausencia de un valor exacto de captación de agua de niebla para estos casos se debe a inconvenientes durante el trabajo de campo.

Otro problema encontrado fue la variación diaria en la captación de agua de niebla. Así, en el tiempo de evaluación, hubo días donde no se completaba la mínima cantidad de agua captada, de modo que, se postergaba el recojo de la muestra por uno o más días, dependiendo de la cantidad de muestras pendientes a recoger. Así, durante estos días de demora, bastaba con un día de fuerte captación de agua de niebla para llenar el recipiente y no registrar el tiempo exacto de llenado.

Respecto a esta variación, se tiene como referencia la investigación de Lummerich y Tiedemann, ponentes en el evento Tropentag 2009. «Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development» (2009), los cuales llegaron a captar, como máximo, hasta 2651.6 L/día, en un atrapanieblas de 32 m², dando un rendimiento de aproximadamente 82.9 L/m²/día. No obstante, hubo días donde la captación era nula. Considerando que este estudio citado se realizó en las Lomas de Villa María, dentro del Circuito Ecoturístico de «Lomas de Paraíso» y cercano a la estación de monitoreo P2, entre el 2007 y 2008, se tiene una evidencia de la variación diaria que puede presentarse en la captación de agua de niebla en Lomas de Villa María.

Así, como se observa en la Figura 58, en la estación de monitoreo «P1», ubicada en el AA.HH. «12 de junio», se observa que en el mes de setiembre se tuvo el menor rendimiento de captación en la zona durante el tiempo de evaluación, con 0.78 L/m²/día, mientras que en agosto llegaba a 3.19 L/m²/día y en octubre no era menor de 2.42 L/m²/día.

Tabla 18: Rendimiento de captación de agua de niebla en Lomas de Villa María

Mes	Código	Sitio de muestreo	Inicio	Fin	Captación (L)	Rendimiento (L/m ² /día)
Agosto	P1	AA.HH. «12 de junio»	13/08/2015 12:50	14/08/2015 10:28	2.76	3.19
	P2	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	11/08/2015 19:00	13/08/2015 15:03	> 4	> 2.27
	P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	15/08/2015 10:24	19/08/2015 19:12	> 4	> 0.95
	P4	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	12/08/2015 18:13	13/08/2015 16:50	> 4	> 4.42
	P5	Parte alta de las Lomas de Villa María	15/08/2015 14:02	16/08/2015 12:50	> 4	> 4.39
	P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	12/08/2015 11:28	14/08/2015 16:20	> 4	> 1.89
	P7	ASALL	12/08/2015 10:15	19/08/2015 12:58	2.58	0.38
Setiembre	P1	AA.HH. «12 de junio»	18/09/2015 20:10	04/10/2015 18:49	12	0.78
	P2	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	18/09/2015 12:00	27/09/2015 12:01	> 20	> 2.31
	P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	18/09/2015 11:03	27/09/2015 17:00	12.2	1.37
	P4	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	19/09/2015 18:30	29/09/2015 13:50	> 16	> 1.70
	P5	Parte alta de las Lomas de Villa María	19/09/2015 20:23	29/09/2015 17:20	> 16	> 1.69
	P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	18/09/2015 16:35	04/10/2015 13:28	> 20	> 1.31
	P7	ASALL	18/09/2015 17:56	28/09/2015 15:40	> 20	> 2.10
Octubre	P1	AA.HH. «12 de junio»	11/10/2015 20:03	20/10/2015 10:45	> 20	> 2.42
	P2	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	11/10/2015 11:40	21/10/2015 17:56	18	1.83
	P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	24/10/2015 17:01	25/10/2015 18:10	2.9	2.88
	P4	Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso»	11/10/2015 13:26	20/10/2015 18:17	> 16	> 1.81
	P5	Parte alta de las Lomas de Villa María	20/10/2015 16:50	24/10/2015 13:57	> 12	> 3.22
	P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	11/10/2015 16:25	18/10/2015 12:33	6	0.91
	P7	ASALL	12/10/2015 17:38	18/10/2015 10:45	7.1	1.29

FUENTE: Elaboración propia

Es necesario aclarar que, en la Figura 58, los triángulos encima de algunos puntos de la figura indican que el rendimiento fue igual o mayor al valor indicado en la figura. De la estación de monitoreo «P1» antes evaluada, en el mes de octubre, la figura indica un valor de 2.42 L/m²/día, pero, como este valor fue tomado al encontrar el contenedor lleno, se indica que el rendimiento pudo ser mayor, para lo cual, se indica en la figura con triángulos sobre este valor.

En la estación de monitoreo «P2», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», así como en la estación de monitoreo «P6», ubicada en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico», se observan que el mes de menor captación de agua de niebla fue el mes de octubre, con 1.83 L/m²/día y 0.91 L/m²/día respectivamente. No obstante, la estación de monitoreo «P2» presentó mayor captación que la estación de monitoreo «P6» durante los meses de evaluación, y además, la estación de monitoreo «P2» presenta menor variación que las estaciones evaluadas, como se observa en la Figura 58.

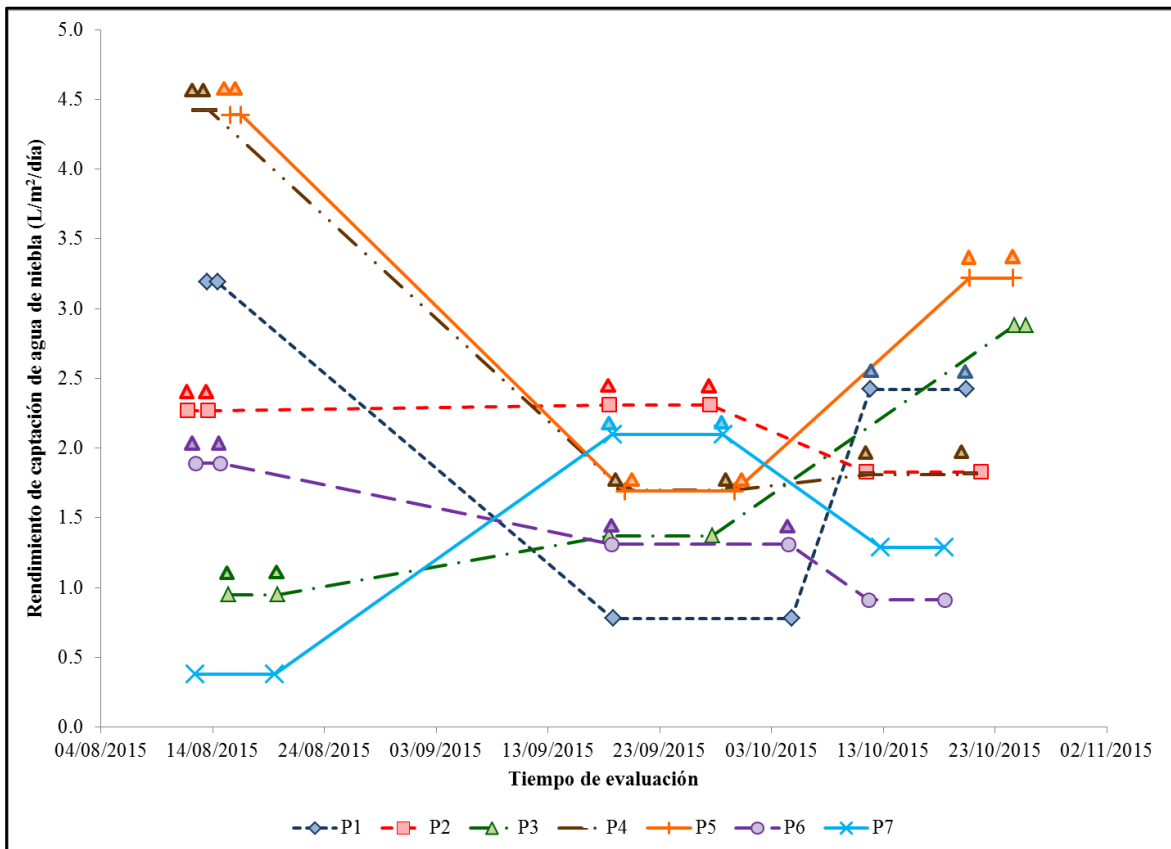


Figura 58: Variación temporal del rendimiento de captación de agua de niebla en Lomas de Villa María

En la estación de monitoreo «P3», ubicada en el AA.HH. «Virgen de Chapi», se observa que, en el mes de agosto se registra por lo menos 0.95 L/m²/día, lo cual es un valor bajo, pero es el mínimo valor posible; de modo que, este valor posiblemente sea el menor rendimiento de captación en la zona durante el tiempo de evaluación, junto con el encontrado en el mes de setiembre, de 1.37 L/m²/día. Así, el mayor valor de rendimiento ocurre en el mes de octubre, llegando a 2.88 L/m²/día.

En la estación de monitoreo «P4», ubicada en el Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso», así como en la estación de monitoreo «P5», ubicada al norte del ecosistema de Lomas de Villa María, a pesar de no registrarse valores exactos, se evidencian los mayores valores de captación, a comparación de las otras zonas en el ecosistema. En este caso, no se puede establecer una tendencia definida en la variación de captación de agua de niebla.

Finalmente, en la estación de monitoreo «P7», ubicada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» – ASALL, se registra el menor valor de todo el tiempo de evaluación, 0.38 L/m²/día. Debido a que existían atrapanieblas para el abastecimiento de agua a unos metros más arriba del neblinómetro, y no se podía colocar el neblinómetro a esta altura por las condiciones del terreno, se optó por mover el neblinómetro a una ladera cercana a la estación de monitoreo, obteniéndose rendimientos mayores a 2.10 L/m²/día en el mes de setiembre y de 1.29 L/m²/día en el mes de octubre.

Considerando las altitudes de cada estación de monitoreo, mostradas en la Figura 58, y con lo mencionado párrafos arriba, se puede distinguir cierta asociación entre las altitudes y la variación temporal del rendimiento del agua de niebla, Así, para las estaciones de monitoreo «P4» y «P5», las zonas evaluadas con mayor altitud, superando los 730 m.s.n.m. y ubicadas al norte del ecosistema, se han registrado las mayores captaciones, rebalsando el recipiente de captación en todos los meses. Para las estaciones de monitoreo «P2» y «P6», ubicadas entre los 615 m.s.n.m. y 660 m.s.n.m., el primero al oeste y el segundo al este del ecosistema, poseen sus menores valores de rendimiento de captación hacia el final de la temporada húmeda, en el mes de octubre. Para las estaciones de monitoreo «P1» y «P3», ubicadas entre los 475 m.s.n.m. y 560 m.s.n.m., el primero al sur y el segundo al oeste del ecosistema, poseen sus posibles menores valores de rendimiento de captación en la mitad de la temporada húmeda, en el mes de setiembre. Finalmente, la estación de monitoreo «P7», a pesar de tener una altitud similar a la estación de monitoreo «P1», presenta su menor valor

de captación en agosto, y a pesar que el cambio de la estación de monitoreo pudo influir en el cambio del rendimiento, no se descarta que el mes de agosto fuese el de menor rendimiento para esta zona.

4.3. Calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la presente investigación, se registró la calidad de agua de niebla captada en los neblinómetros ubicados en cada estación de monitoreo, cuyos resultados se muestran en el Anexo 12. A continuación, se realizarán diferentes interpretaciones de calidad de agua de niebla, a partir de los resultados obtenidos

4.3.1. Gráficos de Cocientes de Riesgo de Contaminación del Agua de Niebla

A continuación, se muestran los gráficos de los «Cocientes de riesgo de contaminación del agua de niebla» (HQ) para el agua de niebla captada en las estaciones de monitoreo en las Lomas de Villa María, en los diferentes meses de evaluación.

No obstante, debido a que la metodología del «Cociente de riesgo» no considera al pH, debido a que este parámetro posee límites superior e inferior como estándares, en la Tabla 19 se muestran los valores de pH registrados en campo durante el tiempo de evaluación; mientras que en la Tabla 20, se muestran los estándares de calidad ambiental de agua para el parámetro pH, aplicados para este estudio.

Tabla 19: Valores registrados de pH en el agua captada de la niebla en las Lomas de Villa María, durante los meses de evaluación

Código	pH agosto	pH setiembre	pH octubre
P1	8.31	8.79	7.5
P2	7.24	7.45	6.8
P3	7.52	7.47	7.1
P4	7.81	7.70	7.0
P5	6.34	6.99	6.8
P6	6.34	7.26	7.1
P7	8.12	8.70	7.8

FUENTE: Elaboración propia

En la Figura 59 se observa que, para el mes de agosto, en ninguna de las zonas evaluadas del ecosistema de Lomas de Villa María, se encontró agua captada de la niebla que sea apta para

el consumo humano por medio de desinfección. Esto se debe a que, en cada zona evaluada, al menos en un parámetro evaluado, su HQ fue superior a 1. En casi todas las zonas evaluadas de Lomas de Villa María, excepto en la zona cercana al AA.HH. «12 de junio», se han encontrado niveles de plomo en el agua superiores a las máximas establecidas para el consumo de agua por medio de desinfección, con valores entre dos y cuatro veces lo indicado en el estándar (HQ entre 2 y 4, a excepción de P1).

Tabla 20: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua para el parámetro pH, en las subcategorías evaluadas en el estudio.

Estándar de Calidad Ambiental de Aguas	pH min	pH máx
ECA 2015 Cat.1-A A1	6.50	8.50
ECA 2015 Cat.3 D1	6.50	8.50
ECA 2015 Cat.3 D2	6.50	8.40

FUENTE: DS 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación

Además de esto, en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la zona más elevada del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), también se han encontrado concentraciones elevadas de hierro y aluminio, de modo que su HQ sea mayor la unidad y, por ende, superen lo establecido en la respectiva normativa.

Así también, se encuentra nitrito con HQ mayor a la unidad en la zona más elevada del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6). Además, en la zona alta de las Lomas de Villa María, al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), se han registrado valores de pH menores a 6.5, encontrándose fuera de lo establecido en el ECA, categoría 1-A, subcategoría A1.

Finalmente, para la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), se encontraron niveles superiores a la normativa en conductividad eléctrica (CE), arsénico y nitrato.

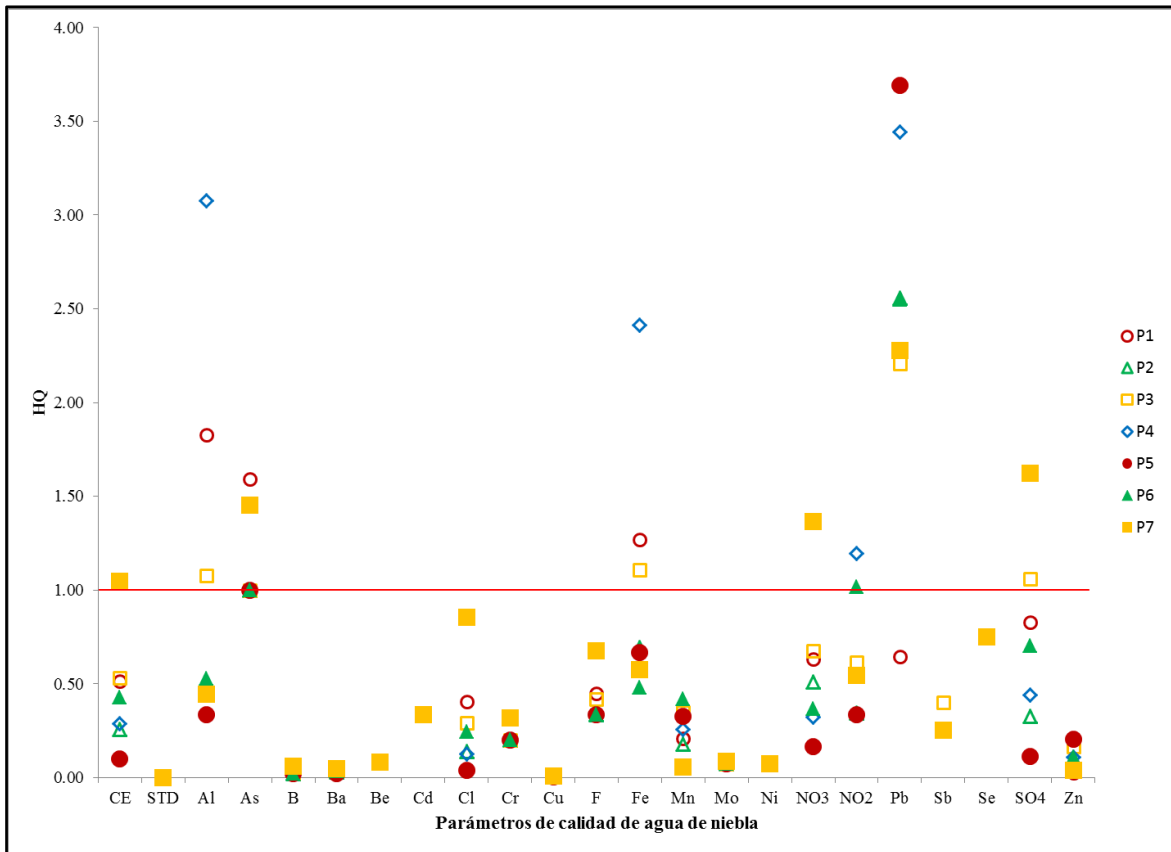


Figura 59: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

En la Tabla 21 se muestra la lista de parámetros totales que salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 1-A, subcategoría A1, para el mes de agosto.

En la Figura 60, y comparando la Tabla 19 y la Tabla 20, se observa que, para el mes de agosto, se han encontrado zonas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, donde el agua captada de la niebla es apta para el riego de vegetales. Estas zonas evaluadas son, el AA.HH. «12 de junio» (P1), el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en los alrededores del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), puesto que el agua captada en estas zonas presenta un HQ, de cada parámetro evaluado, menor a la unidad, y el valor registrado de pH está dentro del rango de la normativa para el riego de vegetales. Esto no sucede al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5), ni en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), debido a que los valores registrados de pH del agua de niebla captada en estas zonas eran menores al límite inferior indicado en la normativa para riego de vegetales. Otro caso se

encuentra en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), donde se encontraron niveles superiores a la normativa para riego de vegetales en flúor.

En la Tabla 21 se muestra la lista de parámetros totales encontrados que salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 3, subcategoría D1, para el mes de agosto.

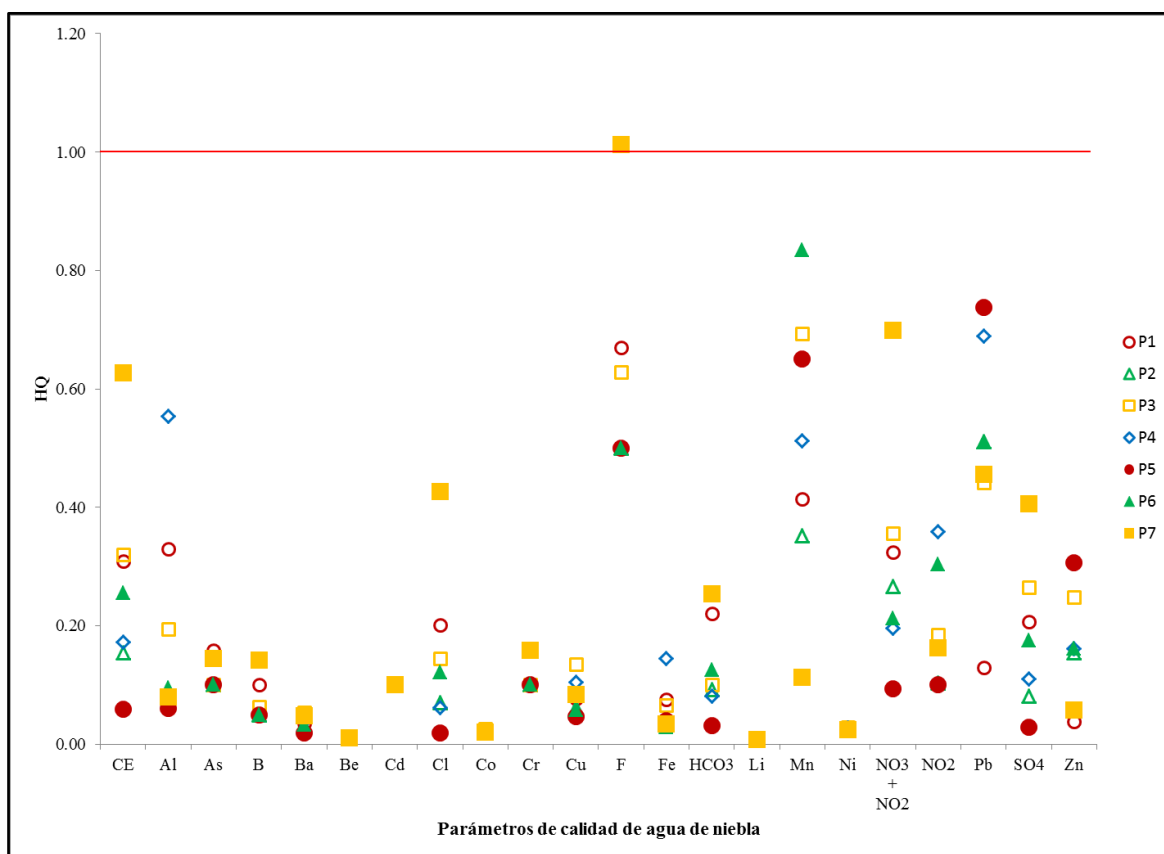


Figura 60: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales

En la Figura 61, y comparando la Tabla 19 y la Tabla 20, se observa que, para el mes de agosto, se han encontrado zonas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, donde el agua captada de la niebla es apta para la bebida de animales. Estas zonas evaluadas son, el AA.HH. «12 de junio» (P1), el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en los alrededores del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), además en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7) también es apta para este uso, puesto que el agua captada en estas zonas presenta un HQ de cada parámetro evaluado menor a la unidad, y el valor registrado

de pH está dentro del rango de la normativa para la bebida de animales. Esto no sucede al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5), ni en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), debido a que los valores registrados de pH del agua de niebla captada en estas zonas eran menores al límite inferior indicado en la normativa para la bebida de animales.

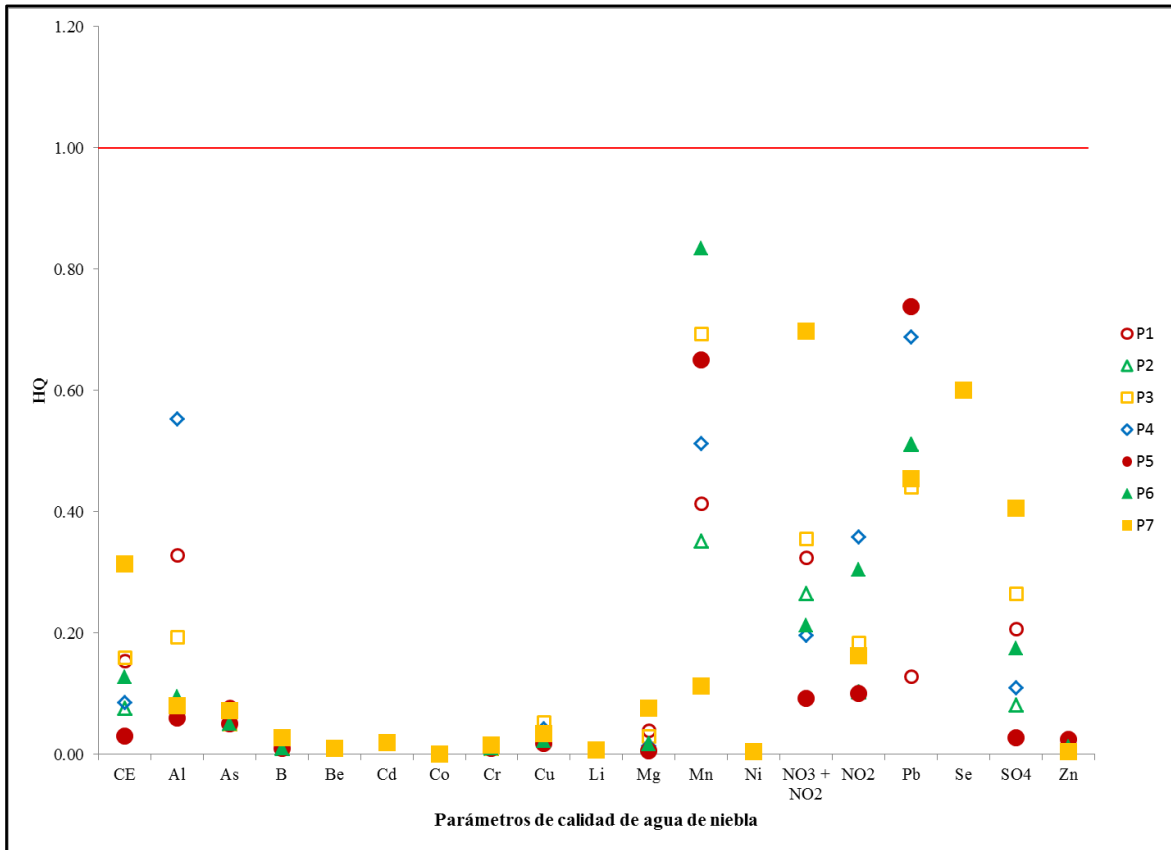


Figura 61: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de agosto, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales

En la Tabla 21 se muestran los casos encontrados en las estaciones de monitoreo P5 y P6, cuyos valores de pH en el agua captada salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 3, subcategoría D2.

Tabla 21: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de agosto

Estaciones de monitoreo	Parámetros que exceden el ECA 2015 – Mes de agosto		
	ECA Cat. 1-A, A1	ECA Cat. 3, D1	ECA Cat. 3, D2
P1	Al, As, Fe		
P2	Pb		
P3	Al, Fe, Pb, SO ₄ ²⁻		
P4	Al, Fe, NO ₂ , Pb		
P5	pH bajo, Pb	pH bajo	pH bajo
P6	pH bajo, NO ₂ ⁻ , Pb	pH bajo	pH bajo
P7	CE, As, NO ₃ ⁻ , Pb, SO ₄ ²⁻	F	

FUENTE: Elaboración propia

Pasando al mes de setiembre, en la Figura 62, y comparando la Tabla 19 y la Tabla 20, se observan zonas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, donde el agua captada de la niebla es apta para el consumo de agua por medio de desinfección. Estas zonas evaluadas son, el AA.HH. «Villa Lourdes» (P6) y en los alrededores del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4).

Esto no sucede en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), ni al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5), debido a que se encontraron niveles superiores a la normativa en hierro. Por otro lado, en la zona cercana al AA.HH. «12 de junio» y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), los valores registrados de pH del agua de niebla captada en estas zonas eran mayores al límite superior indicado en la normativa para consumo de agua por medio de desinfección.

En la Tabla 22 se muestra la lista de parámetros totales que salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 1-A, subcategoría A1.

En la Figura 63 y Figura 64, y comparando la Tabla 19 y la Tabla 20, se observa que, para el mes de setiembre, se han encontrado zonas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, donde el agua captada de la niebla es apta, tanto para el riego de vegetales, como para la bebida de animales. Estas zonas evaluadas son, el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en los alrededores del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes» (P6).

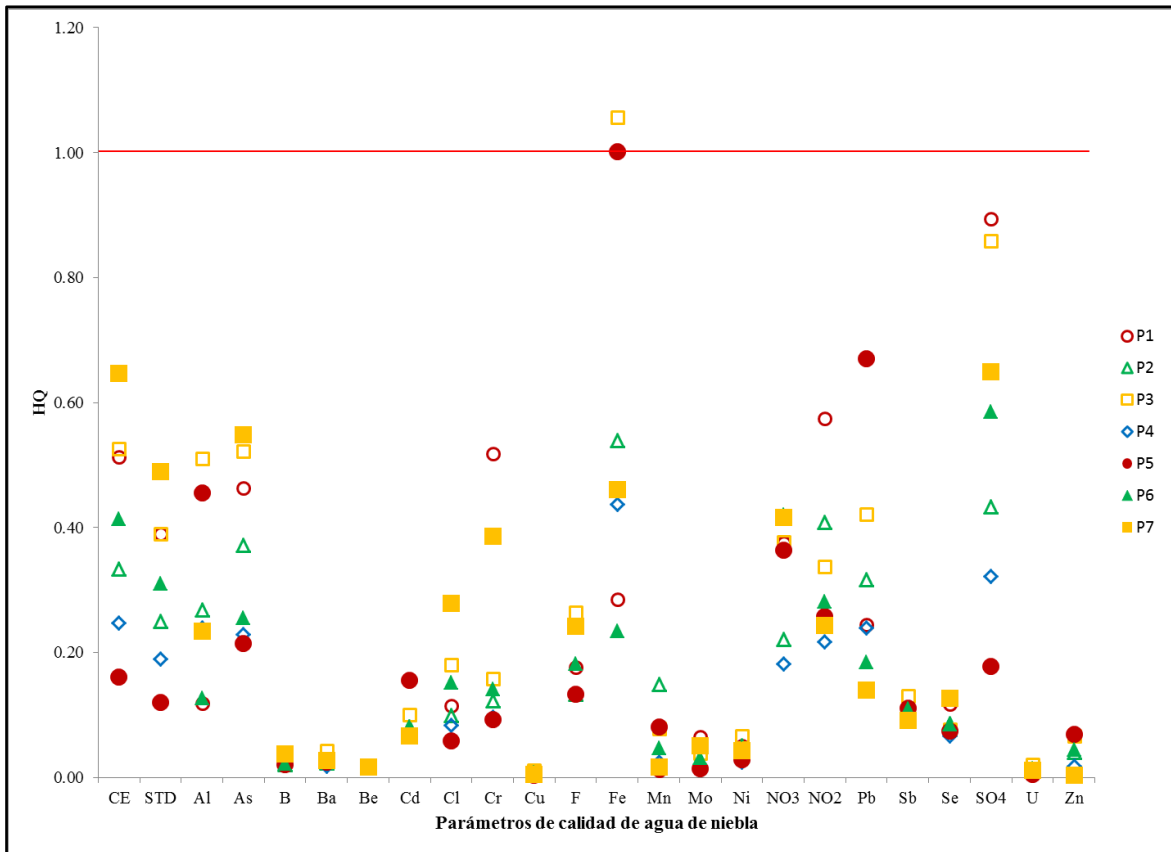


Figura 62: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Esto no sucede en el AA.HH. «12 de junio» (P1), ni en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), debido a que los valores registrados de pH del agua de niebla captada en estas zonas eran mayores al límite superior indicado en la normativa, tanto para el riego de vegetales, como para la bebida de animales.

En la Tabla 22 se muestra la lista de parámetros totales encontrados que salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 3, para las subcategorías D1 y D2.

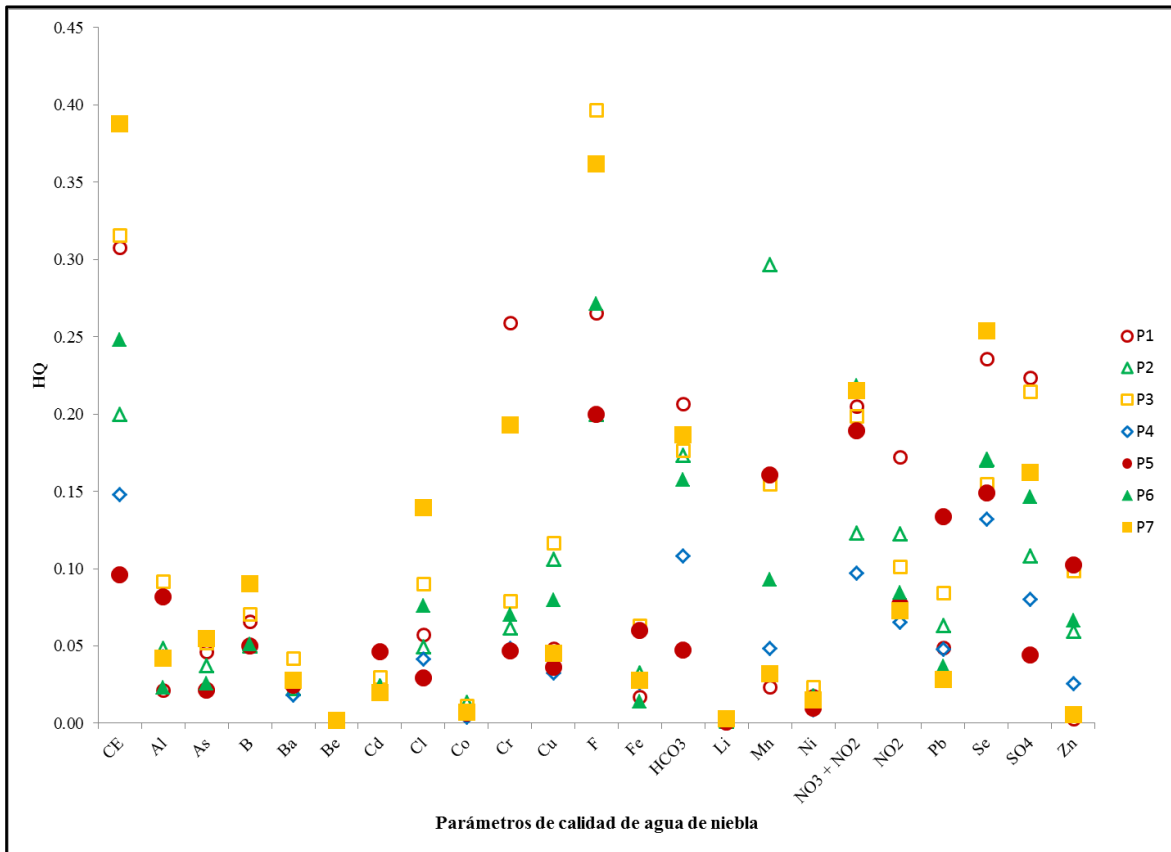


Figura 63: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales

Tabla 22: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de setiembre

Estaciones de monitoreo	Parámetros que exceden el ECA 2015 – Mes de setiembre		
	ECA Cat. 1-A, A1	ECA Cat. 3, D1	ECA Cat. 3, D2
P1	pH alto	pH alto	pH alto
P2			
P3	Fe		
P4			
P5	Fe		
P6			
P7	pH alto	pH alto	pH alto

FUENTE: Elaboración propia

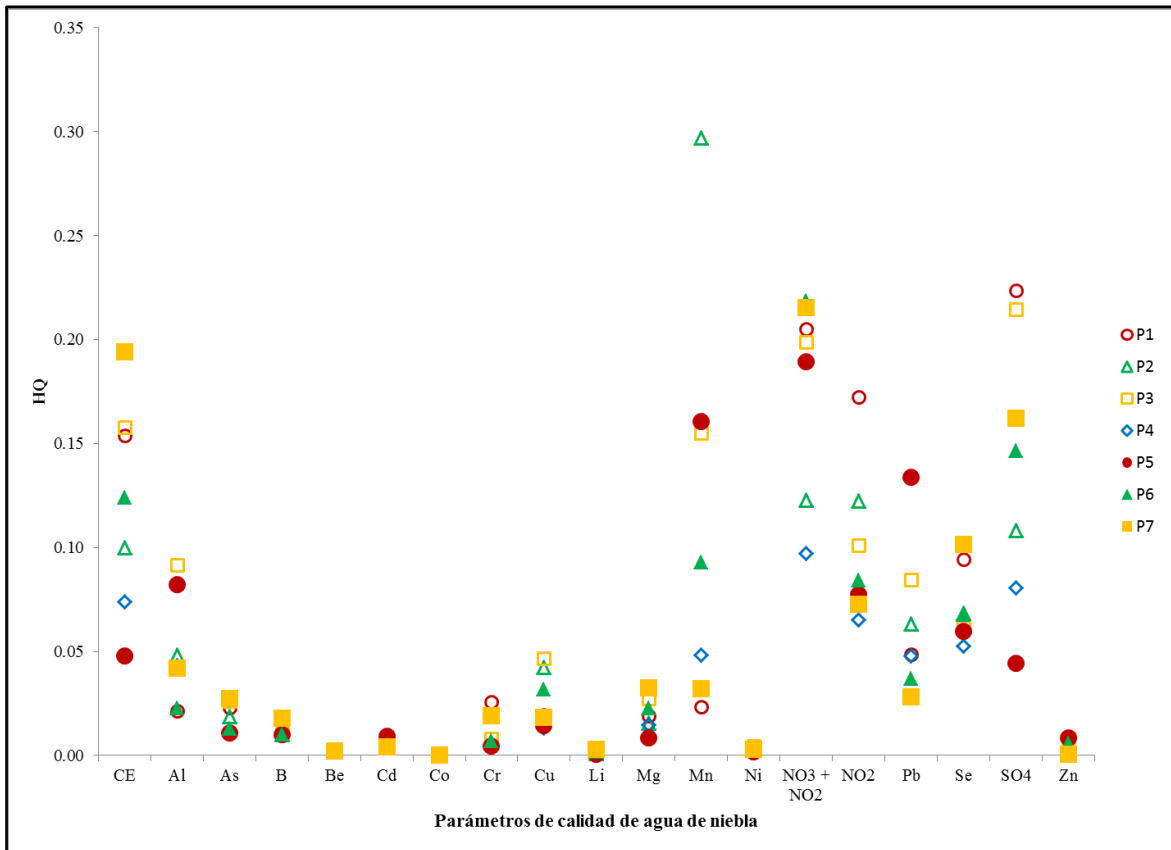


Figura 64: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de setiembre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales

Pasando al mes de octubre, en la Figura 65, se observan zonas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, donde el agua captada de la niebla es apta para el consumo de agua por medio de desinfección. Estas zonas evaluadas son, el AA.HH. «12 de junio» (P1), en los alrededores del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y el AA.HH. «Villa Lourdes» (P6).

Esto no sucede al norte del cementerio «Virgen de Lourdes» (P5), debido a que se encontraron niveles superiores a los establecidos en la normativa para el consumo de agua por medio de desinfección, para los parámetros de aluminio, hierro y plomo. Por otro lado, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), se encontraron niveles superiores a los establecidos en la normativa para el consumo de agua por medio de desinfección, para los parámetros de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, arsénico, cloruro, nitrato y sulfato.

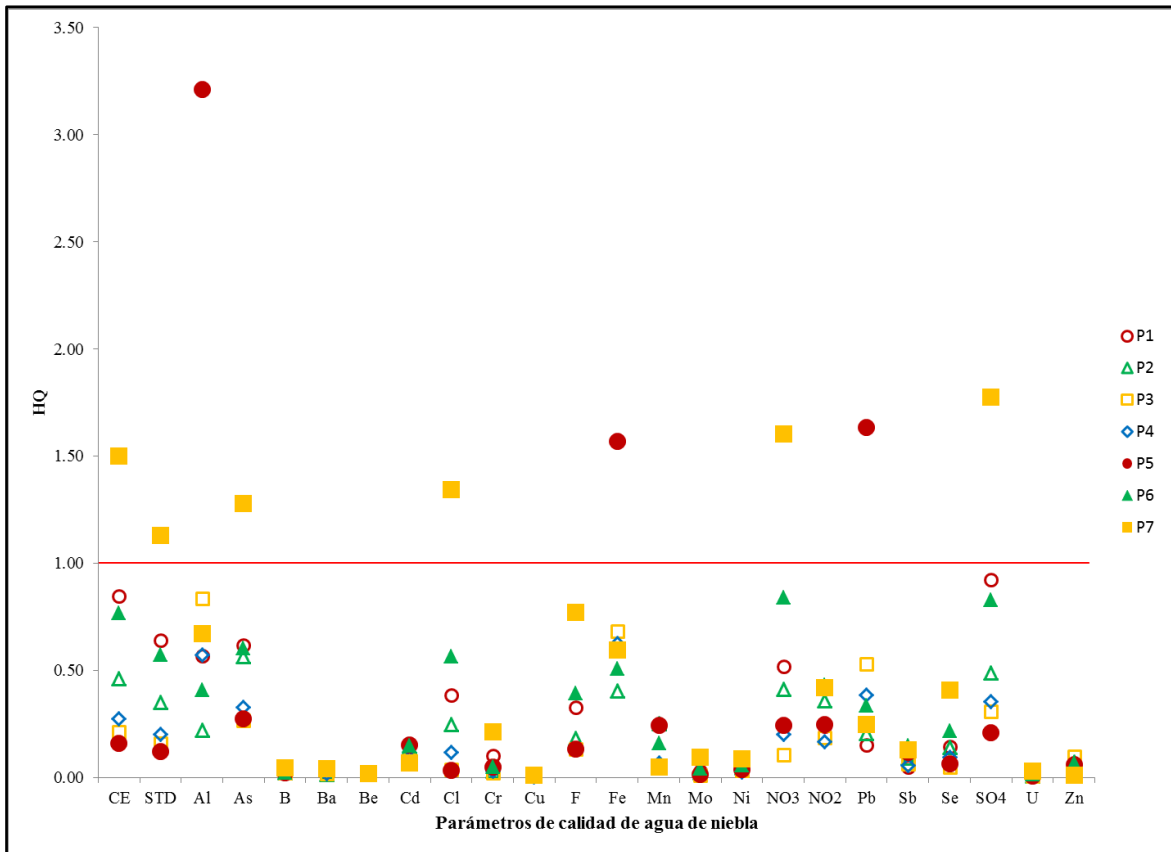


Figura 65: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

En la Tabla 23 se muestra la lista de parámetros totales que salen del rango establecido en el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 1-A, subcategoría A1.

En la Figura 66, se observa que, para el mes de octubre, todas las zonas evaluadas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María presentan agua captada de la niebla apta para el riego de vegetales; no obstante, esto es diferente en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL (P7), donde se encontraron niveles superiores a la normativa para riego de vegetales en flúor, lo cual se señala en la Tabla 23.

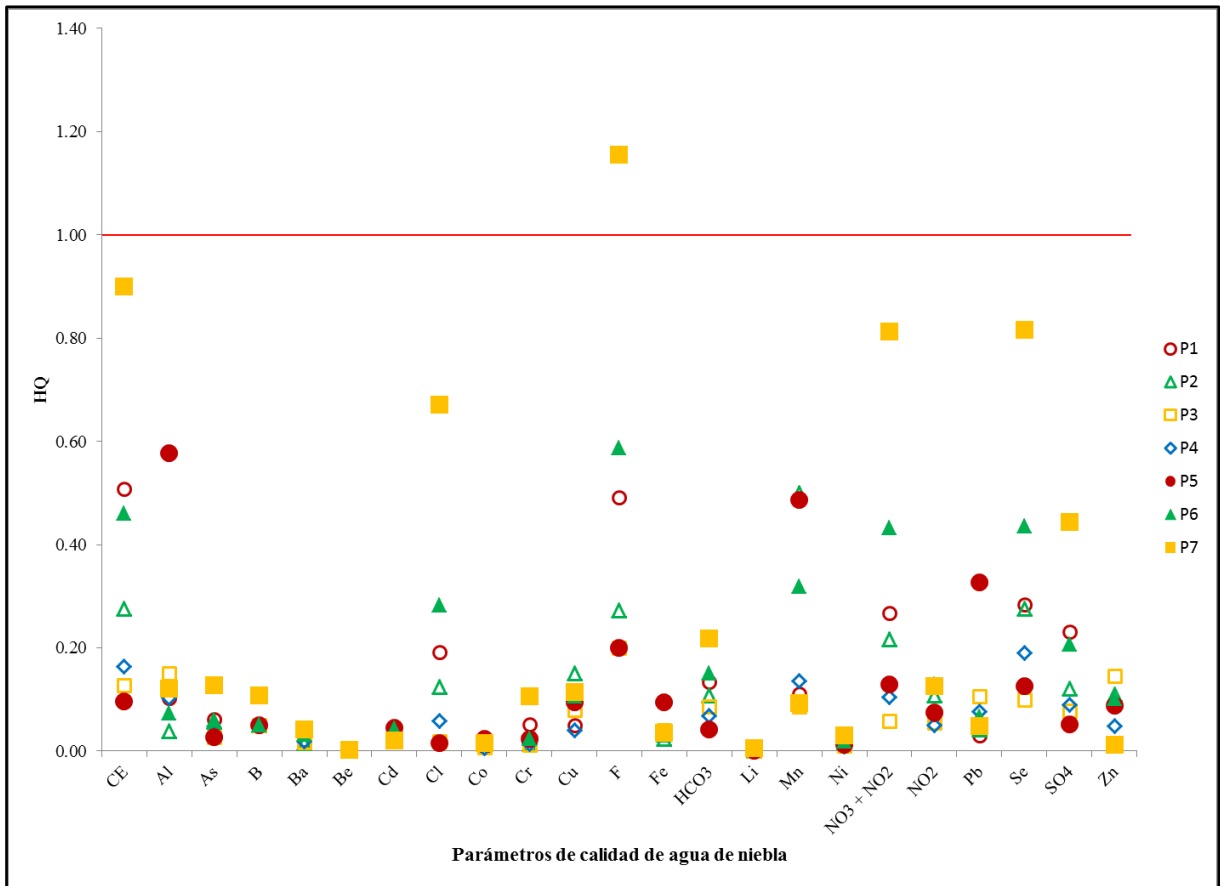


Figura 66: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales

En la Figura 67, se observa que, para el mes de octubre, todas las zonas evaluadas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, incluyendo a la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» ASALL, presentaron agua captable de la niebla apta para la bebida de animales, acorde con el DS 015-2015-MINAM, ECA aguas, categoría 3, subcategoría D2.

Finalmente, en la Tabla 24 se muestra el resumen de los resultados de la evaluación de la calidad del agua de niebla en las zonas evaluadas en Lomas de Villa María, así como los usos para los cuales el agua de niebla es apta, así como los usos para los cuales el agua de niebla no es apta.

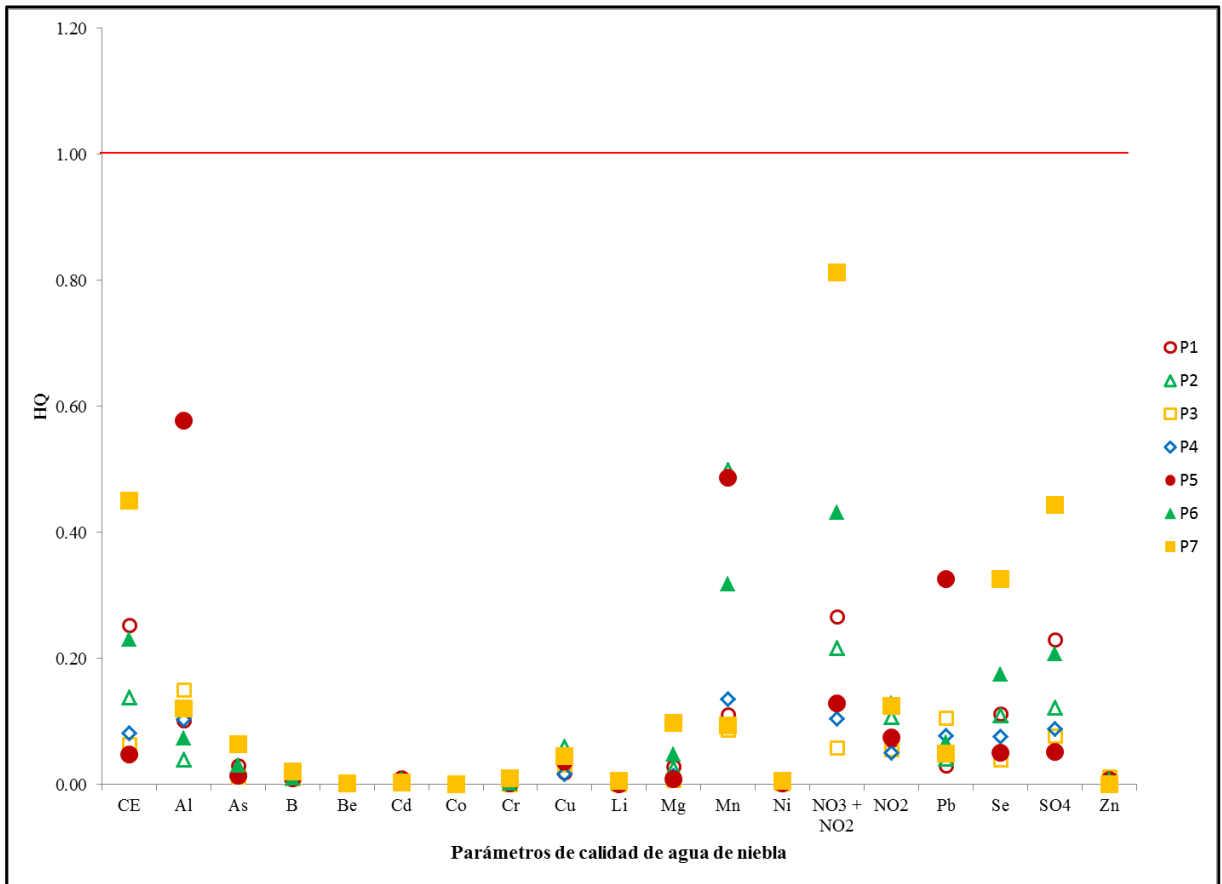


Figura 67: Gráfico de valores de HQ para el agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, para el mes de octubre, considerando el DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, subcategoría D2: Bebida de animales

Tabla 23: Lista de parámetros totales que evidencian contaminación, según el DS 015-2015-MINAM. ECA aguas, en el mes de octubre

Estaciones de monitoreo	Parámetros que exceden el ECA 2015 – Mes de octubre		
	ECA Cat. 1-A, A1	ECA Cat. 3, D1	ECA Cat. 3, D2
P1			
P2			
P3			
P4			
P5	Al, Fe, Pb		
P6			
P7	CE, STD, As, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	F ⁻	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 24: Tipos de usos recomendados para el agua captada de la niebla en Lomas de Villa María, según el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Aguas. DS 015-2015-MINAM.

Código	Agosto			Setiembre			Octubre		
	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 1	Uso 2	Uso 3
P1	No apto	Apto	Apto	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto
P2	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
P3	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
P4	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
P5	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	No apto	Apto	Apto
P6	No apto	No apto	No apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto	Apto
P7	No apto	No apto	Apto	No apto	No apto	No apto	No apto	No apto	Apto

Uso 1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Uso 2: Riego de vegetales

Uso 3: Bebida de animales

FUENTE: Elaboración propia

Se observa que, en las zonas cercanas al AA.HH. «Virgen de Lourdes» (P3) y al circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), el uso del agua captada de la niebla es recomendado para el riego de vegetales y bebida de animales, durante los tres meses de la evaluación en el año 2015.

Del resto de usos mostrados en la Tabla 24, se observa que, en al menos un mes, el agua captada de la niebla no es apta para consumo humano, para riego de vegetales, o para bebida de animales en el resto del área de estudio. Así también, ninguna de las zonas evaluadas fue recomendada para el consumo humano durante el mes de agosto, y es el mes de agosto, el mes donde se han presentado menor cantidad de usos posibles del agua de niebla.

No obstante, el agua captada de la niebla en las zonas cercanas a los AA.HH. «12 de junio» (P1) y AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) podría ser recomendada, tanto para riego de vegetales como para bebida de animales, si se hiciera un seguimiento constante del nivel de pH en el agua captada, puesto que el pH fue el único parámetro, y solo durante un mes en

cada caso, por el cual, el agua de niebla en esta zona no era apta para estos usos. Este seguimiento podría realizarse con papeles indicadores de pH, como una alternativa económica, en vista de las condiciones de vida de las poblaciones cercanas a estas zonas.

4.3.2. Balance Iónico

A continuación, se muestran los resultados de balance iónico, aplicados a los resultados del monitoreo de agua de niebla en Lomas de Villa María durante los meses de evaluación. Para ello, se utilizó el Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) (Błás et al. 2010), calculándose por medio del programa PHREEQC (Parkhurst y Appelo, 2013).

Los datos de entrada para el programa se muestran en el Anexo 9. Con estos datos, se elaboran la Tabla 25, Tabla 26 y Tabla 27, los cuales contienen los valores de los balances de cargas y de PDI, calculados por medio del programa PHREEQC.

En la Tabla 25, se muestran los valores de balance de cargas y de PDI obtenidos para el monitoreo de calidad de agua de niebla durante el mes de agosto. Se observan que todos los valores obtenidos son negativos, con balances de cargas variando entre -0.000132 eq. y -0.00569 eq., y con valores de PDI variando entre -0.65 y -17.18 por ciento.

Tabla 25: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de agosto

Código	Balance de cargas (eq)	PDI (%)
P1	-1.32E-04	-0.65
P2	-4.63E-04	-6.01
P3	-1.78E-03	-9.87
P4	-1.26E-03	-15.52
P5	-4.24E-04	-17.17
P6	-9.60E-04	-7.23
P7	-5.69E-03	-17.18

FUENTE: Elaboración propia

Yue et al. (2012) consideran aceptables los resultados del monitoreo de agua de niebla cuando el PDI se encuentre entre -25.8 y 10.4, rango en el cual se encuentran los resultados

del monitoreo; por lo cual, los resultados del monitoreo de agua de niebla para el mes de agosto son aceptables.

En la Tabla 26, se muestran los valores de balance de cargas y de PDI obtenidos para el monitoreo de calidad de agua de niebla durante el mes de setiembre. Se observan que todos los valores obtenidos son negativos, con balances de cargas variando entre -0.00071 eq. y -0.00152 eq., y con valores de PDI variando entre -7.66 y -25.00 por ciento.

Yue et al. (2012) consideran aceptables los resultados del monitoreo de agua de niebla cuando el PDI se encuentre entre -25.8 y 10.4, rango en el cual se encuentran los resultados del monitoreo; por lo cual, los resultados del monitoreo de agua de niebla para el mes de setiembre son aceptables.

En la Tabla 27, se muestran los valores de balance de cargas y de PDI obtenidos para el monitoreo de calidad de agua de niebla durante el mes de octubre. Se observan que todos los valores obtenidos son negativos, con balances de cargas variando entre -0.00021 eq. y -0.0064 eq., y con valores de PDI variando entre -3.97 y -15.24 por ciento.

Yue et al. (2012) consideran aceptables los resultados del monitoreo de agua de niebla cuando el PDI se encuentre entre -25.8 y 10.4, rango en el cual se encuentran los resultados del monitoreo; por lo cual, los resultados del monitoreo de agua de niebla para el mes de octubre son aceptables.

Tabla 26: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de setiembre.

Código	Balance de cargas (eq)	PDI (%)
P1	-1.21E-03	-8.63
P2	-1.01E-03	-11.50
P3	-1.47E-03	-10.46
P4	-7.10E-04	-10.78
P5	-1.16E-03	-25.00
P6	-1.52E-03	-13.41
P7	-1.11E-03	-7.66

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 27: Balance de cargas y Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla en el mes de octubre.

Código	Balance de cargas (eq)	PDI (%)
P1	-5.54E-04	-4.38
P2	-1.52E-03	-13.51
P3	-2.10E-04	-3.97
P4	-5.06E-04	-7.25
P5	-5.89E-04	-13.62
P6	-2.72E-03	-13.01
P7	-6.40E-03	-15.24

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 28, se observa la comparación de los resultados de PDI durante los meses de evaluación de la calidad del agua de niebla. Se observa que todos los valores obtenidos son negativos, incluso, la mayoría de resultados indica que los valores de PDI son menores a -5 por ciento. Esto indica que se han encontrado mayores cargas negativas que cargas positivas en el agua captada de la niebla, mostrando la predominancia de aniones en el agua de niebla.

Tabla 28: Porcentaje de Diferencia en el Balance Iónico (PDI) para los resultados del monitoreo de agua de niebla durante los meses de evaluación

Código	PDI (%)		
	Agosto	Setiembre	Octubre
P1	-0.65	-8.63	-4.38
P2	-6.01	-11.50	-13.51
P3	-9.87	-10.46	-3.97
P4	-15.52	-10.78	-7.25
P5	-17.17	-25.00	-13.62
P6	-7.23	-13.41	-13.01
P7	-17.18	-7.66	-15.24

FUENTE: Elaboración propia

Una posible explicación de estos resultados podría encontrarse en la ausencia de análisis de ciertos cationes en el monitoreo, tal y como los cationes CH_4^+ , CH_3^+ , CH_2^+ , CH^+ y C^+ , los cuales pueden provenir del metano (CH_4) (Milhaud, 1975). Nótese que los PDI con mayores

magnitudes negativas en todos los meses se encuentran en P5, en la parte alta de las «Lomas de Villa María», donde existe actividad porcícola.

4.3.3. Análisis de muestras de blancos y duplicados

En el Anexo 10 se muestran los análisis de muestras de blancos y duplicados realizados durante la presente investigación. A continuación, en la Tabla 29, se muestra el análisis de calidad de resultados del monitoreo de calidad de agua de niebla, realizado en el mes de agosto del 2015.

Como se observa, algunos de los elementos y compuestos, cuya Diferencia Relativa Porcentual (DRP) excede el 20 por ciento, son parámetros que en anteriores análisis han excedido las concentraciones establecidas en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, categoría 1-A, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Tabla 29: Análisis de calidad de resultados del monitoreo de agua de niebla durante el mes de agosto del 2015

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DRP (%)
Mg Total	mg/L	0.1	0.5	4.62	3.14	38.00
Al Total	mg/L	0.02	0.1	0.45	1.46	105.15
Cu Total	mg/L	0.002	0.01	0.01	0.02	33.44
Fe Total	mg/L	0.01	0.05	0.21	0.46	74.93
Pb Total	mg/L	0.005	0.025	0.026	0.079	102.07
Ti Total	mg/L	0.005	0.025	0.016	0.054	109.11
HCO3 Disuelto	mg/L	1	5	1	39	190.12
Al Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.13	0.33	84.77
Fe Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.07	0.19	85.65
Pb Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.025	0.068	93.15

FUENTE: Elaboración propia

Esto hace que, los parámetros que figuran en la Tabla 29 deben ser considerados como referenciales. Sin embargo, en los posteriores análisis, se consideraron los valores obtenidos en la estación de monitoreo «P2», los cuales representan menores concentraciones que el

duplicado «P8», excepto en el caso de magnesio. De este modo, a pesar de ser un valor referencial, ante un evento de contaminación del agua de niebla, no se consideraría totalmente descartada la posibilidad de contaminación si el menor valor de estas dos estaciones de monitoreo (P2) excede a la normativa correspondiente.

Del mismo modo, en la Tabla 30 se muestra el análisis de calidad de resultados del monitoreo de calidad de agua de niebla realizado en el mes de setiembre del 2015.

Como se observa, solo para la determinación de estroncio total en el agua, la Diferencia Relativa Porcentual (DRP) excede el 20 por ciento, de modo que se tomará este valor como referencial.

Finalmente, en el análisis de muestras de blancos y duplicados realizados durante el mes de octubre, presentado en el Anexo 10, se observa que ninguno de los parámetros excede el 20 por ciento de Diferencia Relativa Porcentual, y que, a la vez, sus concentraciones superen el valor de cinco veces el límite de detección del método.

Tabla 30: Análisis de calidad de resultados del monitoreo de agua de niebla durante el mes de setiembre del 2015

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P7	P8	DPR (%)
Sr Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.4010	0.5004	22.05

FUENTE: Elaboración propia

4.4. Caracterización química del agua de niebla

4.4.1. pAi

A continuación, se evalúa la variación del índice pAi (Hara et al. 1995) en el agua captada de la niebla de Lomas de Villa María, y su relación con su pH.

Como se observa en la Figura 68, los índices pAi obtenidos del agua de niebla en Lomas de Villa María para el mes de agosto son menores a 3.5; de modo que, sin la presencia de agentes neutralizantes en el agua de niebla, el pH mínimo que pudiera presentarse en el agua de niebla llegaría a ser muy ácido, con valores que llegarían a 2.3, en el caso de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7). No obstante, como se observó en la variación espacial del pH de agua de niebla para el mes de agosto, en la Figura 77, en ASALL (P7) se registró el mayor valor de pH (8.12), mientras que en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), donde se registró el mayor valor de pAi en el mes de agosto (3.39), se registró el menor valor de pH en el mismo mes (6.34).

Si bien, en lo anterior se muestra que la relación entre el pH y el pAi es diferente en cada zona evaluada en las Lomas de Villa María, se evidencia una gran diferencia entre ambos valores; de modo que, como explica Hara et al. (1995) en estos casos, existe una fuerte influencia de especies alcalinas en el agua de niebla. Y esta influencia sería más destacable en ASALL, donde las especies alcalinas en el agua de niebla transformarían un agua de niebla con un pH potencial mínimo de 2.3, en un agua de niebla con pH de 8.12, pasando de agua muy ácida a agua ligeramente alcalina.

Esto último se refuerza con la Figura 69, obtenida a partir de la Tabla 31, donde se observa que, a mayores valores de pH en el agua de niebla en Lomas de Villa María, el pAi tiende a reducirse. Este comportamiento ratifica que, la influencia de agentes acidificantes disminuye a medida que incrementa el pH en el agua de niebla, mientras que la influencia de agentes alcalinos se incrementa.

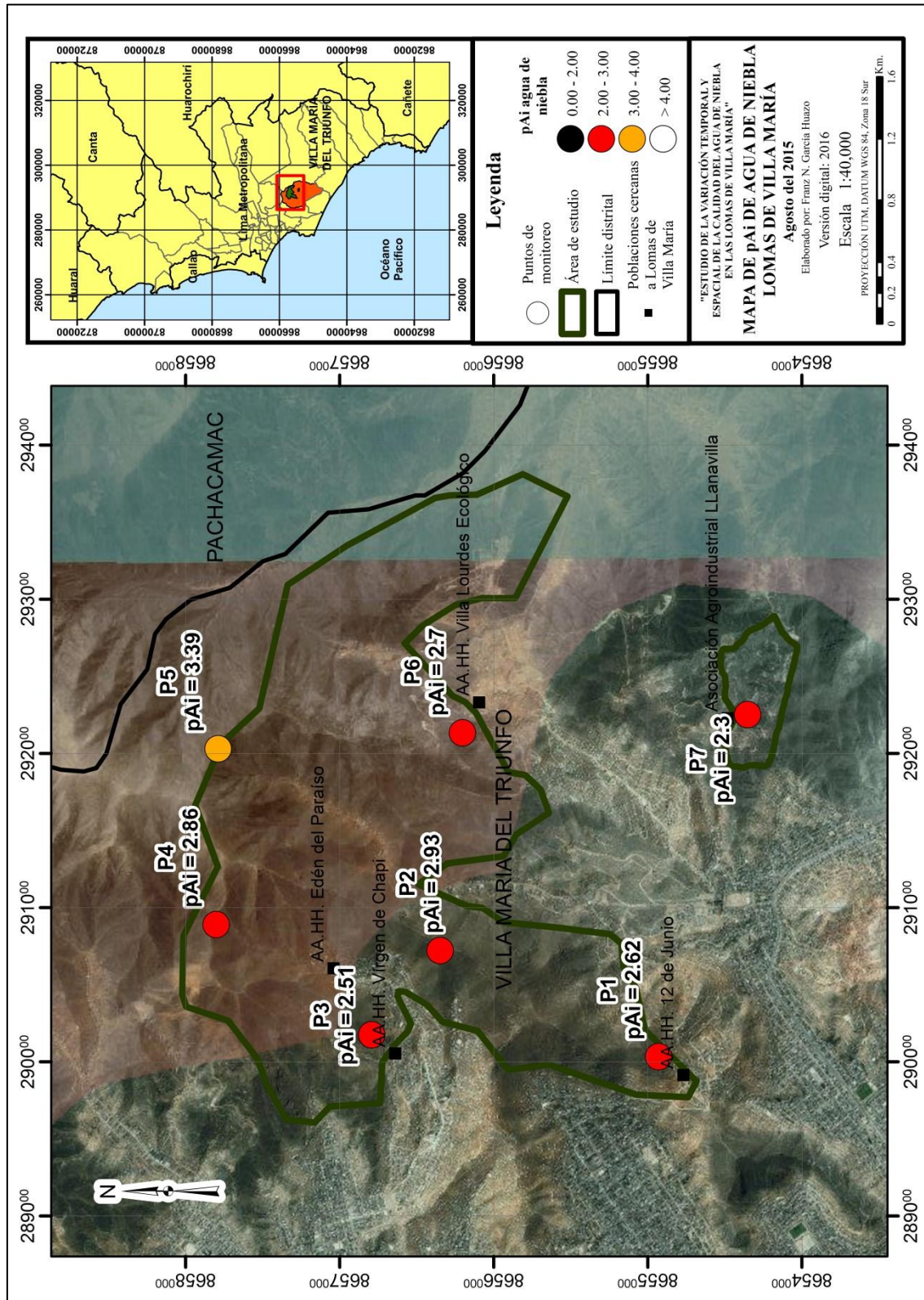


Figura 68: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

Tabla 31: Cálculos para obtención de índice pAi y coeficiente H⁺/Ai para el mes de agosto del 2015

Código	Sitio de muestreo	SO ₄ ²⁻ nss	NO ₃ ⁻	pAi	pH	H ⁺	Ai	H ⁺ /Ai
P1	AA.HH. «12 de junio»	179.86	31.48	2.62	8.31	0.000005	0.00238	0.002
P2	Ladera izquierda «Lomas de Paraíso»	74.20	25.56	2.93	7.24	0.000058	0.00118	0.049
P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	245.61	33.80	2.51	7.52	0.000030	0.00310	0.010
P4	Parte alta «Lomas de Paraíso»	106.14	16.04	2.87	7.81	0.000016	0.00136	0.011
P5	Parte más elevada de Lomas de Villa María	26.34	8.31	3.39	6.34	0.000461	0.00041	1.129
P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	162.34	18.20	2.70	6.34	0.000461	0.00198	0.232
P7	ASALL	373.91	68.20	2.30	8.12	0.000008	0.00499	0.002

FUENTE: Elaboración propia

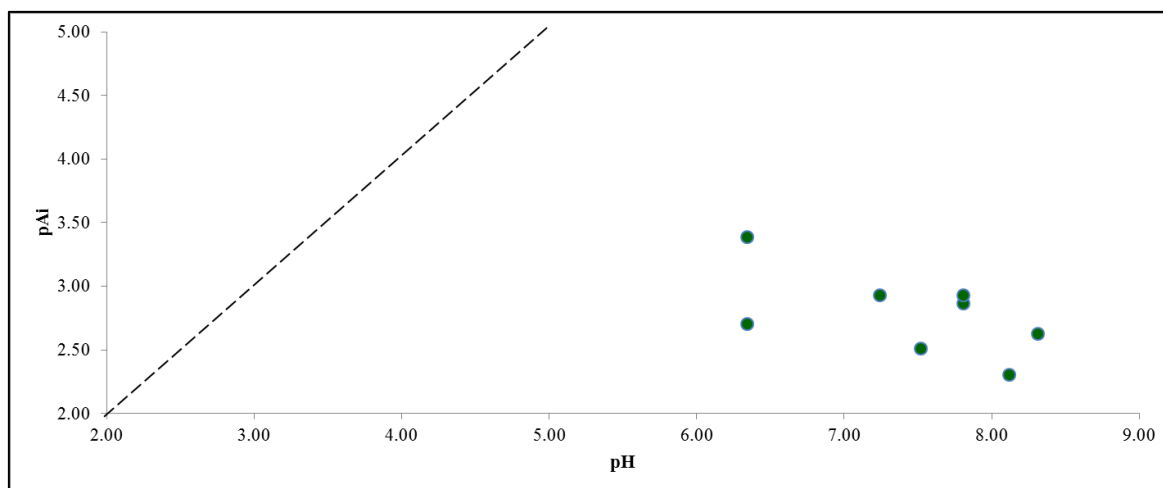


Figura 69: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

Finalmente, en la Figura 70, obtenida a partir de la Tabla 31, se observa como existe una tendencia a disminuir el índice H/Ai mientras incrementa el pH, lo cual indica que, a medida que disminuye la concentración total de hidrogeniones respecto a la concentraciones de agentes acidificantes, incrementa el pH. La única excepción se encuentra en la parte más

elevada de las Lomas de Villa María (P5), donde las bajas concentraciones de nitrato y de sulfato que no proveniente de sales marinas, hacen que el «Ai» se equipare con la baja concentración de hidrogeniones, como se observa en la Tabla 31.

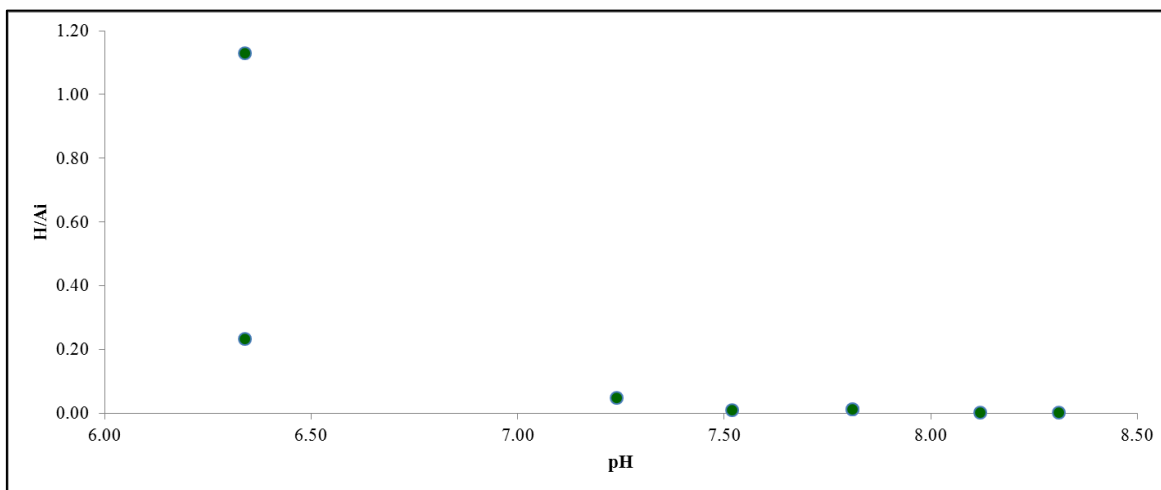


Figura 70: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

Para el mes de setiembre, como se observa en la Figura 71, los índices pAi obtenidos del agua de niebla en Lomas de Villa María son menores a 3.2; de modo que, sin la presencia de agentes neutralizantes en el agua de niebla, el pH mínimo que pudiera presentarse en el agua de niebla llegaría a ser muy ácido, con valores que llegarían a 2.59, en el caso del AA.HH. «12 de junio» (P1).

No obstante, en el AA.HH. «12 de junio» (P1) se registró el mayor valor de pH (8.79), seguido por la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL), con un pH de 8.70, mientras que, en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), donde se registró el mayor valor de pAi en el mes de setiembre (3.14), se registró el menor valor de pH en el mismo mes (6.99).

Si bien, en lo anterior se muestra que la relación entre el pH y el pAi es diferente en cada zona evaluada en las Lomas de Villa María, se evidencia una gran diferencia entre ambos valores; de modo que, como explica Hara et al. (1995), en estos casos, existe una fuerte influencia de especies alcalinas en el agua de niebla.

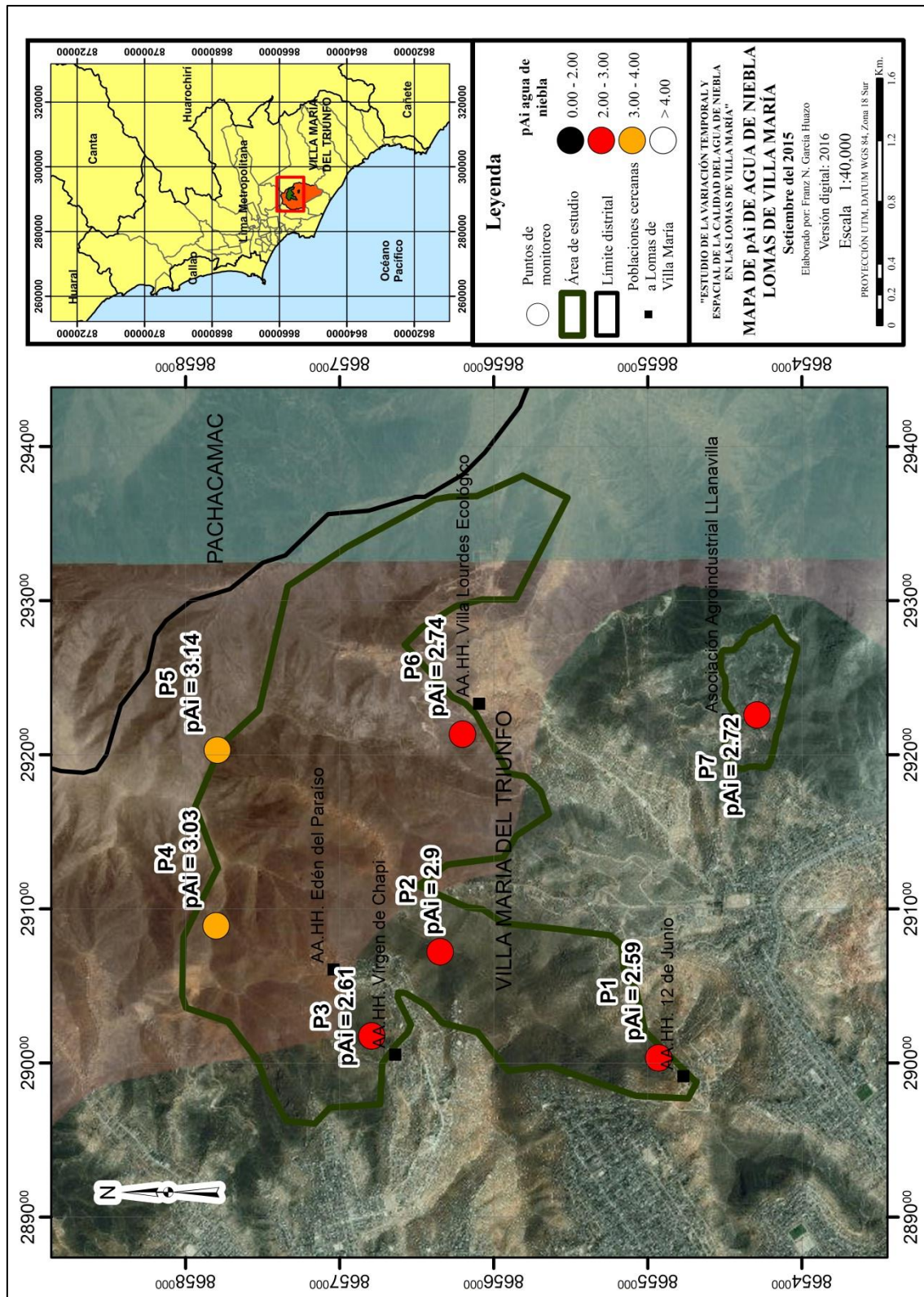


Figura 71: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

Y esta influencia alcalina sería más destacable en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en ASALL (P7), donde las especies alcalinas en el agua de niebla transformarían un agua de niebla con un pH potencial mínimo de 2.59 y 2.72 respectivamente, en un agua de niebla con pH de 8.79 y 8.70, respectivamente, pasando de agua muy ácida a agua ligeramente alcalina.

Esto último se refuerza con la Figura 72, obtenida a partir de la Tabla 32, donde se observa que, a mayores valores de pH en el agua de niebla en Lomas de Villa María, el pAi tiende a reducirse. Este comportamiento ratifica que, la influencia de agentes acidificantes disminuye a medida que incrementa el pH en el agua de niebla, mientras que la influencia de agentes alcalinos se incrementa.

Finalmente, en la Figura 73, obtenida a partir de la Tabla 32, se observa como existe una tendencia a disminuir el índice H/Ai mientras incrementa el pH, lo cual indica que, a medida que disminuye la concentración total de hidrogeniones respecto a la concentraciones de agentes acidificantes, incrementa el pH.

Tabla 32: Cálculos para obtención de índice pAi y coeficiente H⁺/Ai para el mes de setiembre del 2015

Código	Sitio de muestreo	SO ₄ ²⁻ nss	NO ₃ ⁻	pAi	pH	H ⁺	Ai	H ⁺ /Ai
P1	AA.HH. «12 de junio»	218.54	18.78	2.59	8.79	0.000002	0.00258	0.001
P2	Ladera izquierda «Lomas de Paraíso»	103.97	11.06	2.90	7.45	0.000036	0.00126	0.028
P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	206.63	18.87	2.61	7.47	0.000034	0.00246	0.014
P4	Parte alta «Lomas de Paraíso»	75.70	9.06	3.03	7.70	0.000020	0.00093	0.022
P5	Parte más elevada de Lomas de Villa María	40.94	18.17	3.14	6.99	0.000103	0.00072	0.143
P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	140.04	21.02	2.75	7.26	0.000055	0.00180	0.031
P7	ASALL	149.93	20.81	2.72	8.70	0.000002	0.00190	0.001

FUENTE: Elaboración propia

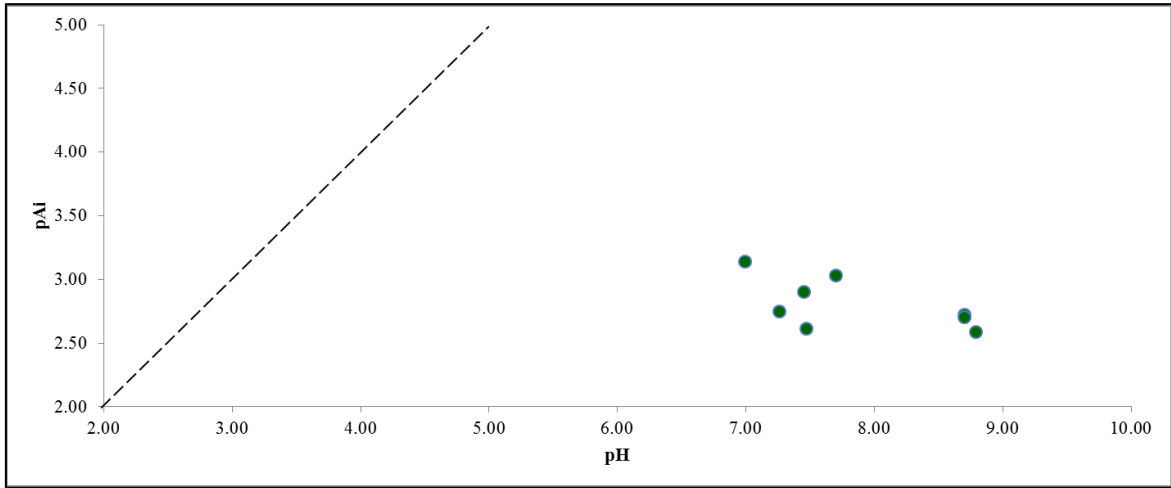


Figura 72: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

La única excepción se encuentra en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), donde las bajas concentraciones de nitrato y de sulfato no proveniente de sales marinas, hacen que el «Ai» se equipare con la baja concentración de hidrogeniones, como se observa en la Tabla 32.

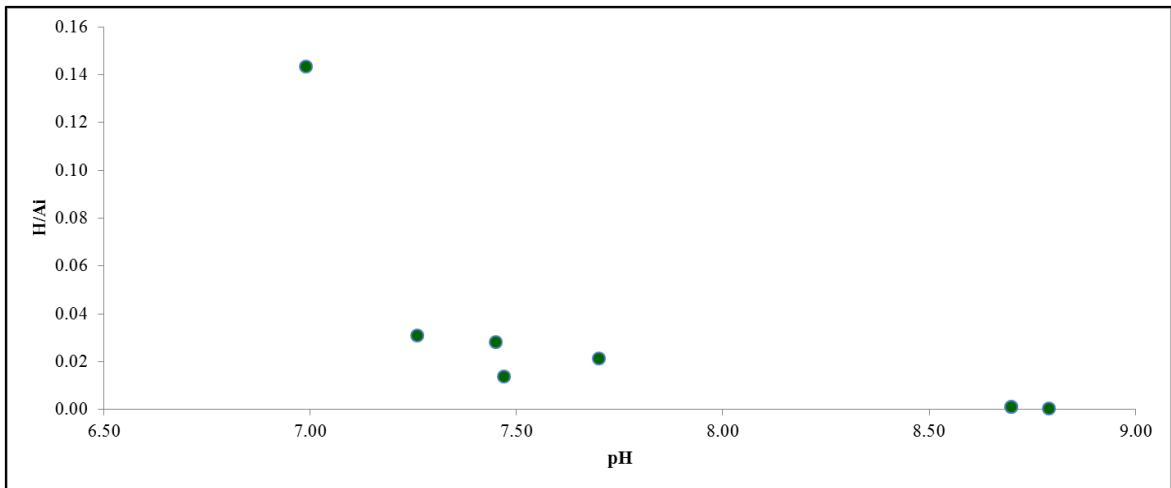


Figura 73: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

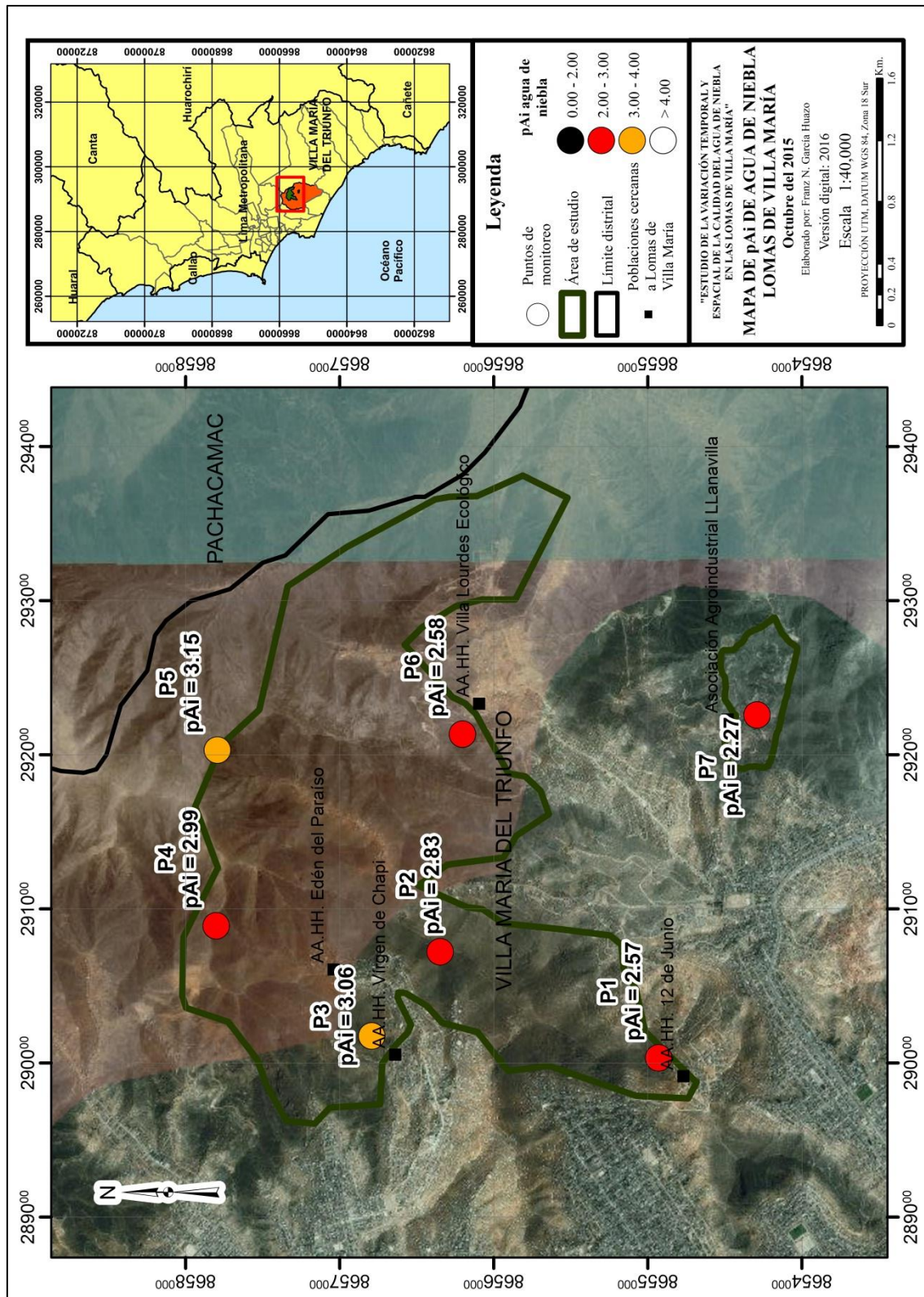


Figura 74: Mapa de variación espacial de pAi en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

Para el mes de octubre, como se observa en la Figura 74, los índices pAi obtenidos del agua de niebla en Lomas de Villa María son menores a 3.2; de modo que, sin la presencia de agentes neutralizantes en el agua de niebla, el pH mínimo que pudiera presentarse en el agua de niebla llegaría a ser muy ácido, con valores que llegarían a 2.27, en el caso de la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7).

No obstante, como se observó en la variación espacial del pH de agua de niebla para el mes de octubre, en la Figura 79, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) se registró el mayor valor de pH (7.78), mientras que en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), donde se registró el mayor valor de pAi en el mes de octubre (3.15), se registró el menor valor de pH en el mismo mes (6.75), junto con la zona correspondiente a la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2).

Tabla 33: Cálculos para obtención de índice pAi y coeficiente H⁺/Ai para el mes de octubre del 2015

Código	Sitio de muestreo	SO ₄ ²⁻ nss	NO ₃ ⁻	pAi	pH	H ⁺	Ai	H ⁺ /Ai
P1	AA.HH. «12 de junio»	220.12	25.99	2.57	7.45	0.000036	0.00271	0.013
P2	Ladera izquierda «Lomas de Paraíso»	111.47	20.60	2.83	6.75	0.000179	0.00149	0.120
P3	AA.HH. «Virgen de Chapi»	75.52	5.25	3.06	7.05	0.000090	0.00087	0.103
P4	Parte alta «Lomas de Paraíso»	83.19	9.96	2.99	7.00	0.000101	0.00103	0.098
P5	Parte más elevada de Lomas de Villa María	49.06	12.12	3.15	6.75	0.000179	0.00071	0.254
P6	AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»	184.45	41.88	2.59	7.09	0.000082	0.00260	0.032
P7	ASALL	392.85	80.09	2.27	7.78	0.000017	0.00538	0.003

FUENTE: Elaboración propia

Si bien en lo anterior se muestra que la relación entre el pH y el pAi es diferente en cada zona evaluada en las Lomas de Villa María, se evidencia una gran diferencia entre ambos valores; de modo que, como explica Hara et al. (1995) en estos casos, existe una fuerte

influencia de especies alcalinas en el agua de niebla. Y esta influencia sería más destacable en ASALL (P7), donde las especies alcalinas en el agua de niebla transformarían un agua de niebla con un pH potencial mínimo de 2.27, en un agua de niebla con pH de 7.78, pasando de agua muy ácida a agua neutra.

Esto último se refuerza con la Figura 75, obtenida a partir de la Tabla 33, donde se observa que, a mayores valores de pH en el agua de niebla en Lomas de Villa María, el pAi tiende a reducirse. Este comportamiento ratifica que, la influencia de agentes acidificantes disminuye a medida que incrementa el pH en el agua de niebla, mientras que la influencia de agentes alcalinos se incrementa.

Finalmente, en la Figura 76, obtenida a partir de la Tabla 33, se observa la existencia de una tendencia a disminuir el índice H/Ai mientras incrementa el pH, lo cual indica que, a medida que disminuye la concentración total de hidrogeniones respecto a la concentraciones de agentes acidificantes, incrementa el pH.

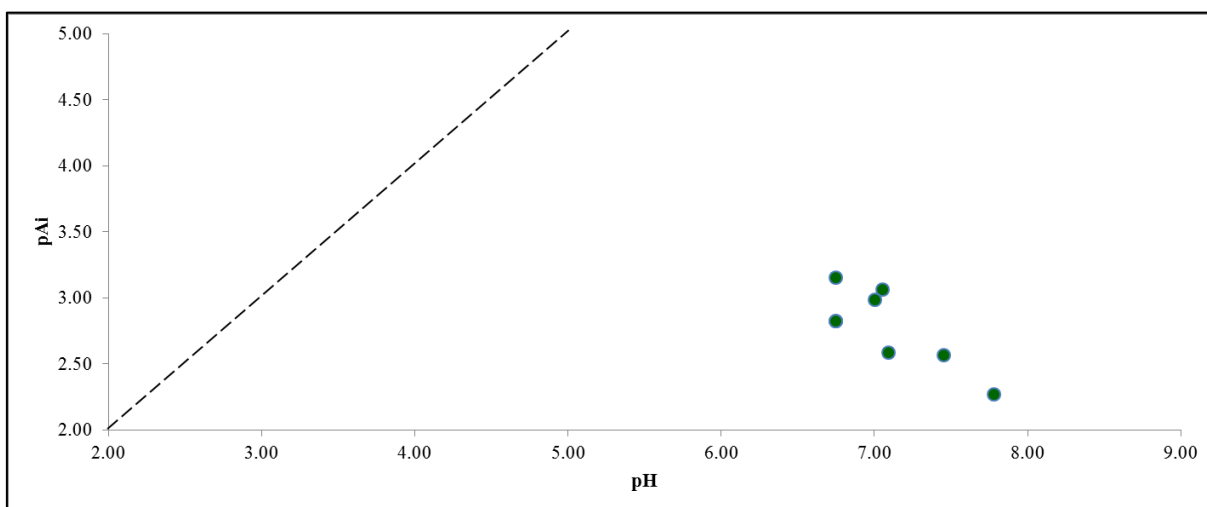


Figura 75: Variación del pAi con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

De los tres meses analizados, se puede observar que existe una tendencia a incrementarse el pAi a medida que se desplaza hacia el norte del ecosistema; de modo que los menores valores de pAi se encuentran al sur. Esto indica que los valores de pH mínimos potenciales más bajos se encuentran hacia el sur; no obstante, hacia el sur también se registran los valores de pH más elevados, llegando a ser alcalinos en el mes de setiembre. Esto no solo revela que

existe una fuente de alcalinidad que proviene del sur, sino que esta fuente influye lo suficiente para convertir agua de niebla con tendencias ácidas, a aguas neutras o alcalinas.

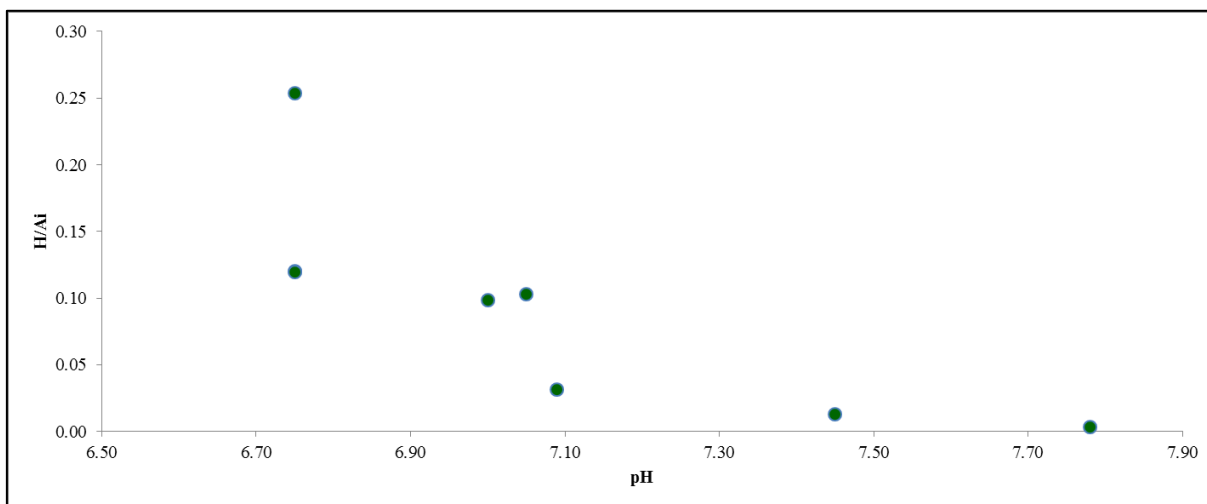


Figura 76: Variación del cociente H/Ai con el pH del agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.2. Análisis de Factores de Enriquecimiento

En el Anexo 14, se muestran los resultados del análisis de factores de enriquecimiento del agua de niebla, por parte del mar y del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María.

4.4.2.1. Factores de Enriquecimiento Marino

En el mes de agosto, respecto al análisis de factores de enriquecimiento (EF) del agua de niebla por parte del mar, como se observa en el Anexo 14, casi todos los componentes químicos del agua de niebla presentan valores superiores a la unidad. En gran parte de los casos, el valor de EF marino es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 70000. Como indica Vásquez et al. (2012), los valores de factores de enriquecimiento mayores a la unidad, representan la existencia de, al menos, una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del mar. En este mes, solo se han presentado valores de EF marino menores a la unidad para cloruro en el agua de niebla de la zona de estudio, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4); así como en magnesio, solo para los AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y «Villa Lourdes Ecológico» (P6).

En el mes de setiembre, se vuelven a observar valores de EF marino muy superiores a la unidad en casi todos los parámetros evaluados. En gran parte de los casos, el valor de EF

marino es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 30000. Como se mencionó antes, estos valores representan la existencia, en este mes, de al menos una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del mar. La única excepción se encuentra nuevamente en cloruro, en toda el área de estudio.

En el mes de octubre, se vuelven a observar valores de EF marino muy superiores a la unidad en casi todos los parámetros evaluados. En gran parte de los casos, el valor de EF marino es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 28000. Como se mencionó antes, estos valores representan la existencia, en este mes, de al menos una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del mar. La única excepción se encuentra, nuevamente, en cloruro, en toda el área de estudio, salvo el AA.HH. «12 de junio» (P1).

De los resultados obtenidos en el análisis de Factores de Enriquecimiento Marino, se observa que existe más de una fuente, a parte del mar, que provee de componentes químicos al agua de niebla. Incluso, se observa que, el aporte de componentes químicos, desde el mar hasta el agua de niebla que puede ser captada en Lomas de Villa María, es mínimo para la gran mayoría de elementos y compuestos químicos que constituyen el agua de niebla. Solo en el caso de los cloruros en el agua de niebla, se observa que una gran parte de su concentración en el agua de niebla proviene del mar.

4.4.2.2. Factores de Enriquecimiento del Suelo

En el mes de agosto, respecto al análisis de factores de enriquecimiento (EF) del agua de niebla por parte del suelo, como se observa en el Anexo 14, casi todos los componentes químicos del agua de niebla presentan valores superiores a la unidad. En gran parte de los casos, el valor de EF del suelo es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 2600. Como indica Vásquez et al. (2012), los valores de factores de enriquecimiento mayores a la unidad, representan la existencia de al menos una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del suelo. En este mes, solo se han presentado valores de EF del suelo menores a la unidad para hierro en el agua de niebla de la zona de estudio, excepto en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), así como en la parte alta del ecosistema de Lomas de Villa María (P5).

En el mes de setiembre, se vuelven a observar valores de EF del suelo, muy superiores a la unidad, esta vez, en todos los parámetros evaluados. En gran parte de los casos, el valor de

EF del suelo es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 2500. Como se mencionó antes, estos valores representan la existencia, en este mes, de al menos una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del suelo.

En el mes de octubre, se vuelven a observar valores de EF del suelo, muy superiores a la unidad en casi todos los parámetros evaluados. En gran parte de los casos, el valor de EF del suelo es mayor a 10, llegando incluso a valores de casi 3400. Como se mencionó antes, estos valores representan la existencia, en este mes, de al menos una fuente de emisión de estos componentes químicos al agua de niebla, además del suelo. En este mes, se han presentado valores de EF del suelo menores a la unidad para hierro en el agua de niebla de la zona de estudio, excepto en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2). Por otro lado, se observa que en la parte alta del ecosistema de Lomas de Villa María (P5), el EF del suelo es menor a la unidad para sílice y hierro.

De los resultados obtenidos en el análisis de Factores de Enriquecimiento del suelo, se observa que existe más de una fuente, a parte del suelo, que provee de componentes químicos al agua de niebla. Incluso, se observa que, el aporte de componentes químicos, desde el suelo hasta el agua de niebla que puede ser captada en Lomas de Villa María, es mínimo para la gran mayoría de elementos y compuestos químicos que constituyen el agua de niebla. Solo en el caso del hierro en el agua de niebla, se observa que una gran parte de su concentración en el agua de niebla proviene del suelo, para algunos casos presentados.

4.4.3. Variación espacial de la calidad del agua de niebla y análisis de contribución de componentes químicos por fuentes de emisión

A continuación, se analiza la variación espacial de la calidad del agua de niebla, a través del área del ecosistema de Lomas de Villa María, considerando los parámetros físico-químicos, así como elementos y compuestos químicos, cuyas concentraciones en el agua sean superiores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM.

Además, se analiza la contribución de componentes químicos del agua de niebla en el ecosistema de Lomas de Villa María, por fuentes de emisión. Las fuentes de emisión a considerar para el agua de niebla son el mar contiguo a la costa de Chorrillos, así como el suelo del ecosistema de Lomas de Villa María, y finalmente, las fuentes antrópicas que

pueden afectar la calidad del agua en las Lomas de Villa María, como se han descrito en la identificación de problemas ambientales. En el Anexo 15 se muestran las concentraciones de cada componente químico del agua de niebla, según su fuente de emisión.

Considerando los elementos y compuestos químicos, cuyas concentraciones en el agua sean superiores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, se escogen estos parámetros para elaborar los mapas de contribución de elementos y compuestos químicos al agua de niebla.

4.4.3.1. Variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la Figura 77 se observan las diferencias del pH del agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de agosto del 2015. Para el caso del análisis del pH, solo se analiza la variación espacial, puesto que el análisis de contribución de componentes químicos solo se aplica a elementos y compuestos químicos, y no a parámetros *in-situ* como el pH.

Así, se reportan aguas ligeramente ácidas hacia el noreste del ecosistema de Lomas de Villa María, en la zona más elevada del ecosistema (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), con valores de pH de 6.34 en ambos casos. Estos valores están por debajo del rango de pH establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, tanto para su potabilización con desinfección, como para el riego de vegetales y la bebida de animales.

Por otro lado, hacia el sur del ecosistema de Lomas de Villa María, en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7), los valores registrados del pH son de 8.31 y 8.12 respectivamente. Si bien, estos valores están dentro de lo establecido en la normativa ambiental antes mencionada, sus valores son más elevados que los registrados en el resto del ecosistema. Esto genera cierto contraste entre los valores de pH encontrados al sur y los valores de pH al noreste del ecosistema de Lomas de Villa María. En el resto de estaciones de monitoreo, se encontraron valores neutros de pH para el mes de agosto.

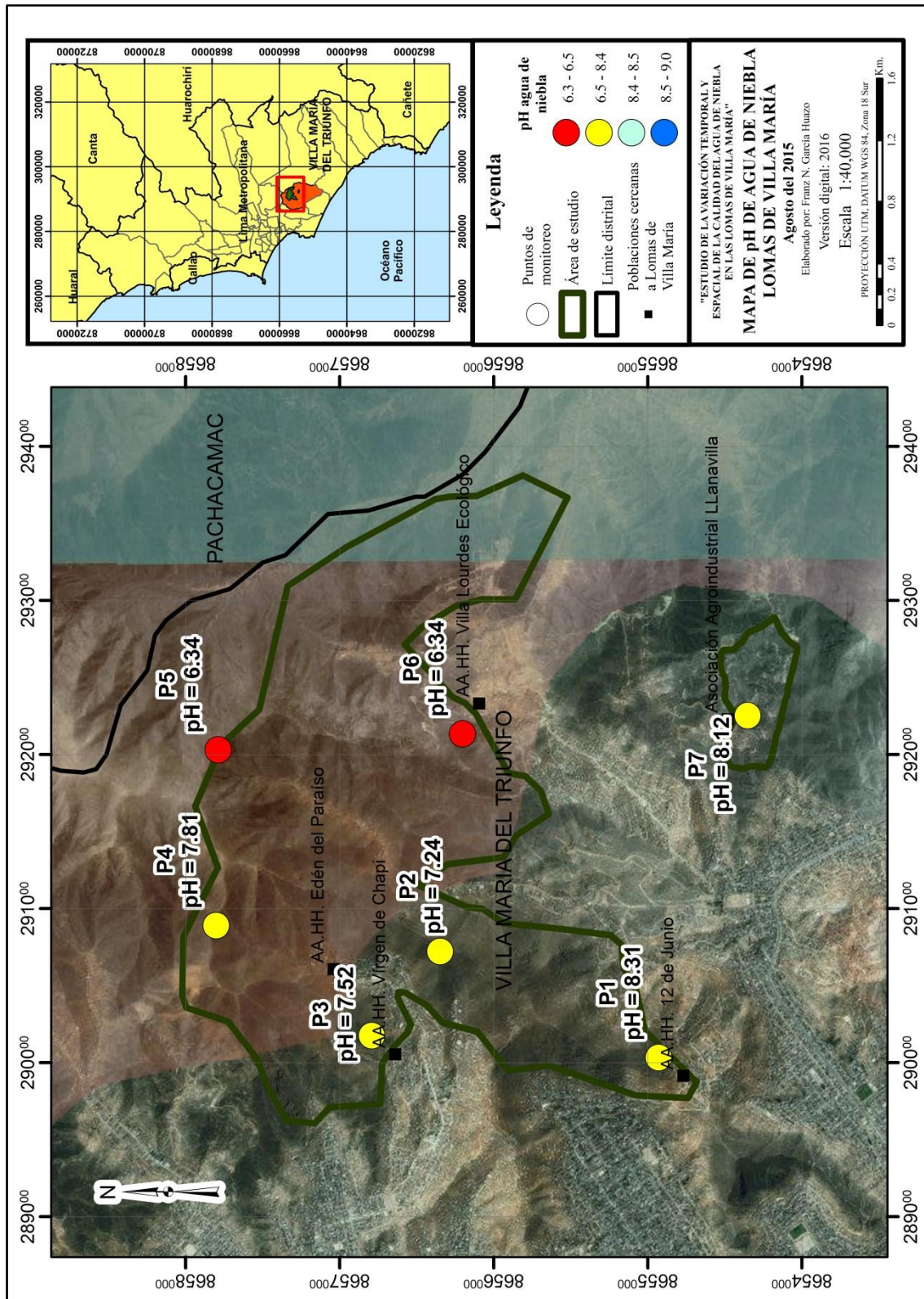


Figura 77: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

Por otro lado, hacia el noreste del ecosistema de Lomas de Villa María, en la zona más elevada del ecosistema (P5), el valor registrado de pH es de 6.99. Si bien, este valor de pH es neutro, también es el valor más bajo registrado en el resto del ecosistema. Así, en este mes, se vuelve a observar cierto contraste entre los valores de pH encontrados al sur y al noreste del ecosistema de Lomas de Villa María. En el resto de estaciones de monitoreo evaluadas, se encontraron valores neutros de pH para el mes de setiembre, entre 7.26 y 7.70.

Finalmente, en la Figura 79 se observa la variación del pH del agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de octubre del 2015. Se reportan aguas neutras al centro y al norte del ecosistema, con valores entre 6.75 y 7.09. Los valores de pH de agua de niebla más elevados que han sido registrados en este mes corresponden a las estaciones de monitoreo ubicadas en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7), con valores de pH de 7.45 y 7.78. Si bien, estos valores se encuentran dentro del rango de pH establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, son los más elevados que se han registrado este mes.

Así, en el mes de octubre, se observa cierta diferencia en los valores de pH encontrados al sur de ecosistema, con respecto a los valores de pH registrados en el resto de las Lomas de Villa María.

Como se observa, es probable que exista una fuente de contaminación que incremente el nivel de pH en el agua de niebla, ubicándose hacia el sur de ecosistema de Lomas de Villa María, debido al comportamiento evaluado en el agua de niebla.

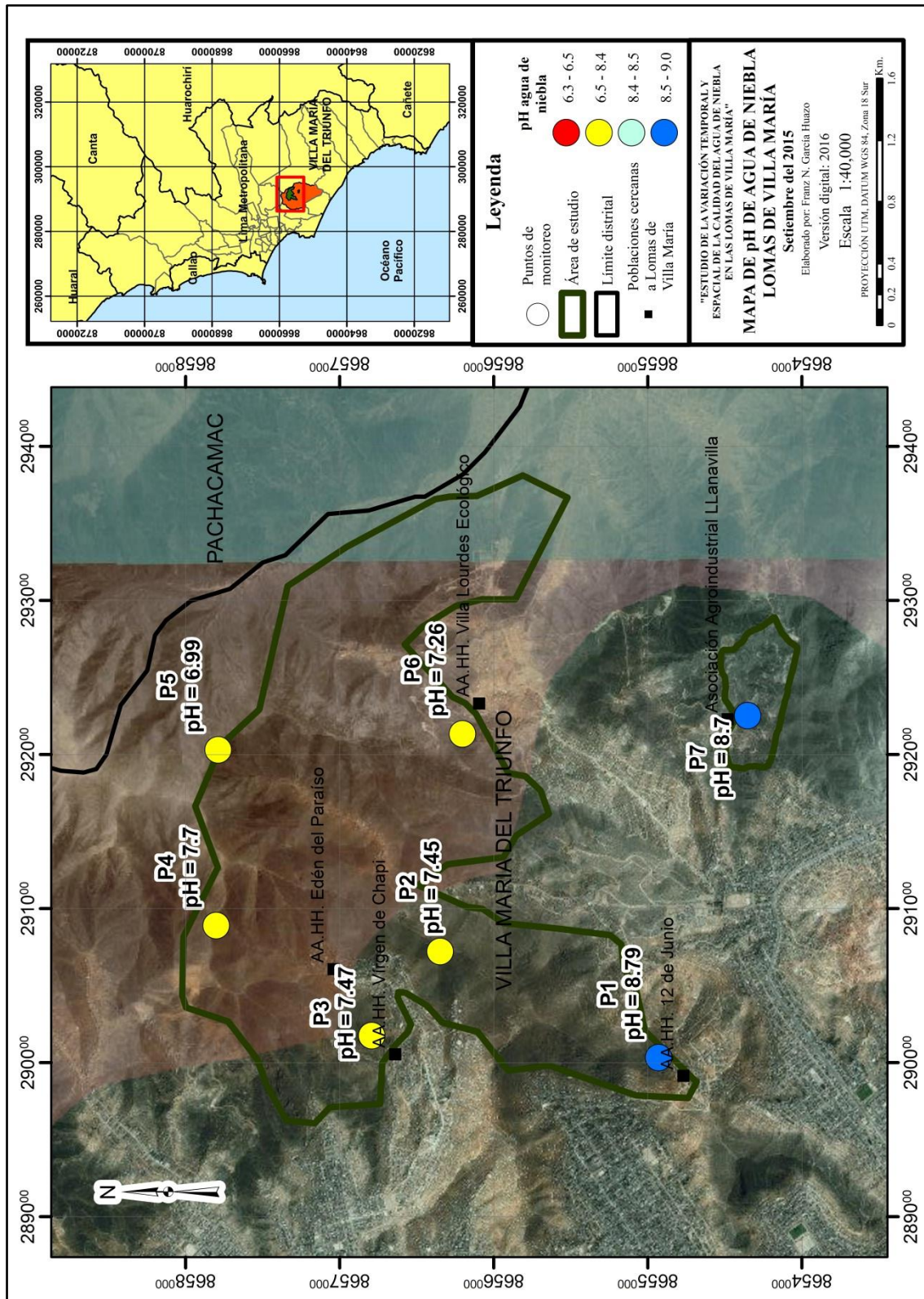


Figura 78: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

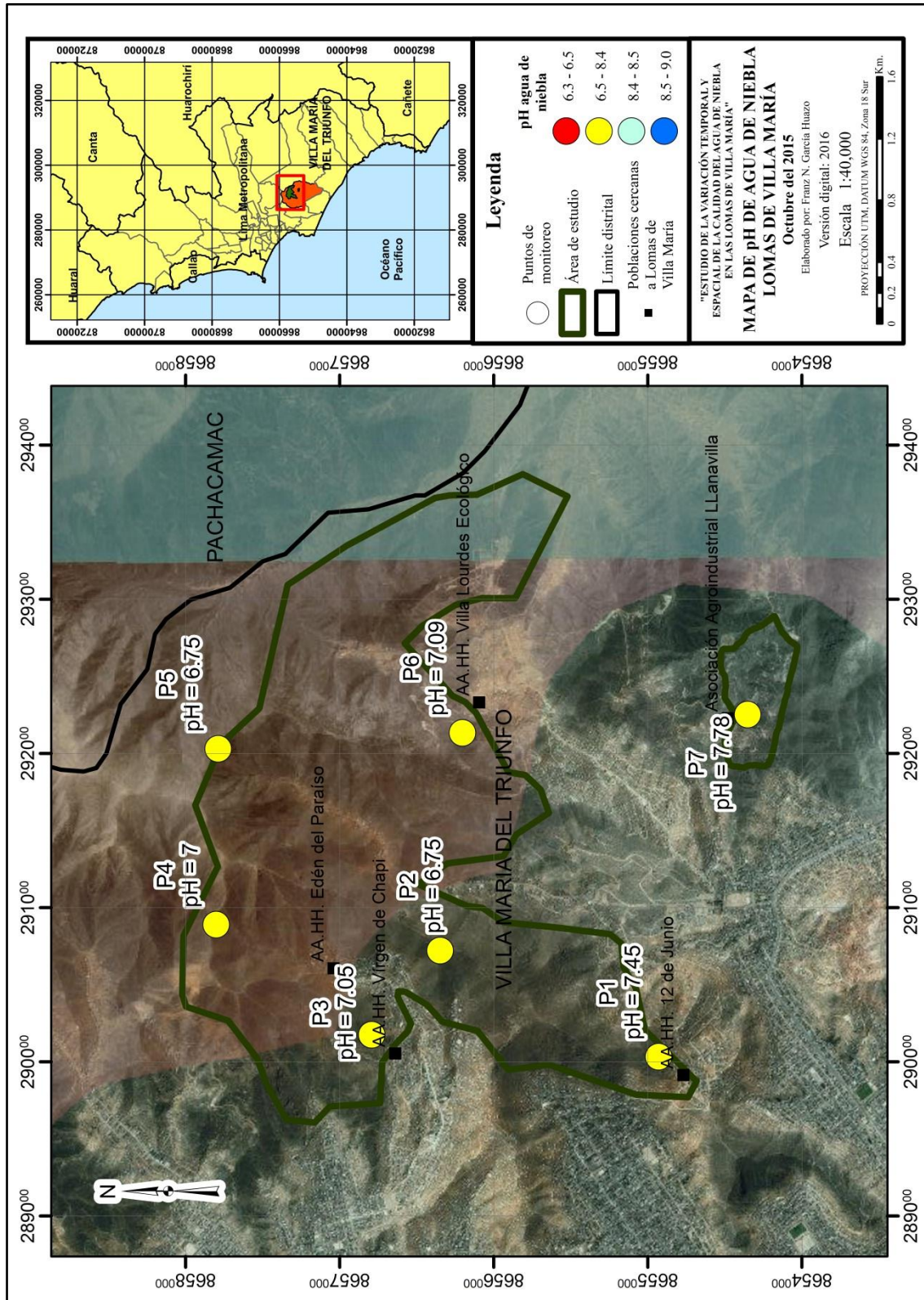


Figura 79: Mapa de variación espacial del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.2. Variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la Figura 80 se observan las diferencias de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de agosto del 2015. Se observa que el agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) tiene el mayor valor registrado de conductividad eléctrica en el mes de agosto, superando el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Además, se observa que, a medida que se desplaza hacia el norte, el valor de conductividad eléctrica va disminuyendo; de modo que, en el resto del ecosistema de Lomas de Villa María, los valores de conductividad eléctrica están por debajo de la normativa mencionada, e incluso, en la zona más elevada del ecosistema (P5), el valor de conductividad eléctrica es 10 veces menor a lo establecido en la normativa.

No obstante, se observa que hacia el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), existe un incremento de la conductividad eléctrica, pero sin exceder lo establecido en la normativa.

Del mismo modo, en el mes de setiembre, en la Figura 81, se observa que, a medida que se va desplazando hacia el norte del ecosistema, la conductividad eléctrica del agua de niebla disminuye. Mencionado de otra manera, la conductividad del agua de niebla se incrementa a medida que se desplaza hacia el sur de las Lomas de Villa María; no obstante, en este mes, no se encuentra ningún valor que sobrepase el valor establecido en la normativa ambiental.

Se observa que, en el mes de setiembre, hacia el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), vuelve a existir un incremento de la conductividad eléctrica del agua de niebla; esto podría indicar que existe una fuente de conductividad eléctrica cercana al AA.HH. «Virgen de Chapi».

Finalmente, en la Figura 82, se observa la variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla para el mes de octubre. En este mes, se vuelve a encontrar el patrón de incremento de conductividad eléctrica a medida que se desplace hacia el sur del ecosistema.

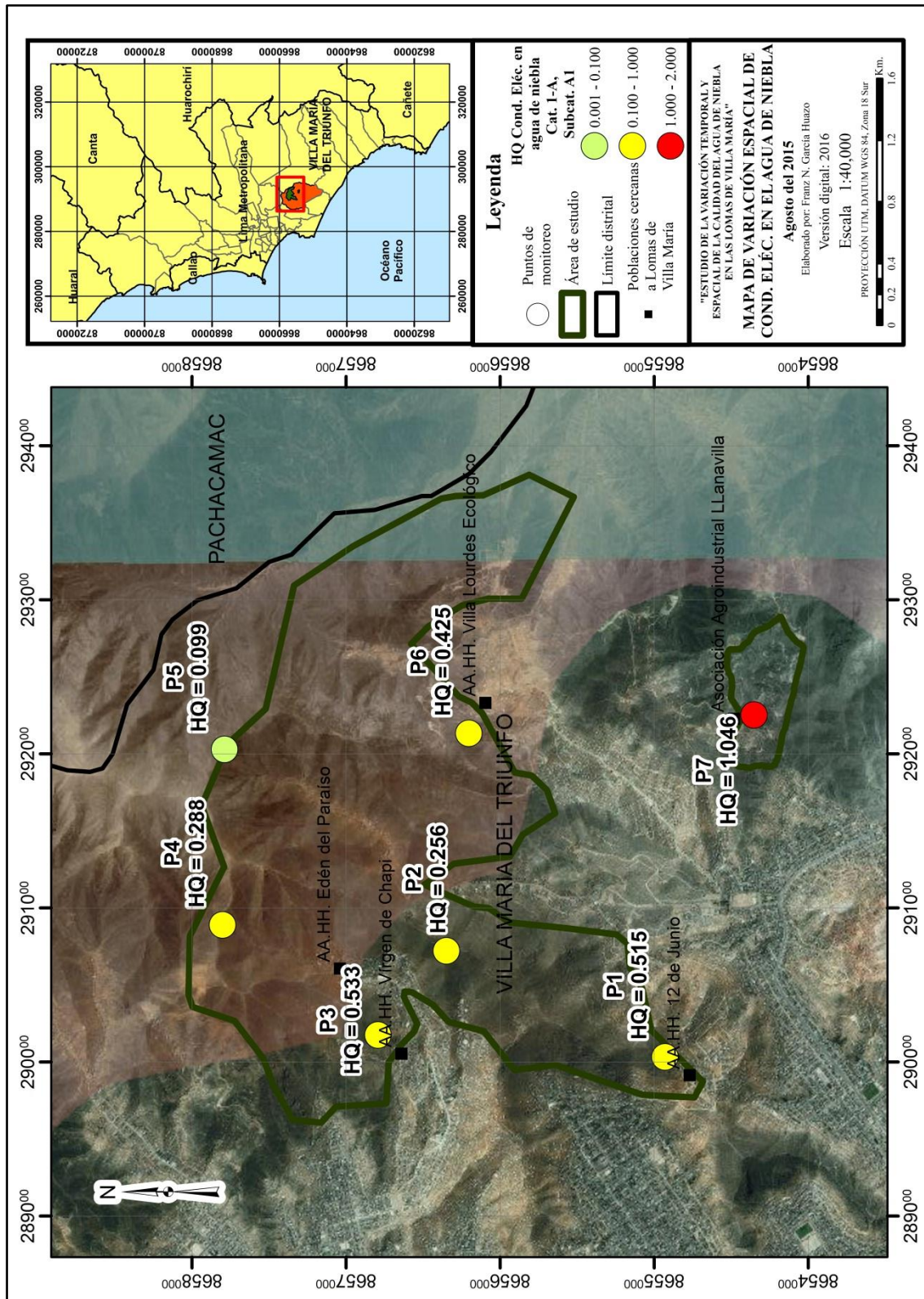


Figura 80: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

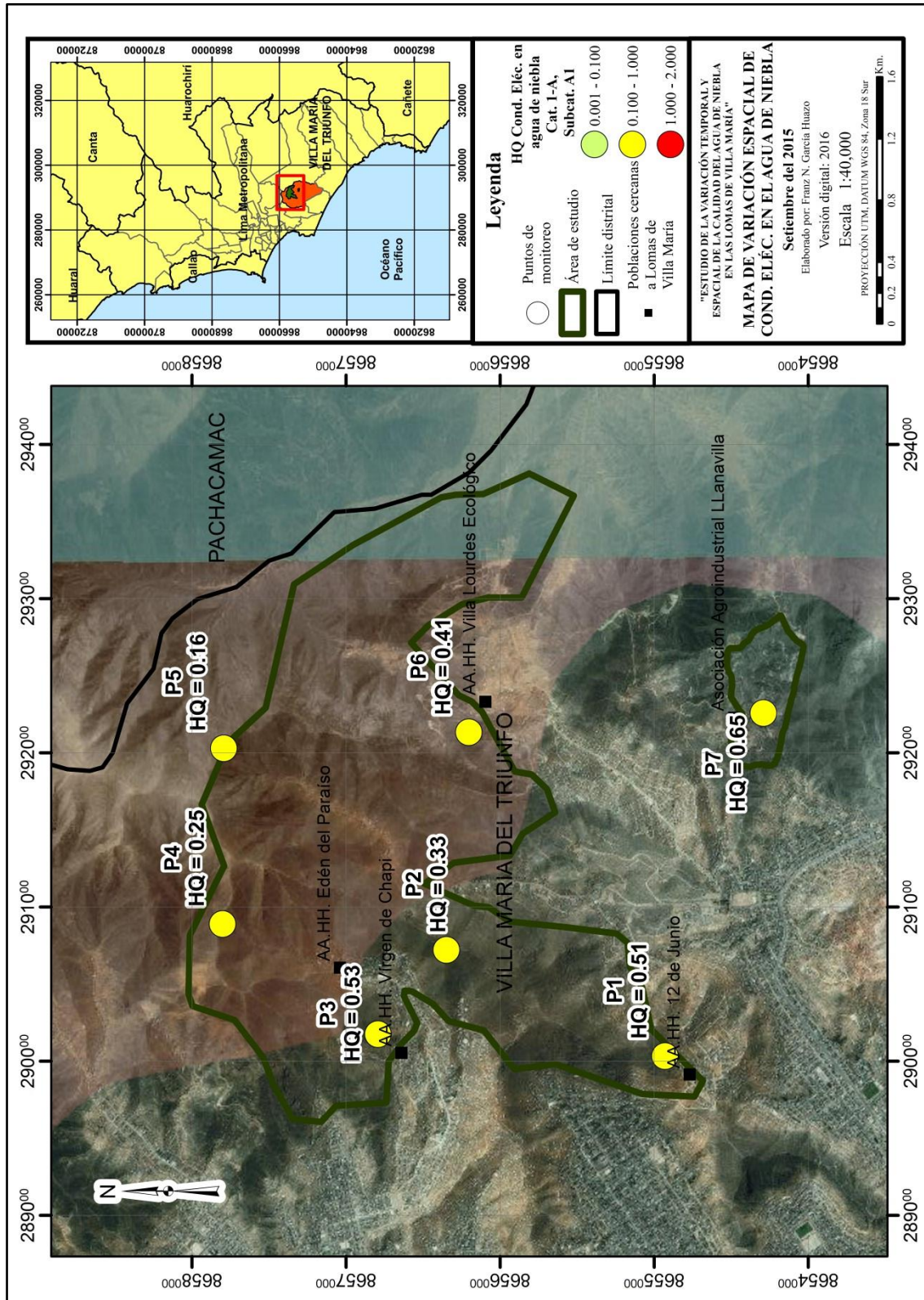


Figura 81: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

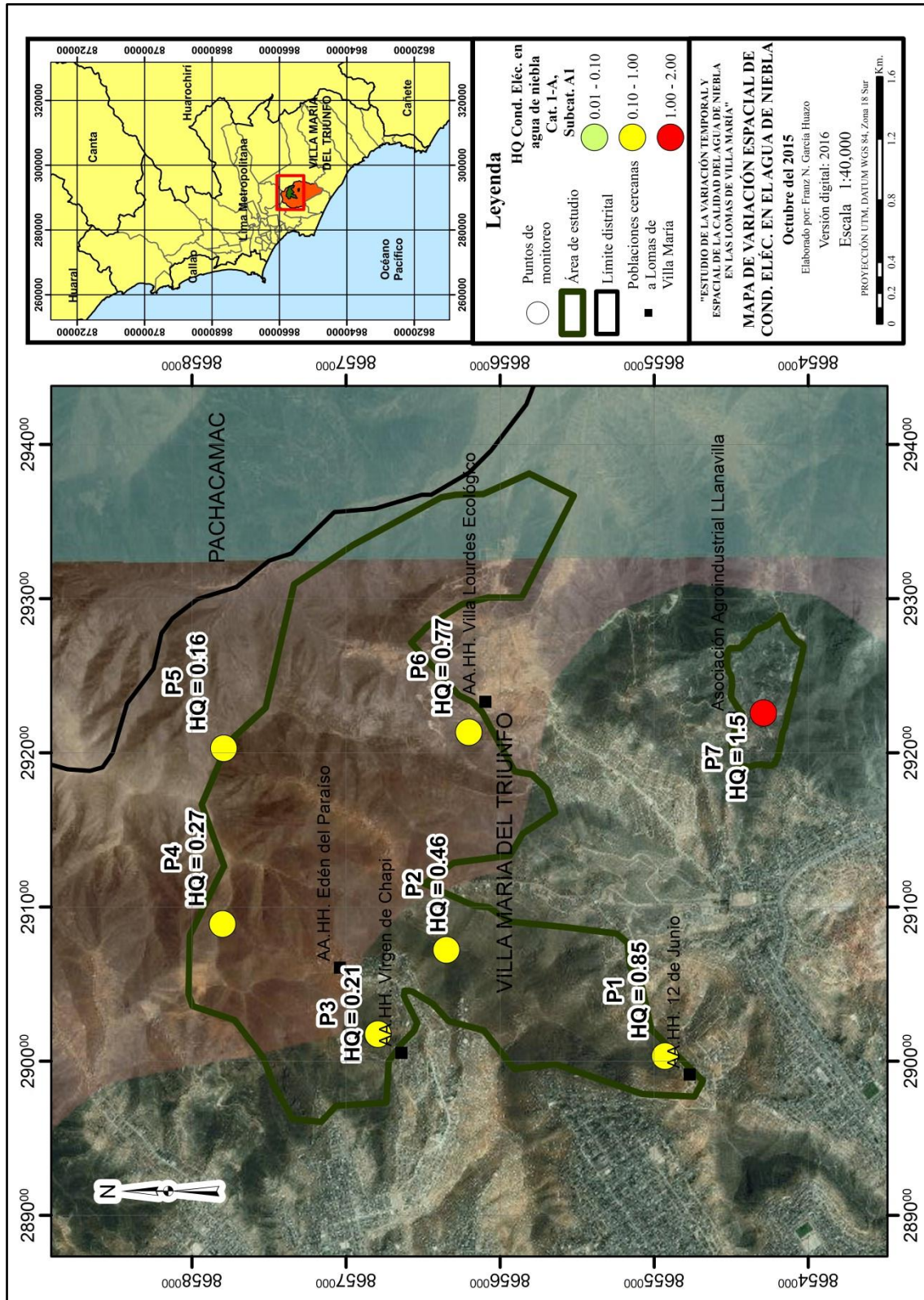


Figura 82: Mapa de variación espacial de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

Además, la conductividad eléctrica en el agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7), en el mes de octubre, equivale a 1.5 veces el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Como se observa, es probable que exista una fuente de contaminación que incremente la conductividad eléctrica en el agua de niebla, ubicándose hacia el sur de ecosistema de Lomas de Villa María, debido al comportamiento evaluado en el agua de niebla.

4.4.3.3. Variación espacial y contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de aluminio en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015. A diferencia de los anteriores casos, las mayores concentraciones de aluminio en el agua de niebla se encontrarían al oeste y al norte del ecosistema de Lomas de Villa María.

Así, en la Figura 83, correspondiente a la variación espacial del aluminio en el mes de agosto del 2015, se observa que las estaciones de monitoreo ubicadas al oeste del ecosistema presentan las mayores concentraciones de aluminio en la zona. Así, en el AA.HH. «12 de junio» (P1), la concentración de aluminio era casi el doble de lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; mientras que en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de aluminio era un poco más de lo establecido en la anterior normativa. Además, la concentración de aluminio en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) era más del triple de lo establecido en la presente normativa. Finalmente, en el resto del ecosistema, los valores son menores a lo establecido en la normativa.

Para el mes de setiembre, se observa en la Figura 84 que la mayor concentración de aluminio se encuentra en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3); no obstante, este valor es poco más de la mitad de lo establecido en la anterior normativa; mientras que el resto de valores registrados en la zona de estudio para este mes, son menores. Por ello, no se registra contaminación del agua de niebla, ni se observa una clara tendencia en la variación temporal de aluminio en este mes.

Para el mes de octubre, se observa en la Figura 85, que las concentraciones de aluminio son más elevadas que en el mes anterior; así, la mayor concentración se reporta en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5). Mientras que, en el resto del ecosistema, las concentraciones no pasan de lo establecido en la normativa. Cabe recalcar que en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de aluminio es menor a las concentraciones encontradas en la periferia del ecosistema.

Así, en estos tres meses se encontraron las mayores concentraciones de aluminio en el agua de niebla al oeste y al norte del ecosistema de Lomas de Villa María. Sin embargo, no se observa una tendencia marcada y constante en estos meses de evaluación, por lo cual, probablemente la fuente de aluminio no provenga de una fuente única, sino de varias fuentes puntuales, que afectan en diferentes magnitudes y cuyo impacto no es constante en el tiempo de la estación húmeda de las Lomas de Villa María.

Además, en la Figura 83, Figura 84 y Figura 85, se observan las contribuciones de aluminio en el agua de niebla de las Lomas de Villa María por parte del mar, del suelo de las lomas y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que la mayor parte de la concentración de aluminio encontrada en el agua de niebla, durante todos los meses y en todas las zonas evaluadas, corresponde al suelo; de modo que, la mayor fuente de aluminio en el agua de niebla de las Lomas de Villa María proviene del suelo que soporta al mismo ecosistema, el cual aporta componentes químicos al agua de niebla por medio del arrastre del viento.

Por otro lado, la segunda fuente significativa de aluminio en el agua de niebla de las Lomas de Villa María vendría a ser las fuentes antrópicas, llegando incluso a constituir, en algunos casos, la mitad de la concentración total de aluminio en el agua de niebla. Solo en el mes de agosto, en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5) se muestra que la concentración de aluminio proveniente de fuentes antrópicas es mayor a la proveniente del suelo; no obstante, la concentración de aluminio en este caso es baja, en comparación a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; de modo que, esta diferencia en la predominancia de fuentes de emisión de aluminio no es significativa.

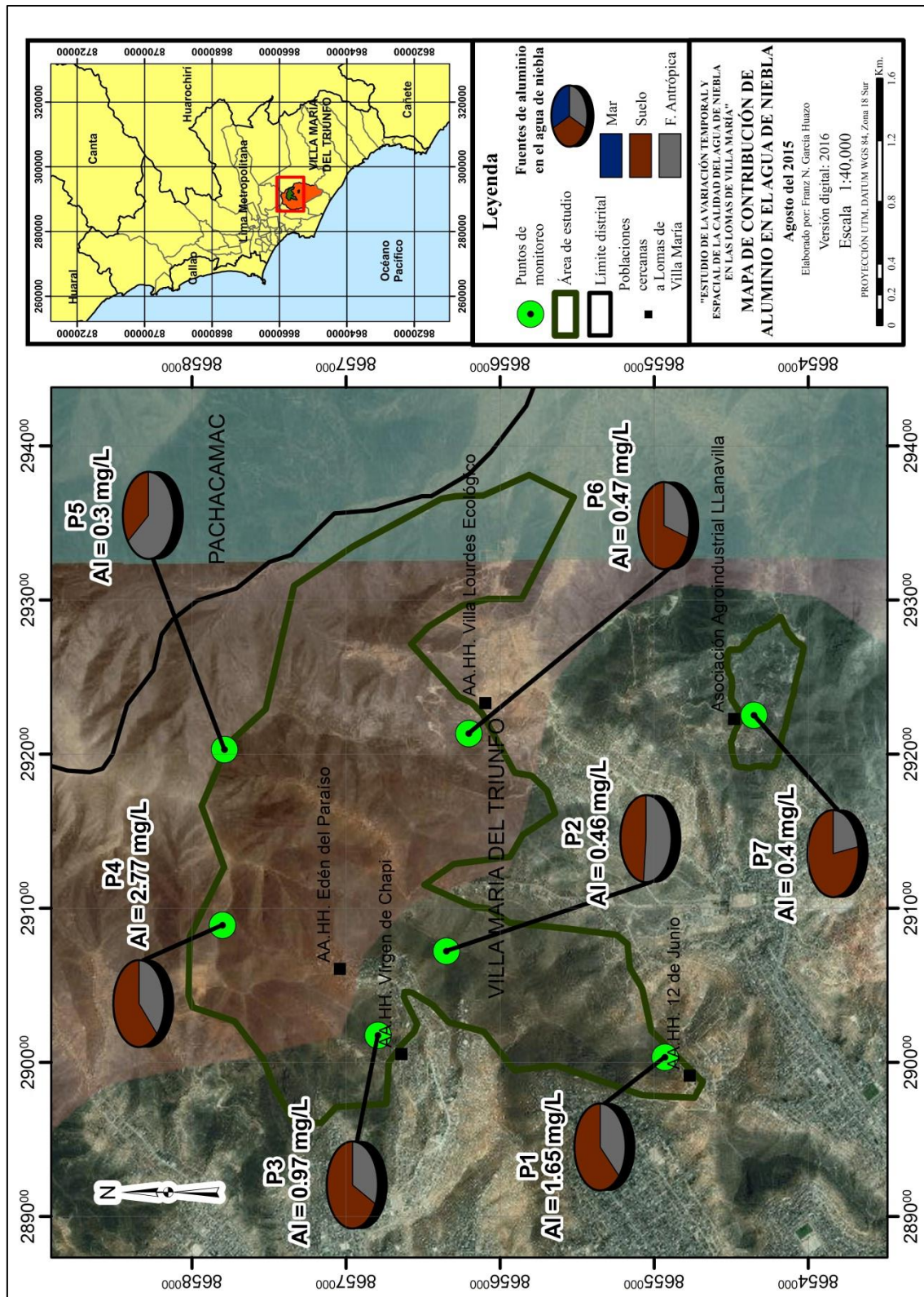


Figura 83: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

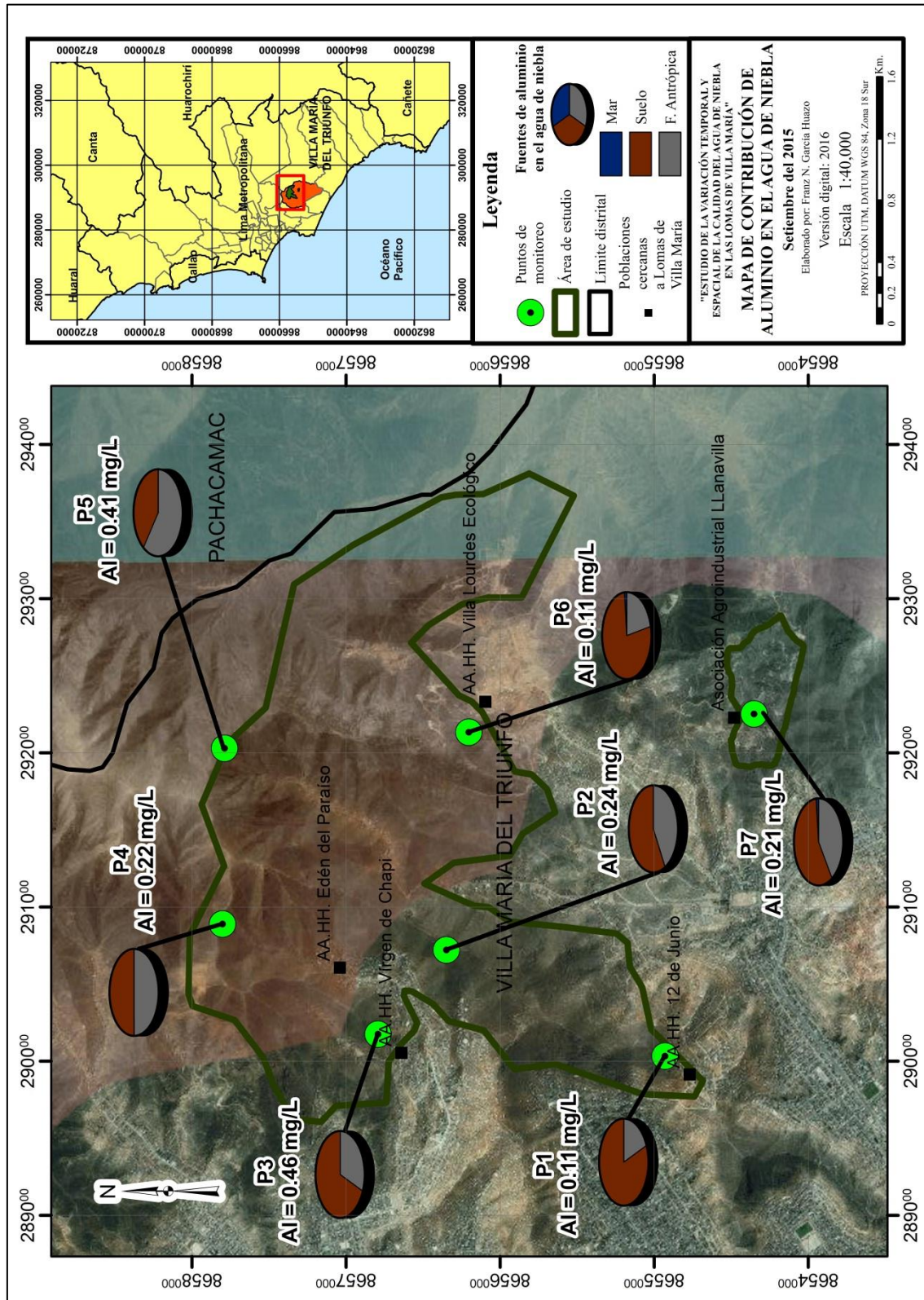


Figura 84: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

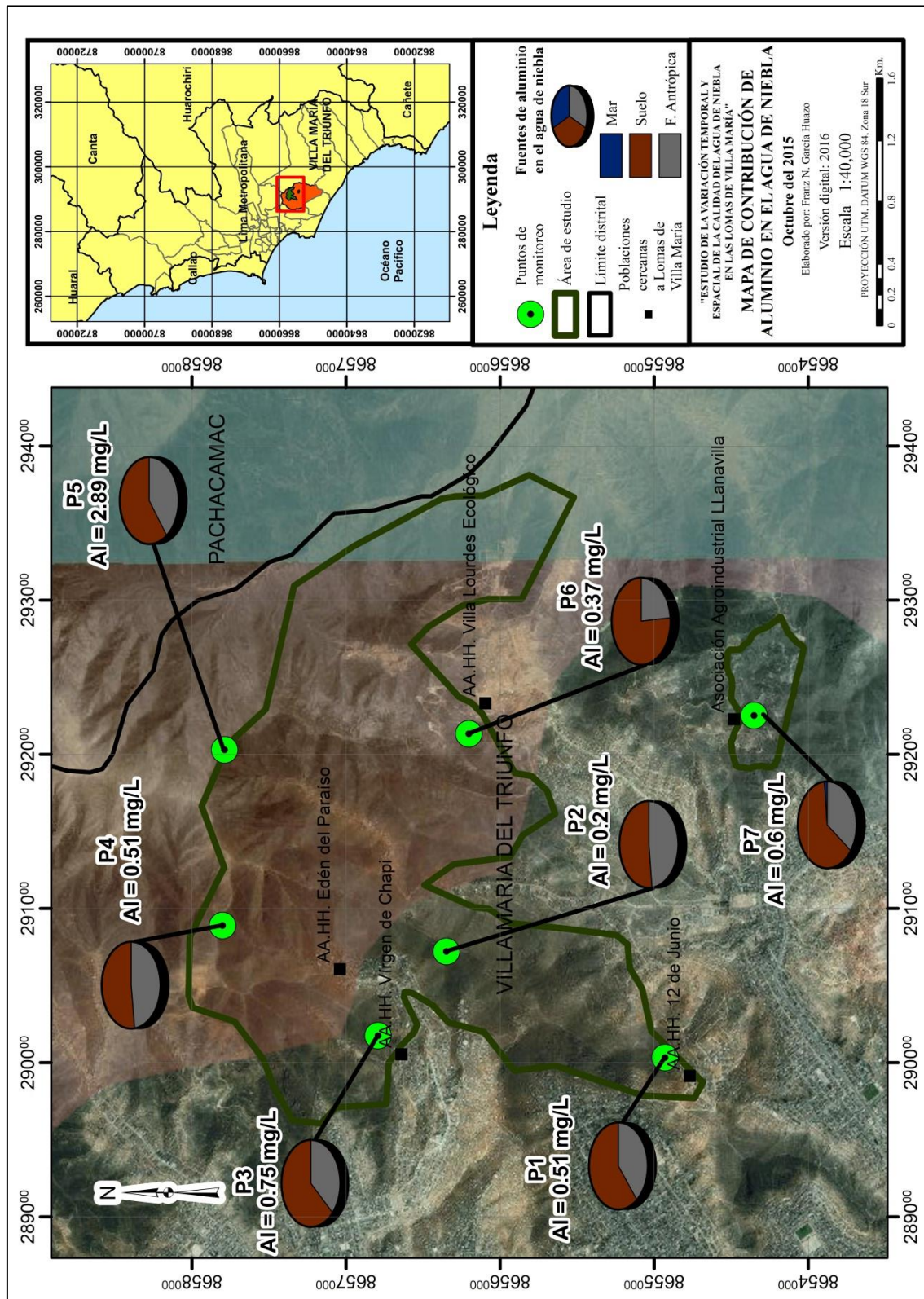


Figura 85: Mapa de contribución de aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

Finalmente, se observa que el mar no es una fuente significativa del aluminio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su baja proporción, en comparación con las fuentes anteriormente mencionadas.

4.4.3.4. Variación espacial y contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de arsénico en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015.

Así, en la Figura 86, correspondiente a la variación espacial del arsénico en el mes de agosto del 2015, se observa que las estaciones de monitoreo ubicados al sur del ecosistema presentan las mayores concentraciones de arsénico en la zona. Estas zonas corresponden al AA.HH. «12 de junio» (P1), y a la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7), encontrándose valores, en ambos casos, de aproximadamente 1.5 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Por otro lado, no es posible evaluar una tendencia en el resto del ecosistema para este mes, debido a que el límite de detección de arsénico coincide con el valor establecido en el estándar; de modo que, solo se puede observar si las concentraciones encontradas superan o no el estándar.

En la Figura 87, correspondiente a la variación espacial del arsénico en el mes de setiembre del 2015, se observa que los valores más elevados se encuentran nuevamente en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7), y además se incluye el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3); no obstante, la concentración de arsénico en estas tres zonas bordea la mitad de lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el mes de octubre, como se observa en la Figura 88, la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7) presenta el mayor nivel de arsénico alcanzado en el mes, con casi 1.3 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. También, en este mes se vuelve a observar que, de las concentraciones encontradas en el

resto de zonas del ecosistema, existe una tendencia a disminuir las concentraciones de arsénico a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema.

Observando la tendencia a encontrarse las concentraciones más elevadas de arsénico al sur de la zona de estudio, y que estas concentraciones disminuyen a medida que se desplazan al norte, se presume que puede existir una fuente de arsénico que provenga del sur, de la cual se transporte arsénico, de sur a norte, en el ecosistema de Lomas de Villa María.

Por otro lado, en la Figura 86, Figura 87 y Figura 88, se observan las contribuciones de arsénico en el agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar, del suelo de las lomas y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que la mayor parte de la concentración de arsénico encontrada en el agua de niebla, durante todos los meses y en todas las zonas evaluadas, corresponden a fuentes antrópicas; de modo que, la mayor fuente de arsénico en el agua de niebla de las Lomas de Villa María proviene de fuentes de emisión antrópicas, las cuales aportan más del 75 por ciento del arsénico total en el agua de niebla.

Por otro lado, tanto el mar como el suelo que soporta al ecosistema de Lomas de Villa María son fuentes secundarias de arsénico al agua de niebla existente en la zona de estudio. Además, se observa que el porcentaje de contribución del suelo a la concentración total de arsénico en el agua de niebla es mayor al mar, en la parte norte del área de estudio; mientras que, al sur, el porcentaje de contribución del mar a la concentración total de arsénico en el agua de niebla es mayor al suelo, lo cual se observa con mayor claridad en el mes de octubre.

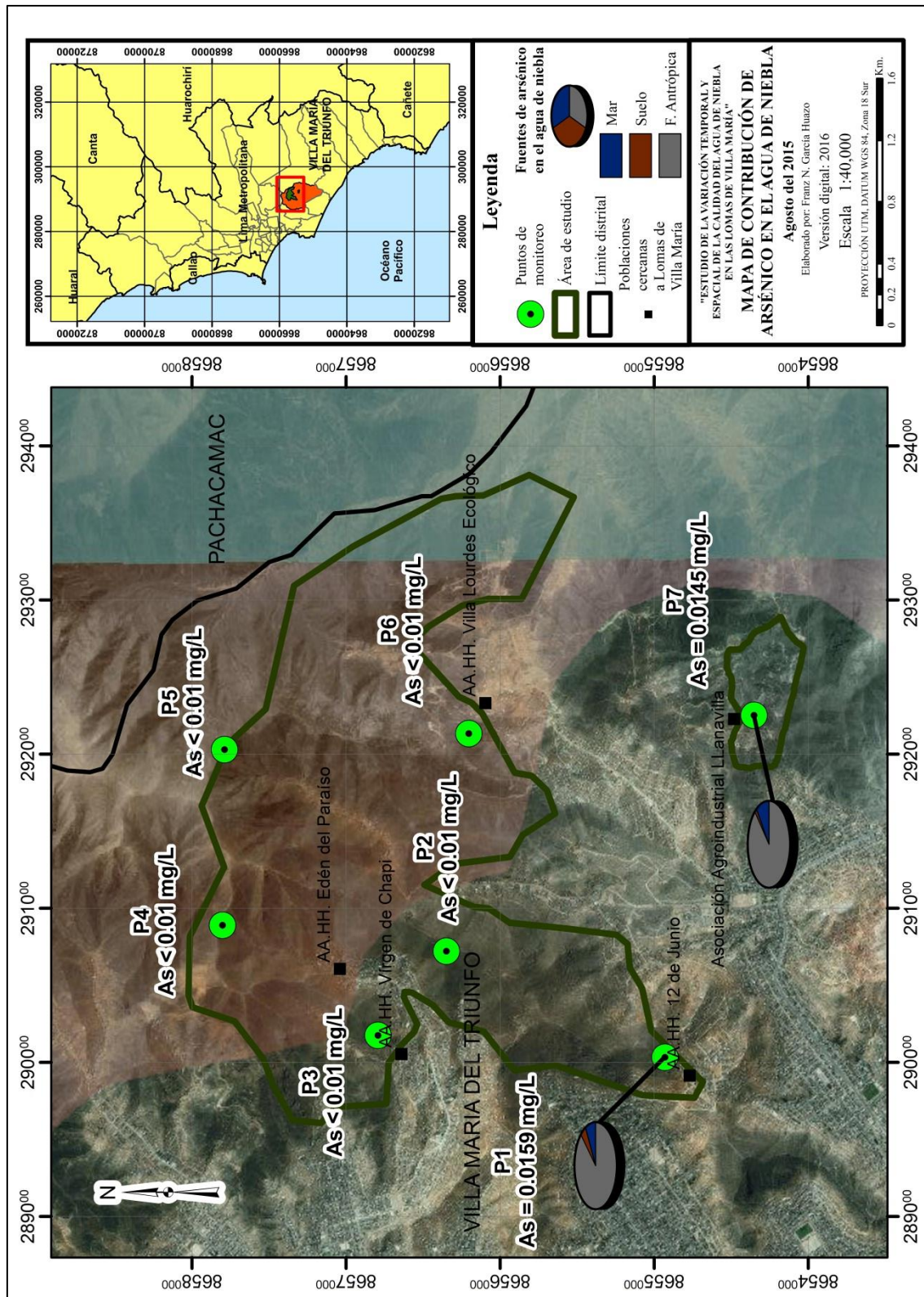


Figura 86: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

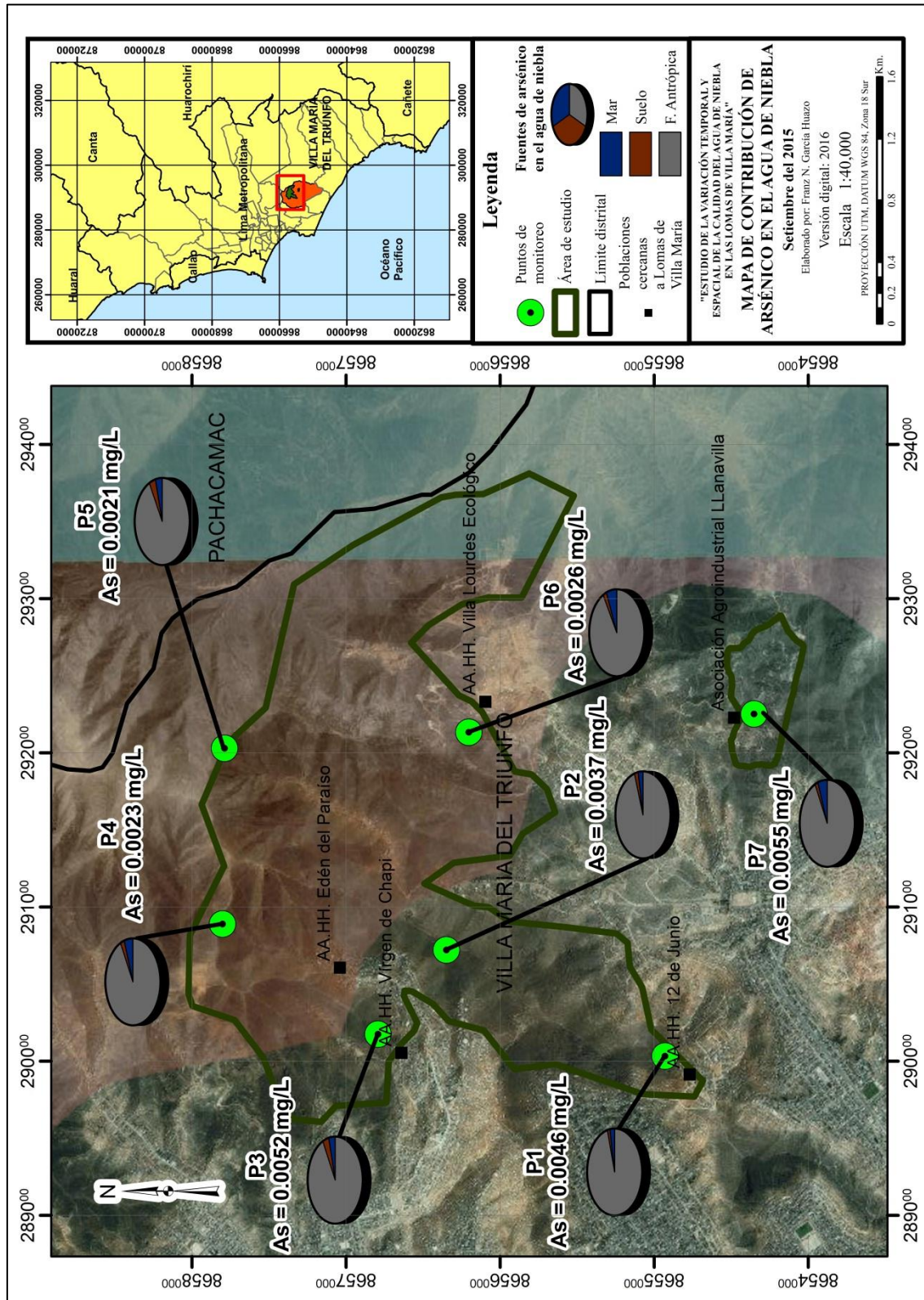


Figura 87: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

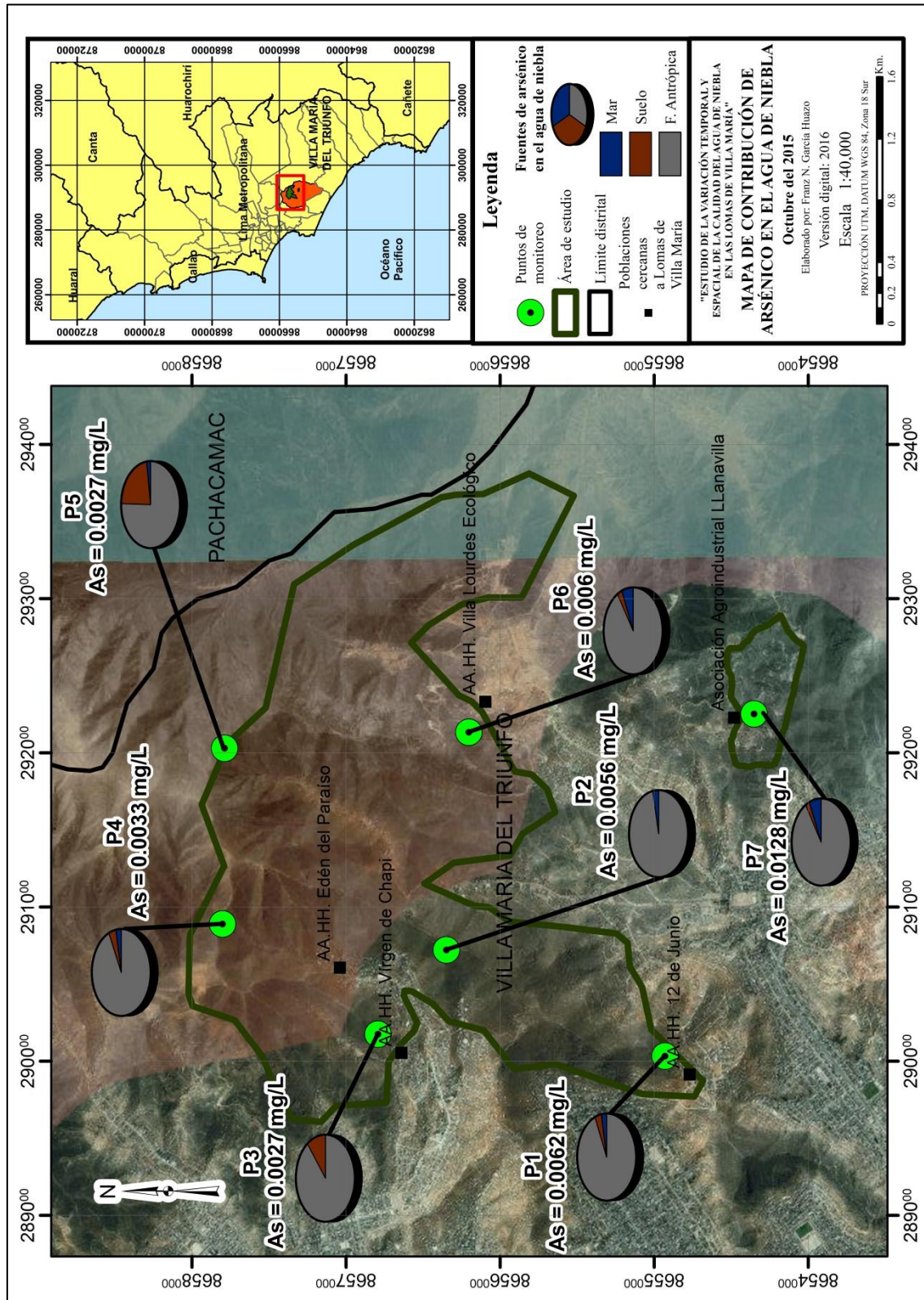


Figura 88: Mapa de contribución de arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.5. Variación espacial y contribución de cloruro al agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la Figura 89 se observa la variación de cloruro en el agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de octubre del 2015. Este mes presenta mayores valores de cloruro que los demás meses, por lo cual, es más clara la variación temporal en este mes. De este modo, se observa que el agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) tiene el mayor valor registrado de cloruro en el mes de octubre, con 1.34 veces el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Además, se observa que, a medida se desplace hacia el norte, los valores de cloruro van disminuyendo. Similar al caso de la conductividad eléctrica y del arsénico, se puede mencionar que estos valores pueden atribuirse a una fuente contaminante proveniente del sur del ecosistema de Lomas de Villa María. En la Figura 89, se observa la contribución de cloruro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar y de fuentes antrópicas, para el mes de octubre del 2015.

Además, se observa que la única fuente de cloruro en el agua de niebla de las Lomas de Villa María proviene del mar, con excepción del AA.HH. «12 de junio», donde menos del 25 por ciento del cloruro proviene de fuentes antrópicas y más del 75 por ciento proviene del mar. Así, considerando los resultados de contribuciones de cloruro al agua de niebla, presentado en el Anexo 15, se observa que la única fuente de cloruro en el agua de niebla en Lomas de Villa María es el mar, con excepciones en la parte alta del circuito ecoturístico de «Lomas de Paraíso» (P4), y la presentada en la Figura 89. No obstante, en ambos casos, el mar es la fuente principal de cloruro en el agua de niebla.

En la Figura 90, se observan las diferencias de flúor en el agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de agosto del 2015. Se observa que el agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) tiene el mayor valor registrado de flúor en el mes de agosto, alcanzando el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 3, subcategoría D1, riego de vegetales.

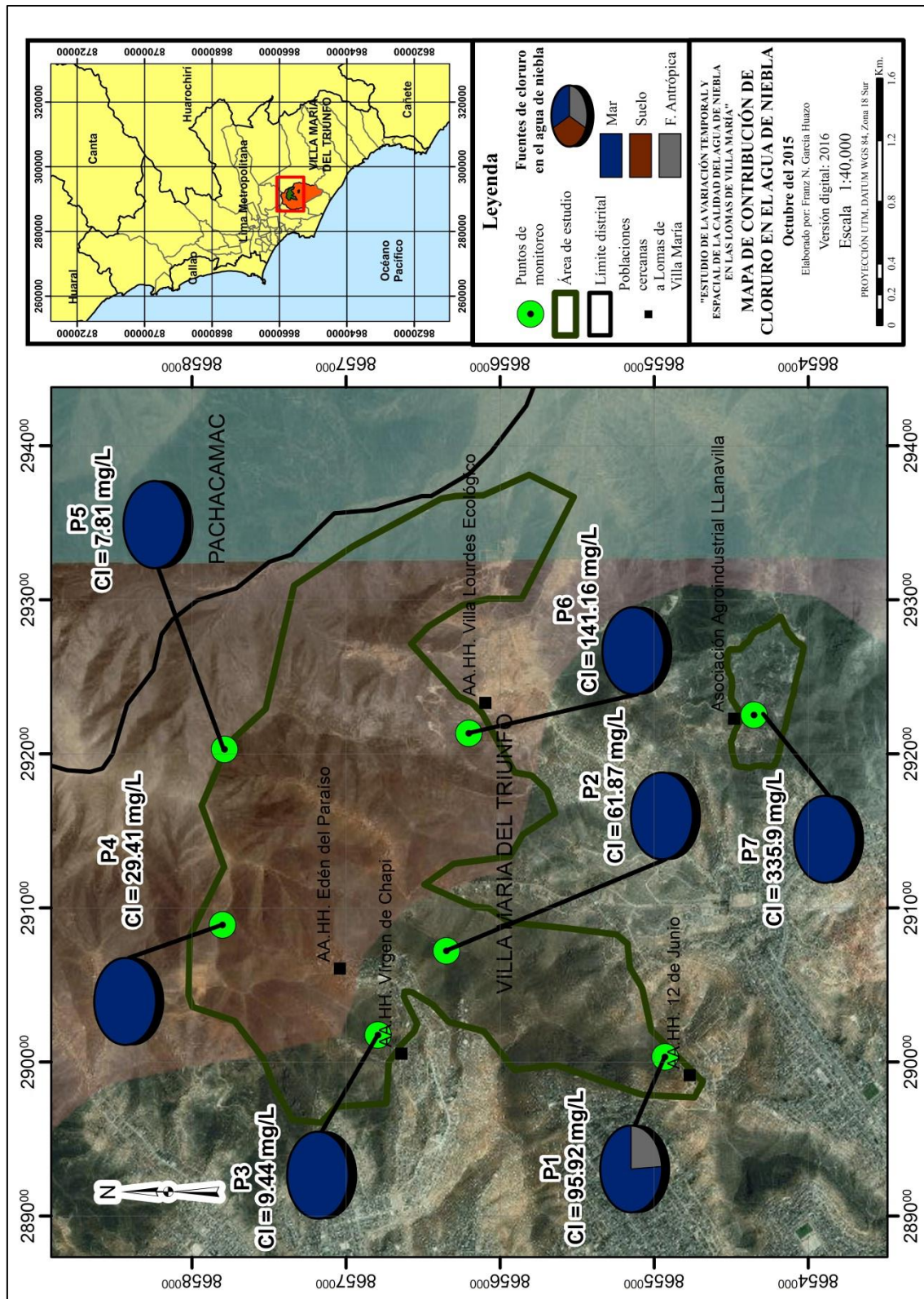


Figura 89: Mapa de contribución de cloruro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.6. Variación espacial y contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María

Además, se observa que, salvo en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en el resto del ecosistema de Lomas de Villa María, las concentraciones de flúor en el agua se encuentran por debajo del límite de detección, que en ese mes corresponde a la mitad del valor establecido en la mencionada normativa.

Por otro lado, en el mes de setiembre, en la Figura 91, se observa que las estaciones de monitoreo con mayor concentración de flúor en el agua se encuentran en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7); no obstante, las concentraciones encontradas son menores a la mitad de lo establecido en la normativa ambiental para riego de vegetales. Incluso, al centro y al norte del ecosistema, las concentraciones de flúor son menores al límite de detección de este mes, el cual equivale a la quinta parte de lo establecido en la normativa ambiental para riego de vegetales.

Finalmente, en la Figura 92, se observa la variación espacial de flúor en el agua de niebla para el mes de octubre. En este mes, nuevamente el agua de niebla captada en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) tiene el mayor valor registrado de flúor en el mes de octubre, alcanzando el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 3, subcategoría D1, riego de vegetales. En este mes, además, se observa un patrón de incremento de flúor a medida que se desplaza hacia el sur del ecosistema, resaltándose la concentración de flúor por encima de la normativa para riego de vegetales, en ASALL, respecto a las concentraciones de flúor en el norte del ecosistema, donde vuelven a encontrarse por debajo del límite de detección.

A pesar que no se tenga una tendencia muy definida, debido a los valores encontrados por debajo de los límites de detección, existe una tendencia, en los tres meses, de incrementarse las concentraciones de flúor en el agua de niebla a medida que se desplaza hacia el sur. De este modo, es probable que exista una fuente de contaminación que incremente el flúor en el agua de niebla, ubicándose hacia el sur de ecosistema de Lomas de Villa María, debido al comportamiento evaluado en el agua de niebla.

Por otro lado, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en los meses de agosto y setiembre, se muestran valores de flúor más elevados de lo que indicaría la tendencia de variación del

flúor; de modo que, puede existir una fuente de flúor para el agua de niebla que afecte puntualmente a esta zona.

Además, en la Figura 90, Figura 91 y Figura 92 y en el Anexo 15, se observa la contribución de flúor en el agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que, la principal fuente de flúor en el agua de niebla de las Lomas de Villa María corresponde a fuentes antrópicas, llegando a constituir más del 98 por ciento de la concentración total de flúor en el agua de niebla, en todo el tiempo de evaluación y en todas las zonas evaluadas del área de estudio. Además, se observa que el mar no es una fuente significativa del flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María, aportando menos del dos por ciento de flúor al agua de niebla de Lomas de Villa María en todos los casos evaluados.

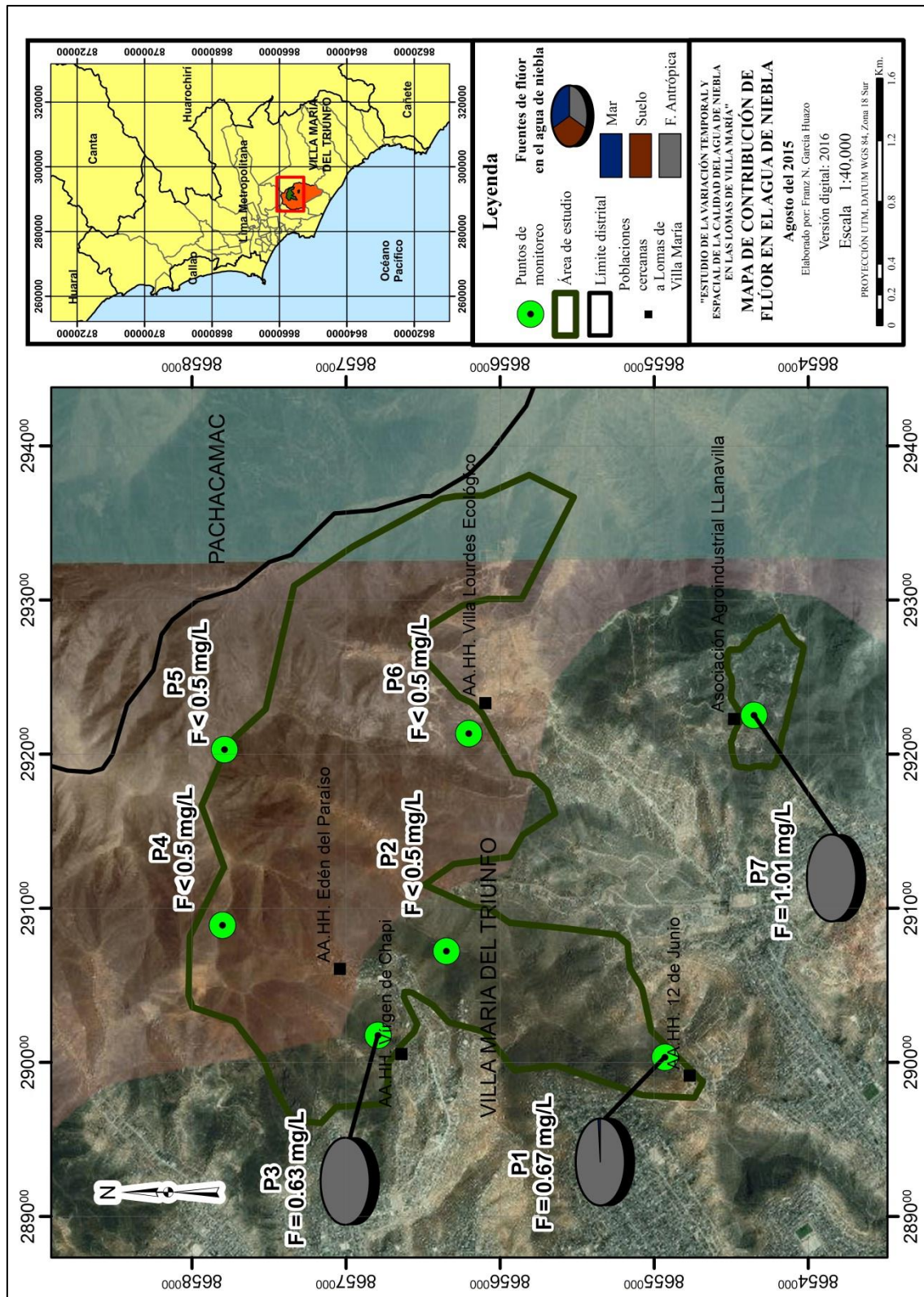


Figura 90: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

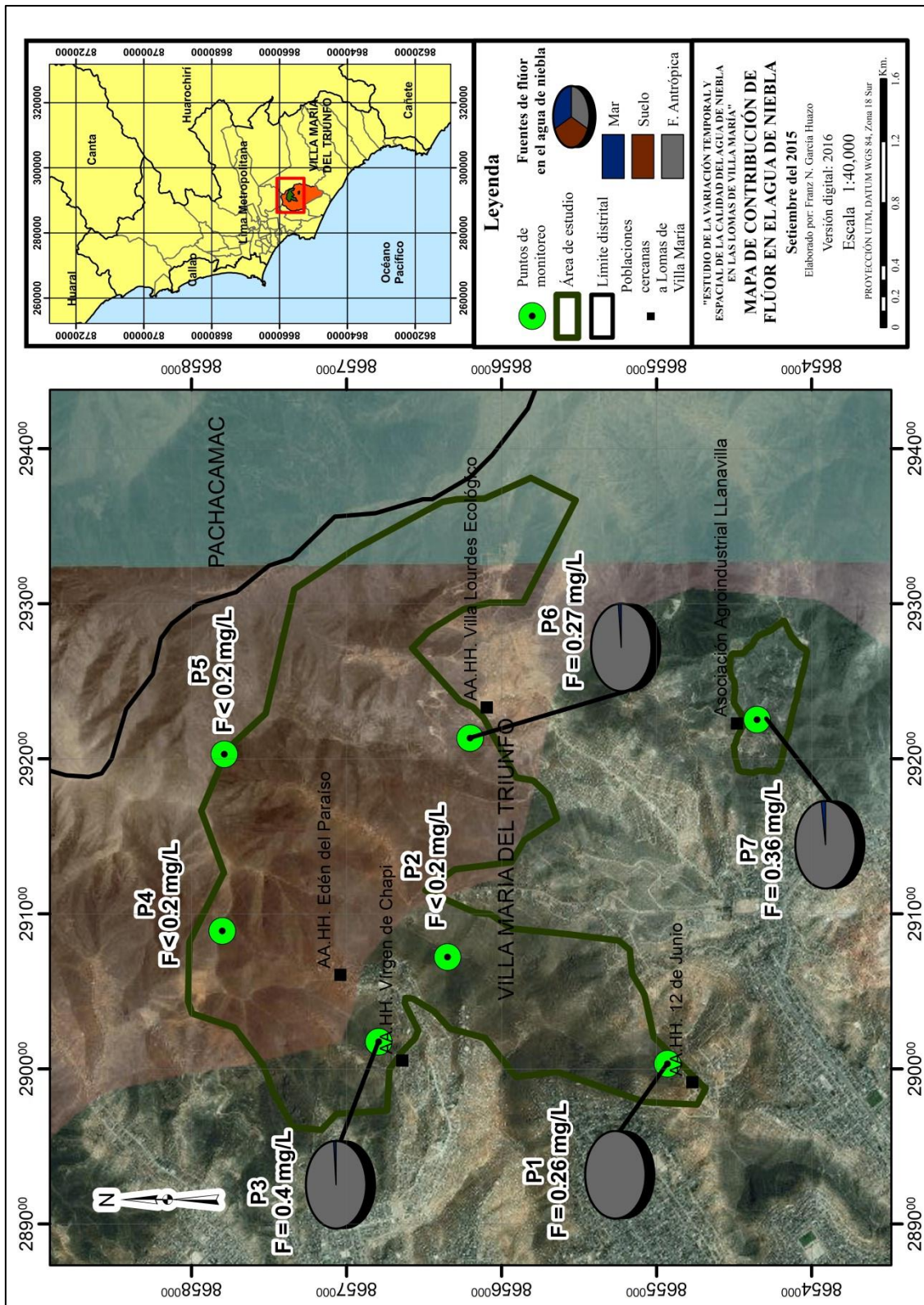


Figura 91: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

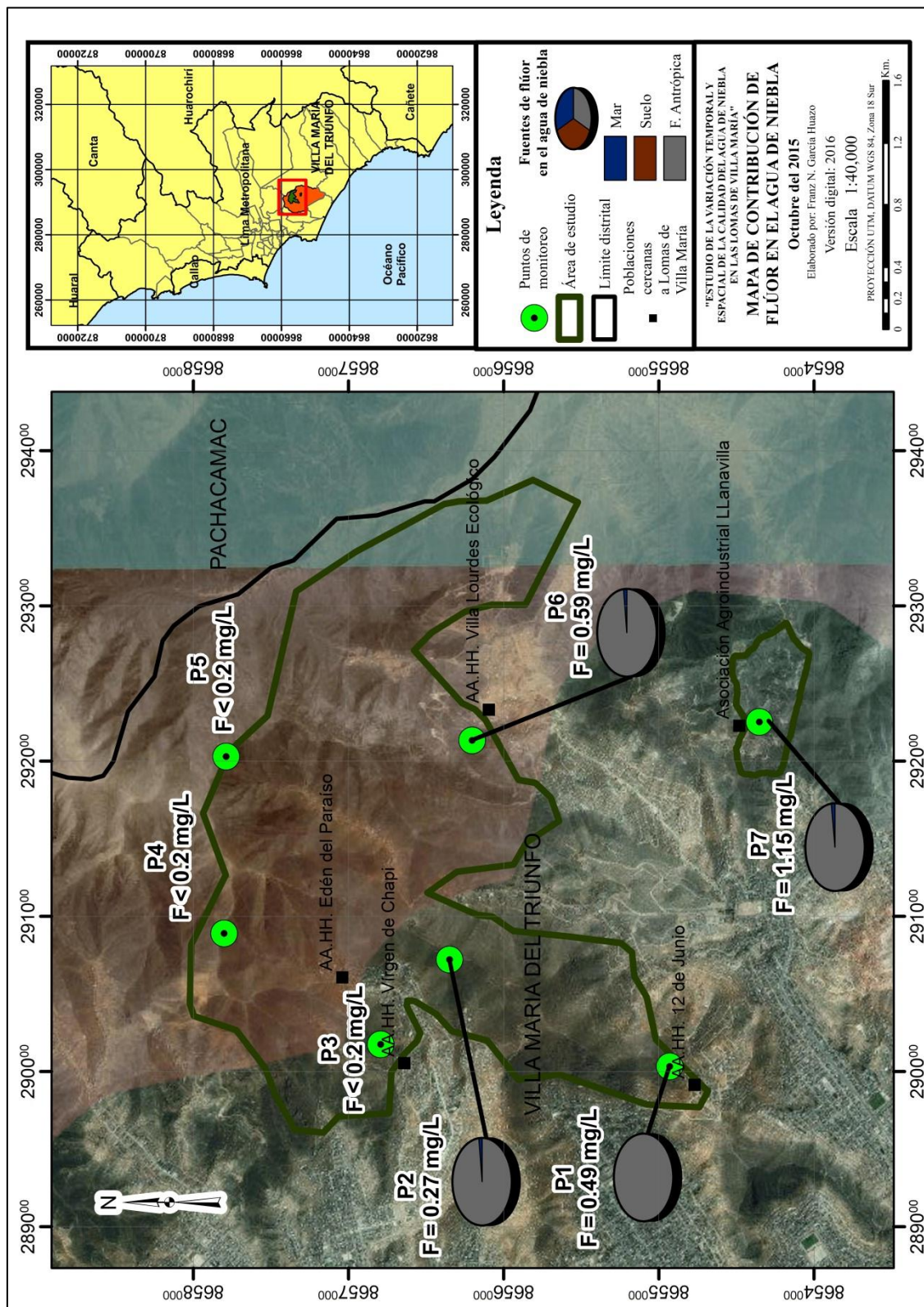


Figura 92: Mapa de contribución de flúor al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.7. Variación espacial y contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de hierro en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015.

Así, en la Figura 93, correspondiente a la variación espacial del hierro en el mes de agosto del 2015, se observa que las estaciones de monitoreo ubicadas al oeste del ecosistema presentan las mayores concentraciones de hierro en la zona. Así, en el AA.HH. «12 de junio» (P1), la concentración de hierro fue mayor a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; mientras que en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de hierro era un poco más de lo establecido en la anterior normativa. Además, la concentración de hierro en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) era más de dos veces lo establecido en la presente normativa. Finalmente, en el resto del ecosistema, los valores son menores a lo establecido en la normativa para potabilización de aguas con desinfección.

Para el mes de setiembre, se observa en la Figura 94, que las mayores concentraciones se reportan en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), mientras que, en el resto del ecosistema, las concentraciones no pasan de lo establecido en la normativa para potabilización de aguas con desinfección.

Para el mes de octubre, se observa en la Figura 95 que la mayor concentración se encuentra en la parte más elevada de las Lomas de Villa María (P5), con 1.57 veces lo establecido en la normativa para potabilización de aguas con desinfección; mientras que, en el resto del ecosistema, las concentraciones no pasan de lo establecido en esta normativa. Cabe recalcar que en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de hierro es menor a las concentraciones encontradas en la periferia del ecosistema.

Así, similar al comportamiento del aluminio en el agua de niebla, en estos tres meses se encontraron las mayores concentraciones de hierro en el agua de niebla al oeste y al norte del ecosistema de Lomas de Villa María. Sin embargo, no se observa una tendencia marcada y constante en estos meses de evaluación; por lo cual, probablemente la fuente de hierro no provenga de una fuente única, sino, de varias fuentes puntuales, que afectan en diferentes

magnitudes y cuyo impacto no es constante en el tiempo de la estación húmeda de las Lomas de Villa María.

Además, en la Figura 93, Figura 94 y Figura 95, se observan la contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar, del suelo de las lomas y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que la mayor parte de la concentración de hierro encontrada en el agua de niebla, durante todos los meses y en todas las zonas evaluadas, corresponde al suelo; de modo que, la mayor fuente de hierro en el agua de niebla de las Lomas de Villa María proviene del suelo que soporta al mismo ecosistema, el cual aporta componentes químicos al agua de niebla por medio del arrastre del viento.

Por otro lado, el segundo aporte importante de hierro en el agua de niebla de las Lomas de Villa María provendría de fuentes antrópicas. Así, se observa que, en los meses de agosto y octubre, la contribución de hierro por parte de fuentes antrópicas puede ser casi despreciable en comparación con el aporte del suelo al agua de niebla. No obstante, en el mes de setiembre, el porcentaje de aporte de hierro al agua de niebla por parte de fuentes antrópicas es mayor a los otros meses, llegando incluso a constituir casi la mitad de la concentración total de hierro en el agua de niebla.

Finalmente, se observa que el mar no es una fuente significativa del hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su baja proporción, en comparación con las fuentes anteriormente mencionadas.

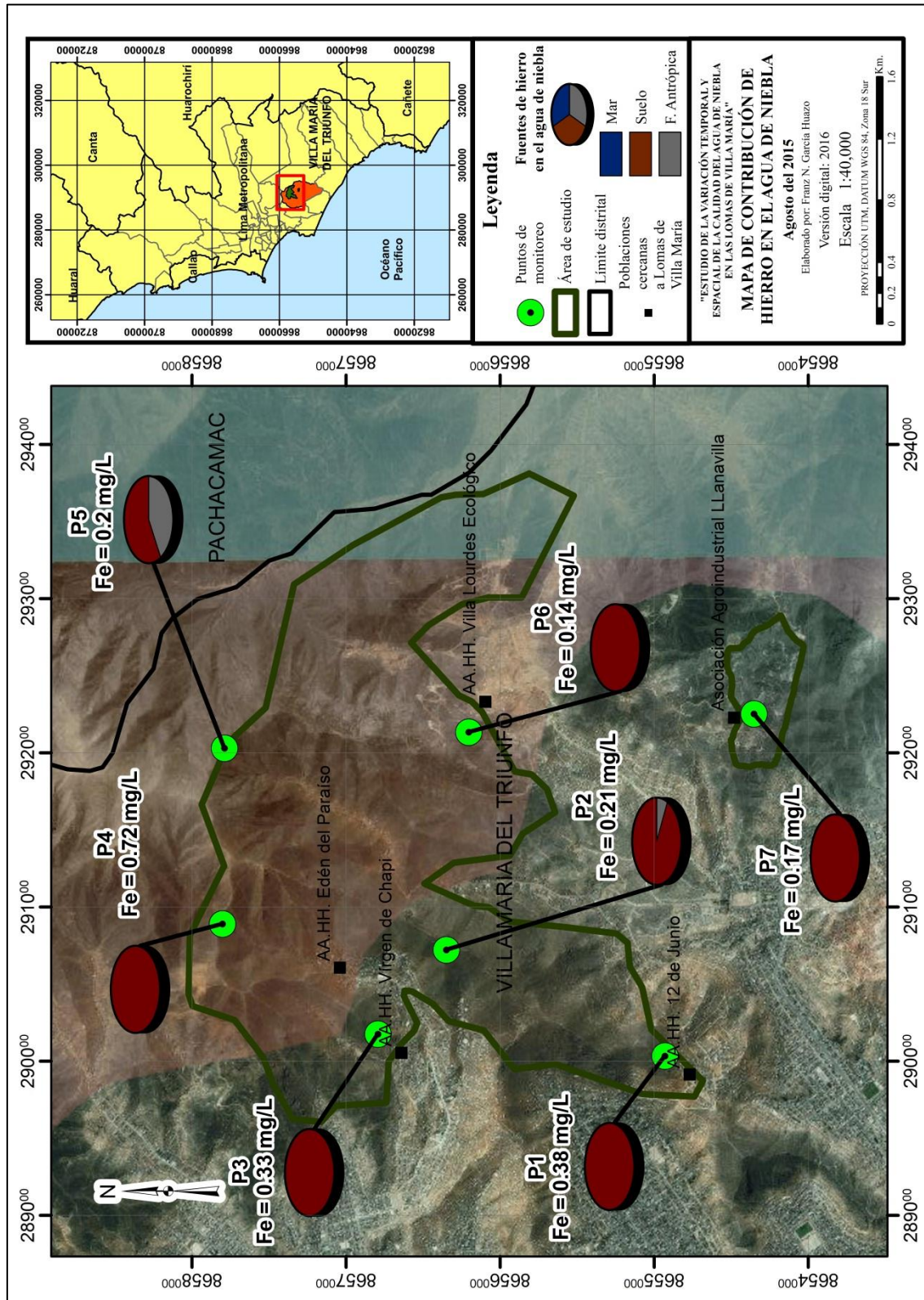


Figura 93: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

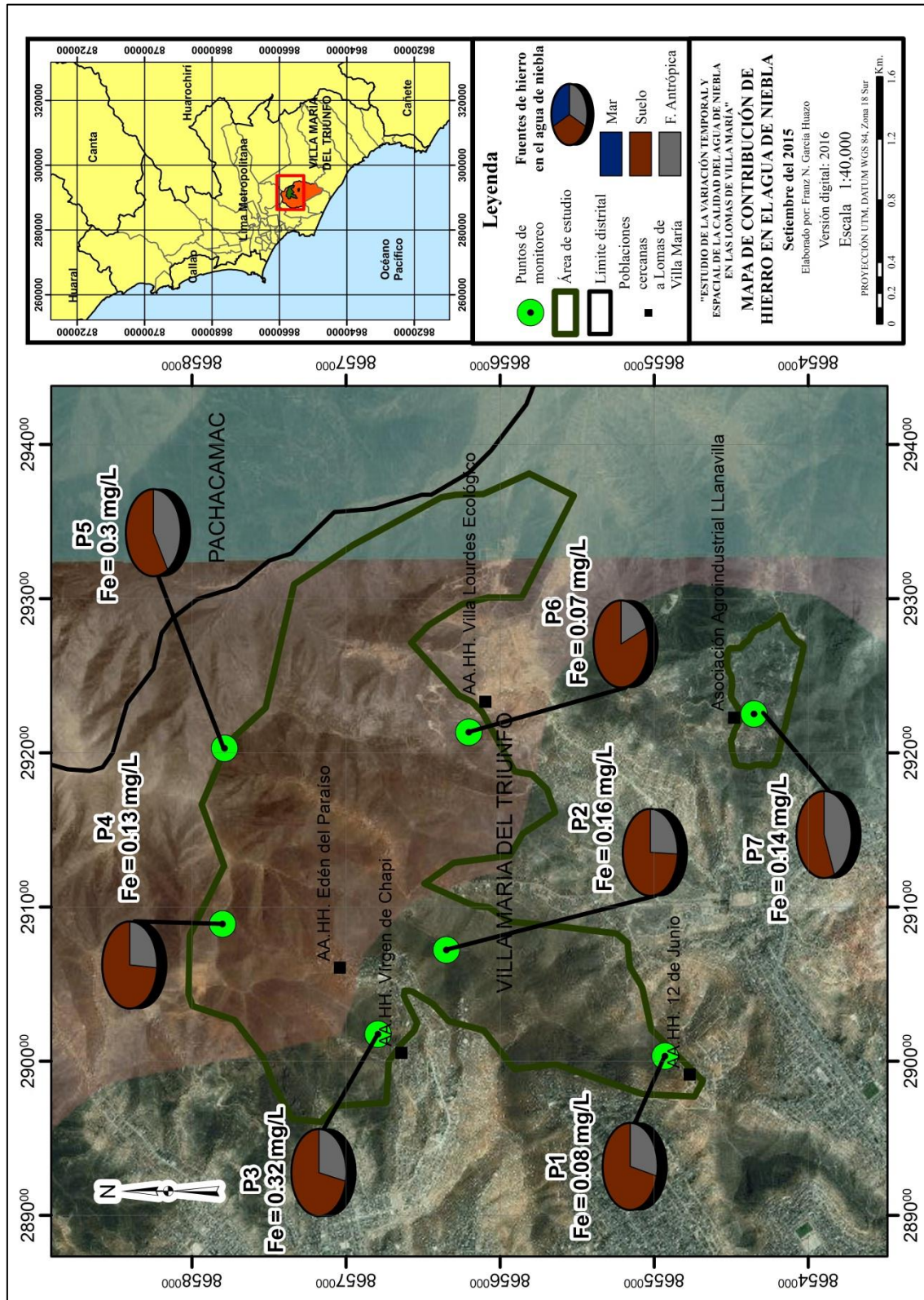


Figura 94: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

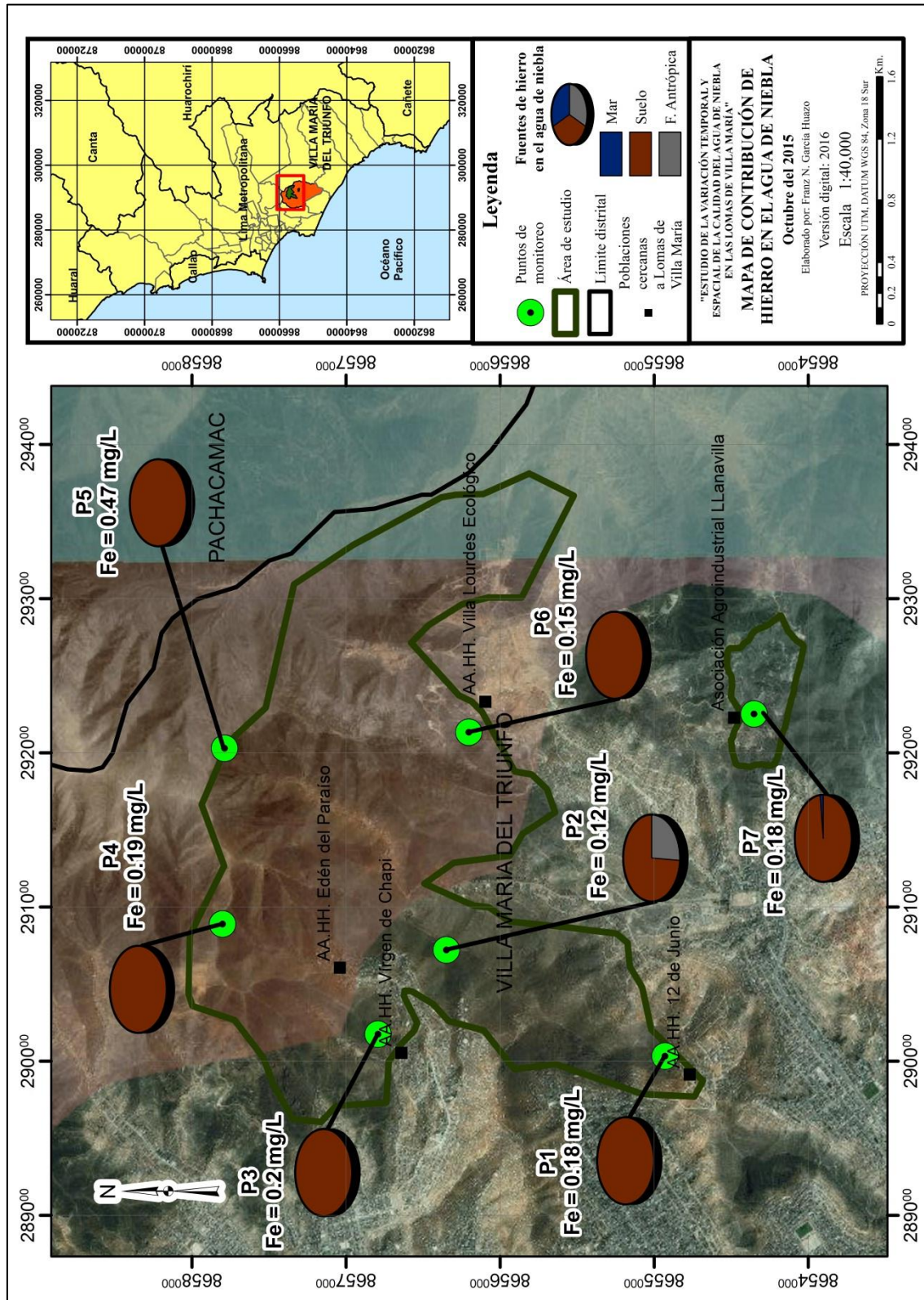


Figura 95: Mapa de contribución de hierro al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.8. Variación espacial y contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de nitrato en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015.

Así, en la Figura 96, correspondiente a la variación espacial del nitrato en el mes de agosto del 2015, se observa que, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7) se encontró al nitrato en concentración de 1.36 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Además, en el AA.HH. «12 de junio» (P1), y a la AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se encontraron valores de 0.63 y 0.68 veces lo indicado en la normativa para aguas para potabilización con desinfección. Del resto de concentraciones encontradas en el ecosistema, se observa que son menores a las anteriores mencionadas, encontrándose las concentraciones más bajas en el norte del ecosistema.

En el mes de setiembre, como se observa en la Figura 97, la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7) presenta el mayor nivel de nitrato alcanzado en el mes, con 0.42 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Sin embargo, ninguno de los valores excede lo señalado en esta norma. Cabe recalcar que, en las estaciones de monitoreo establecidas en el circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4) la concentración de nitrato es menor a las concentraciones encontradas en la periferia del ecosistema.

En el mes de octubre, como se observa en la Figura 98, la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7) presenta el mayor nivel de nitrato alcanzado en el mes, con 1.6 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. También, en este mes se vuelve a observar que, de las concentraciones encontradas en el resto de zonas del ecosistema, existe una tendencia a disminuir las concentraciones de nitrato, a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema.

Se observa, en estos meses, que existe una tendencia de incrementarse las concentraciones de nitrato en el agua de niebla a medida que se desplaza hacia el sur. De este modo, es

probable que exista una fuente de contaminación que incremente el nitrato en el agua de niebla, ubicándose hacia el sur de ecosistema de Lomas de Villa María, debido al comportamiento evaluado en el agua de niebla.

Por otro lado, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en los meses de agosto y setiembre, se muestran valores de nitrato más elevados de lo que indicaría la tendencia de variación del nitrato; de modo que, puede existir una fuente de nitrato para el agua de niebla que afecte puntualmente a esta zona.

Además, en la Figura 96, Figura 97, Figura 98 y en el Anexo 15, se observan las contribuciones de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que más del 99 por ciento de la concentración de nitrato encontrada en el agua de niebla, durante todos los meses y en todas las zonas evaluadas, corresponde a fuentes antrópicas; de modo que, las fuentes antrópicas son las principales fuentes significativas de nitrato en el agua de niebla de las Lomas de Villa María.

Por último, se observa que el mar no es una fuente significativa del nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su muy baja proporción, en comparación con las fuentes antrópicas.

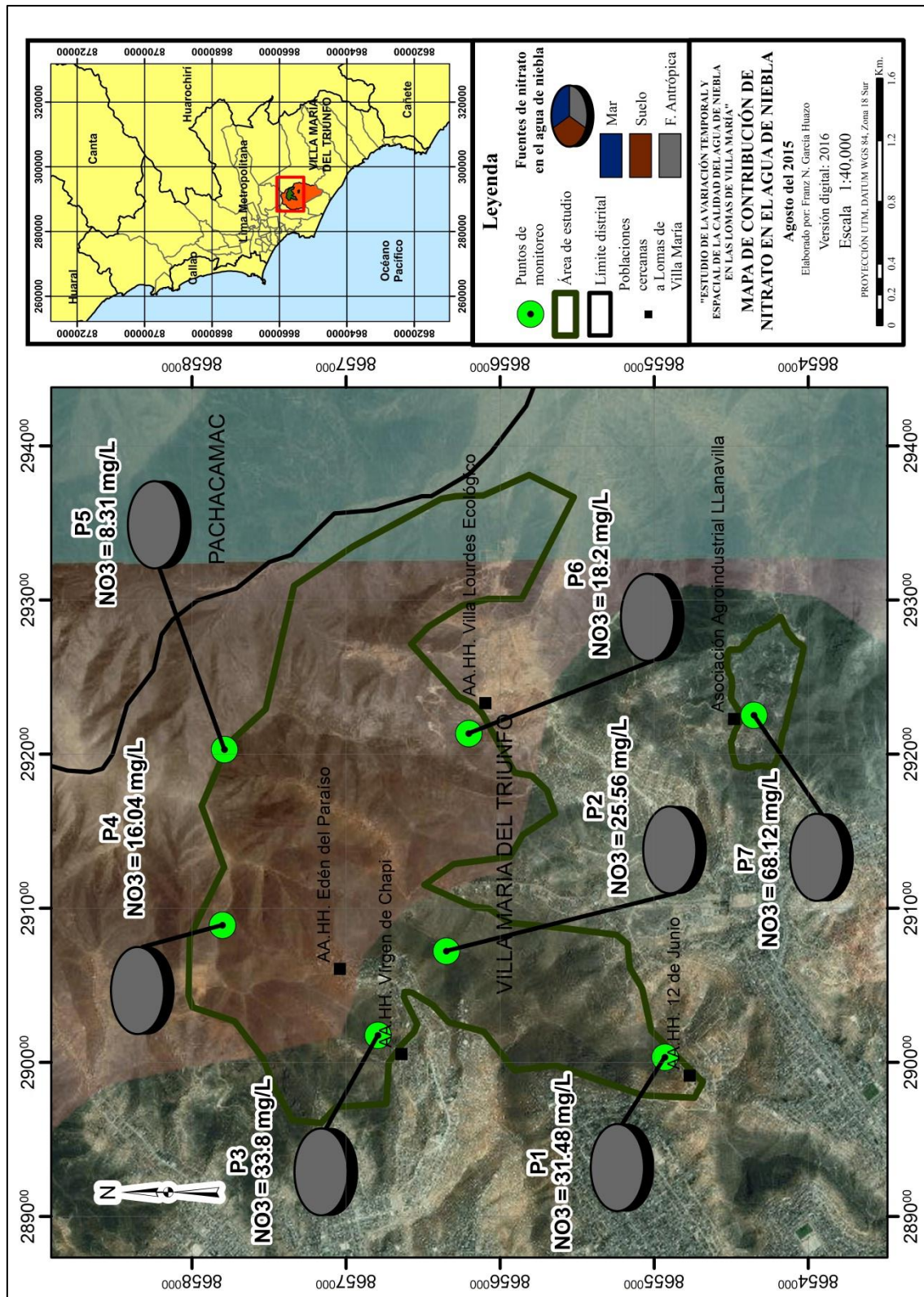


Figura 96: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

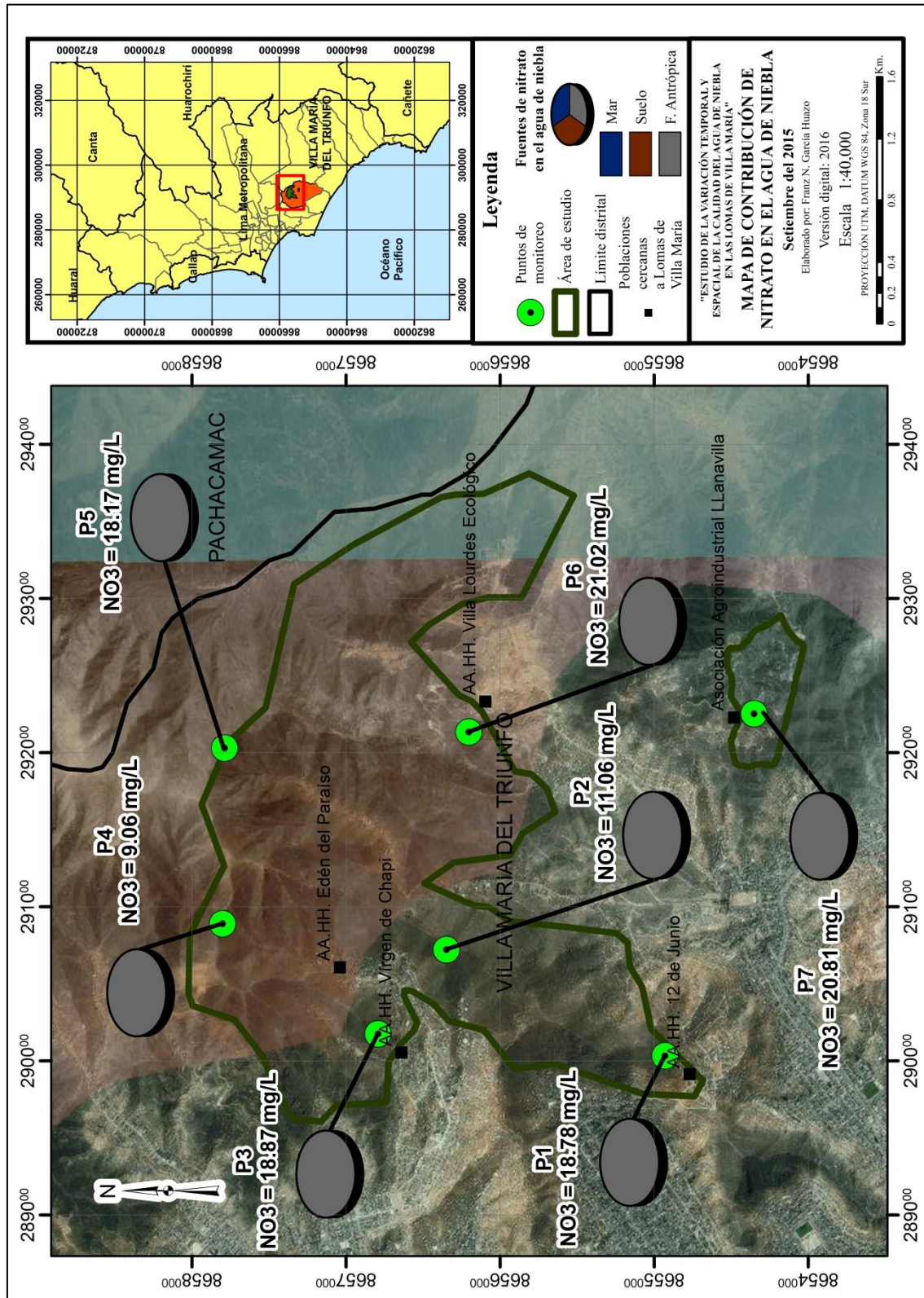


Figura 97: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

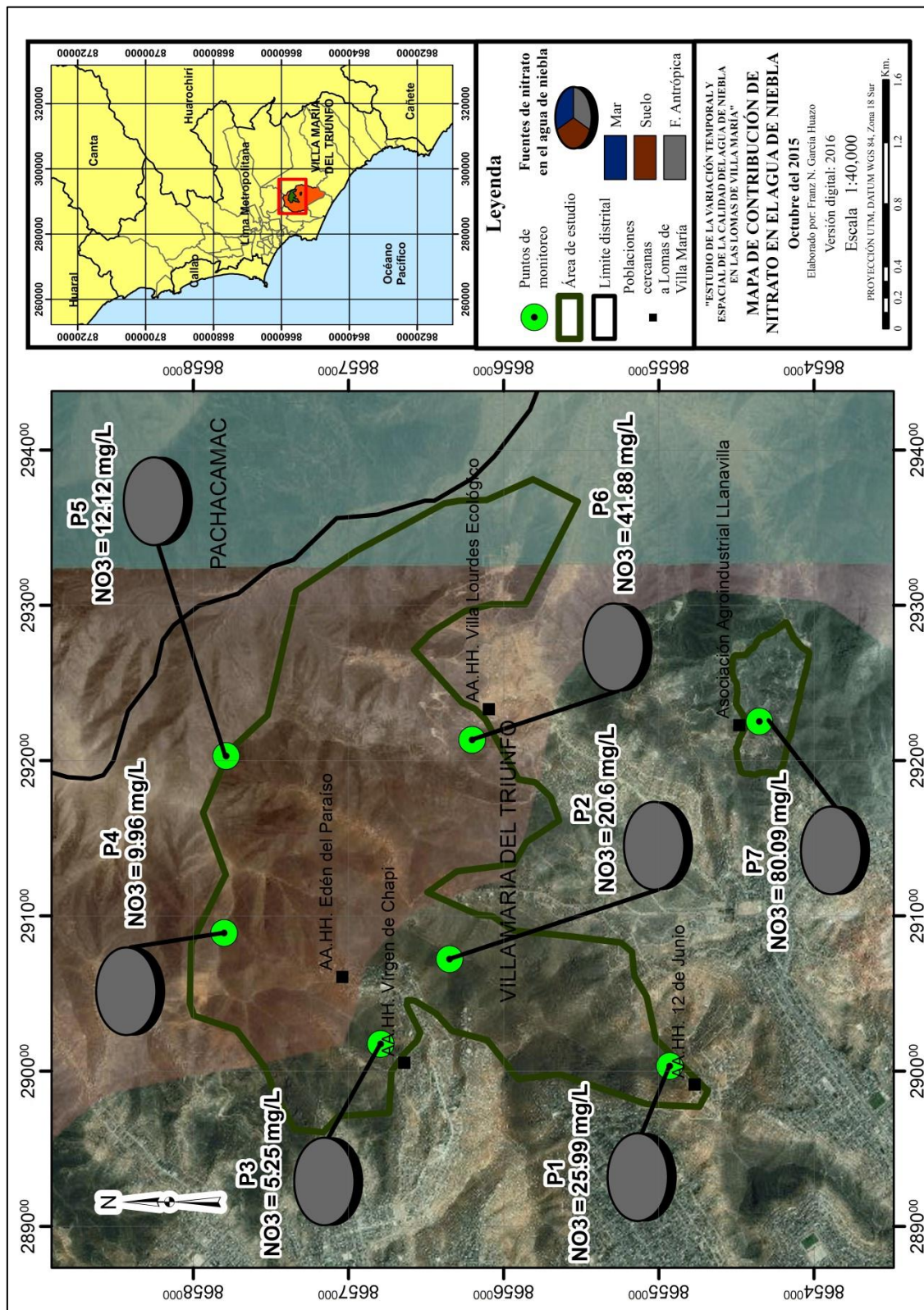


Figura 98: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.9. Variación espacial y contribución de nitrito al agua de niebla en las Lomas de Villa María

En la Figura 99, se observa la variación de nitrito en el agua de niebla en la zona de estudio, en el mes de agosto del 2015. En este mes se presenta los mayores valores de nitrito de todo el tiempo de evaluación, por lo cual, es más clara la variación temporal este mes. De este modo, se observa que, el agua de niebla captada en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso (P4) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), se encuentran los mayores valores de nitrito en el mes de agosto, alcanzando el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

A pesar de lo anterior, no se observa una tendencia clara de variación espacial en las concentraciones de nitrito en el agua de niebla; por lo cual, las altas concentraciones encontradas podrían ser emitidas por fuentes puntuales en estas zonas.

Además, en la Figura 99 y en el Anexo 15, se observa la contribución de nitrito al agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar y de fuentes antrópicas, para el mes de agosto del 2015.

Similar al caso del nitrato en el agua de niebla, se observa que más del 99 por ciento de la concentración de nitrito encontrada en el agua de niebla, en todas las zonas evaluadas, corresponden a fuentes antrópicas; de modo que, las fuentes antrópicas son las únicas fuentes significativas de nitrito en el agua de niebla de las Lomas de Villa María.

Por último, se observa que el mar no es una fuente significativa del nitrito al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su muy baja proporción, en comparación con las fuentes antrópicas.

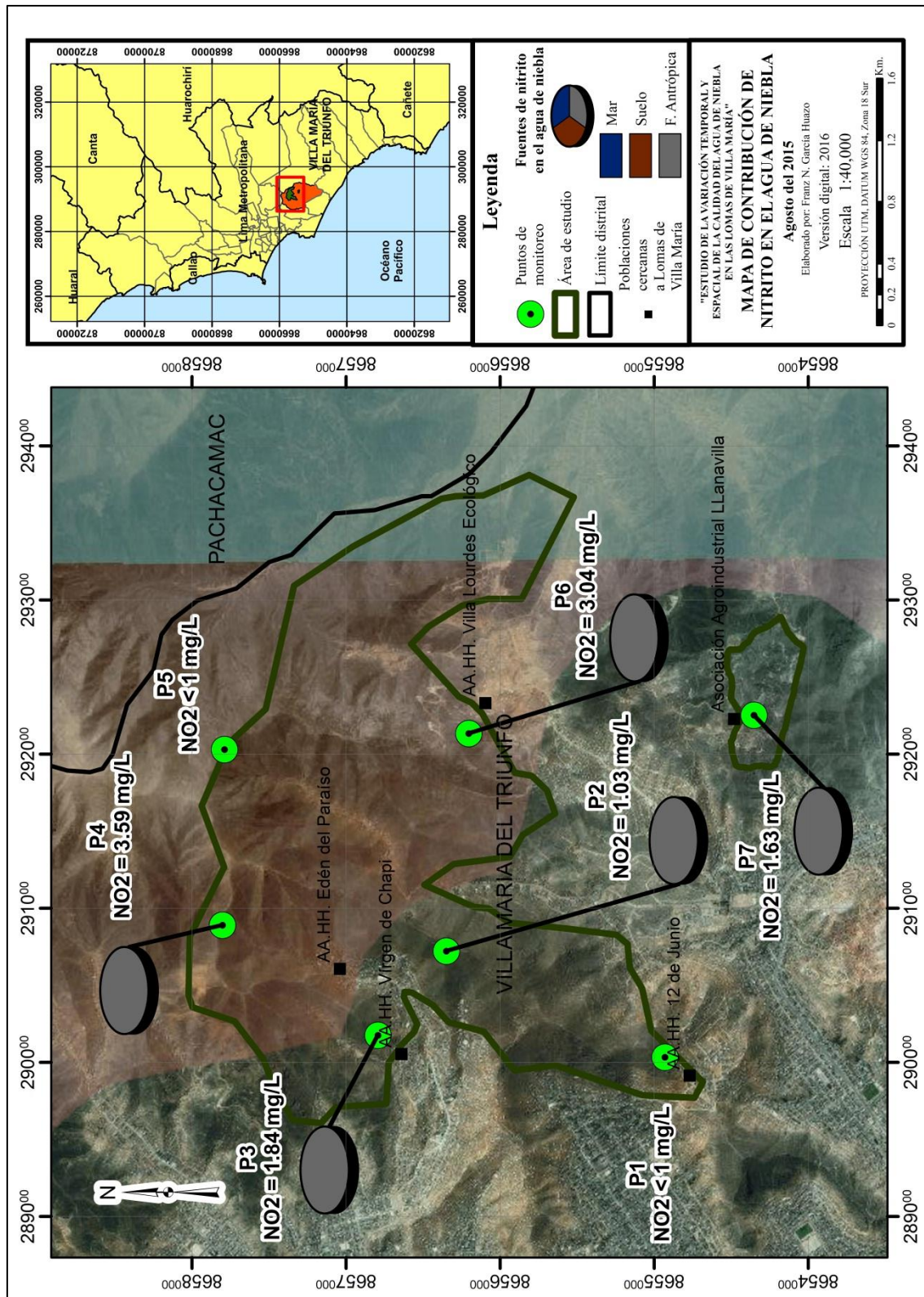


Figura 99: Mapa de contribución de nitrato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

4.4.3.10. Variación espacial y contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de plomo en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015.

Así, en la Figura 100, correspondiente a la variación espacial del plomo en el mes de agosto del 2015, se observa que en gran parte del ecosistema de Lomas de Villa María, las concentraciones de plomo en el agua de niebla son mayores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Solo en el AA.HH. «12 de junio» (P1) la concentración de plomo era menor a lo indicado en la normativa; mientras que, en las demás zonas evaluadas, se encuentran concentraciones de plomo entre 2.21 y 3.69 veces lo indicado en la normativa para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Así también, se observa una tendencia a incrementar las concentraciones de plomo a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema. Esta tendencia es contraria a la evidenciada en elementos, tales como el arsénico. Sin embargo, una excepción a esta tendencia se observa en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), donde se presenta menor concentración de plomo que en la zona evaluada ubicada más al sur, la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (ASALL) (P7).

En la Figura 101, correspondiente a la variación espacial del plomo en el mes de setiembre del 2015, se observa que las concentraciones de plomo para este mes son menores a las del mes de agosto; de modo que, ninguna excede la normativa para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. La menor concentración de plomo fue encontrada en la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7), ubicada al sur; mientras que, la mayor concentración de plomo fue encontrada en la parte más elevada de Lomas de Villa María (P5), hacia el norte del ecosistema.

En el mes de octubre, como se observa en la Figura 102, la parte más elevada de Lomas de Villa María (P5) presenta el mayor nivel de plomo alcanzado en el mes, con casi 1.63 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. También, en este mes, como en el mes de agosto, se vuelve a observar que, de las concentraciones

encontradas en el resto de zonas del ecosistema, existe una tendencia clara a aumentar las concentraciones de plomo, a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema.

Observando la tendencia a encontrarse las concentraciones más elevadas de plomo al norte de la zona de estudio, y que estas concentraciones disminuyen a medida que se desplazan al sur, se presume que puede existir una fuente de plomo que provenga del norte, desde la cual se transporte plomo de sur a norte en el ecosistema de Lomas de Villa María. Esta idea deberá ser corroborada con información de trayectorias de masas de aire, lo cual se evaluará más adelante.

Además, en la Figura 100, Figura 101, Figura 102 y en el Anexo 15, se observan las contribuciones de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar, del suelo de las lomas y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente. Se observa que la mayor parte de la concentración de plomo encontrada en el agua de niebla, durante todos los meses y en todas las zonas evaluadas, corresponden a fuentes antrópicas; de modo que, el mayor aporte de plomo al agua de niebla de las Lomas de Villa María proviene de fuentes antrópicas, las cuales aportan más de la mitad del plomo existente en el agua de niebla.

Por otro lado, la segunda fuente importante de plomo en el agua de niebla de las Lomas de Villa María vendría a ser el suelo que soporta al ecosistema de lomas. Así, se observa que, en el mes de agosto, el porcentaje que corresponde al plomo proveniente del suelo, respecto al plomo total en la niebla, es menor al 10 por ciento, salvo en el AA.HH. «12 de junio», donde este porcentaje se eleva a casi 40 por ciento. En el mes de setiembre, el porcentaje que corresponde al plomo proveniente del suelo respecto al plomo total en la niebla es menor al 16 por ciento, mientras que en el mes de octubre se observan porcentajes variables que llegan hasta casi la mitad del plomo total en el agua de niebla.

Finalmente, se observa que el mar no es una fuente significativa del plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su baja proporción, en comparación con las fuentes anteriormente mencionadas.

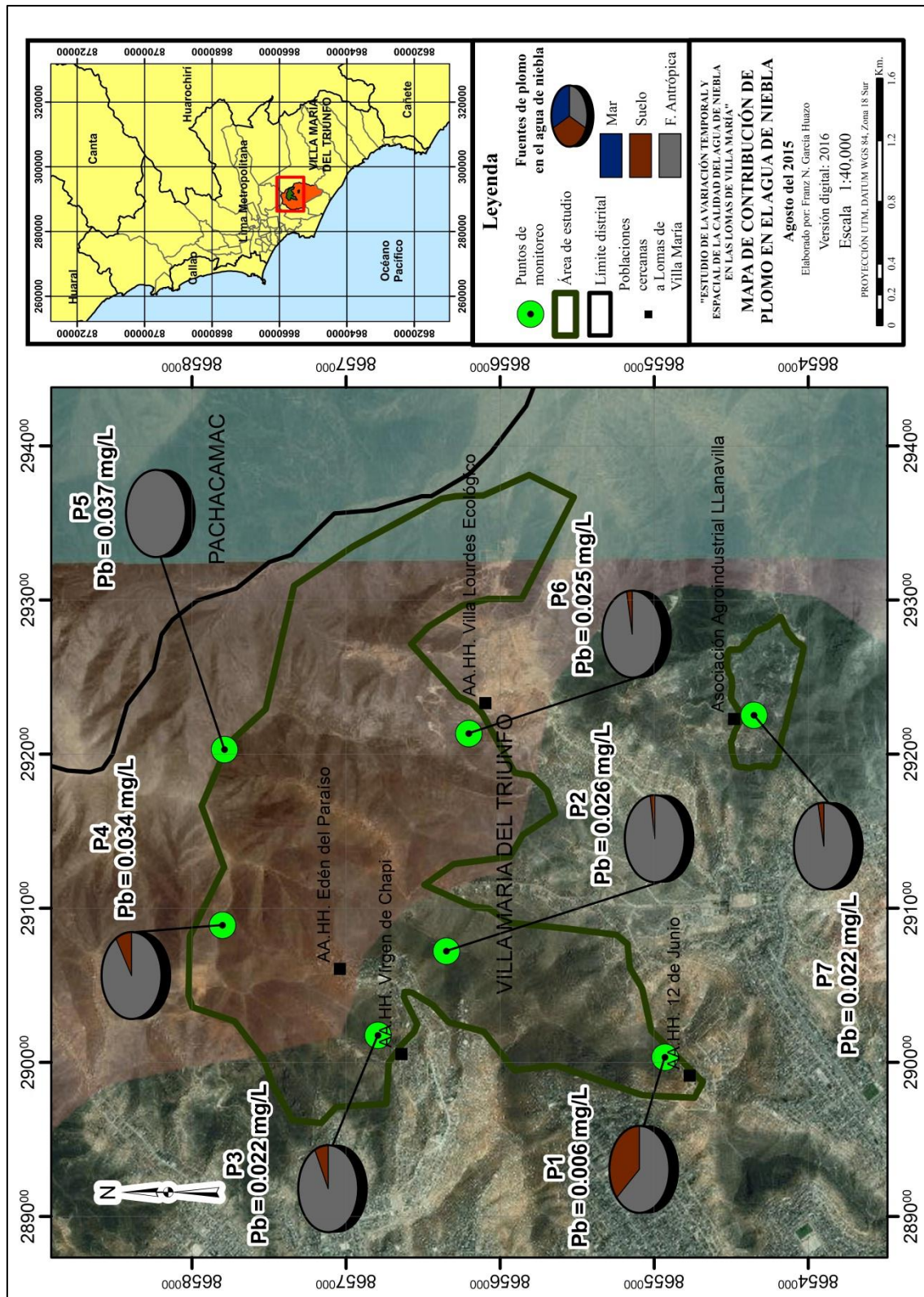


Figura 100: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de agosto del 2015

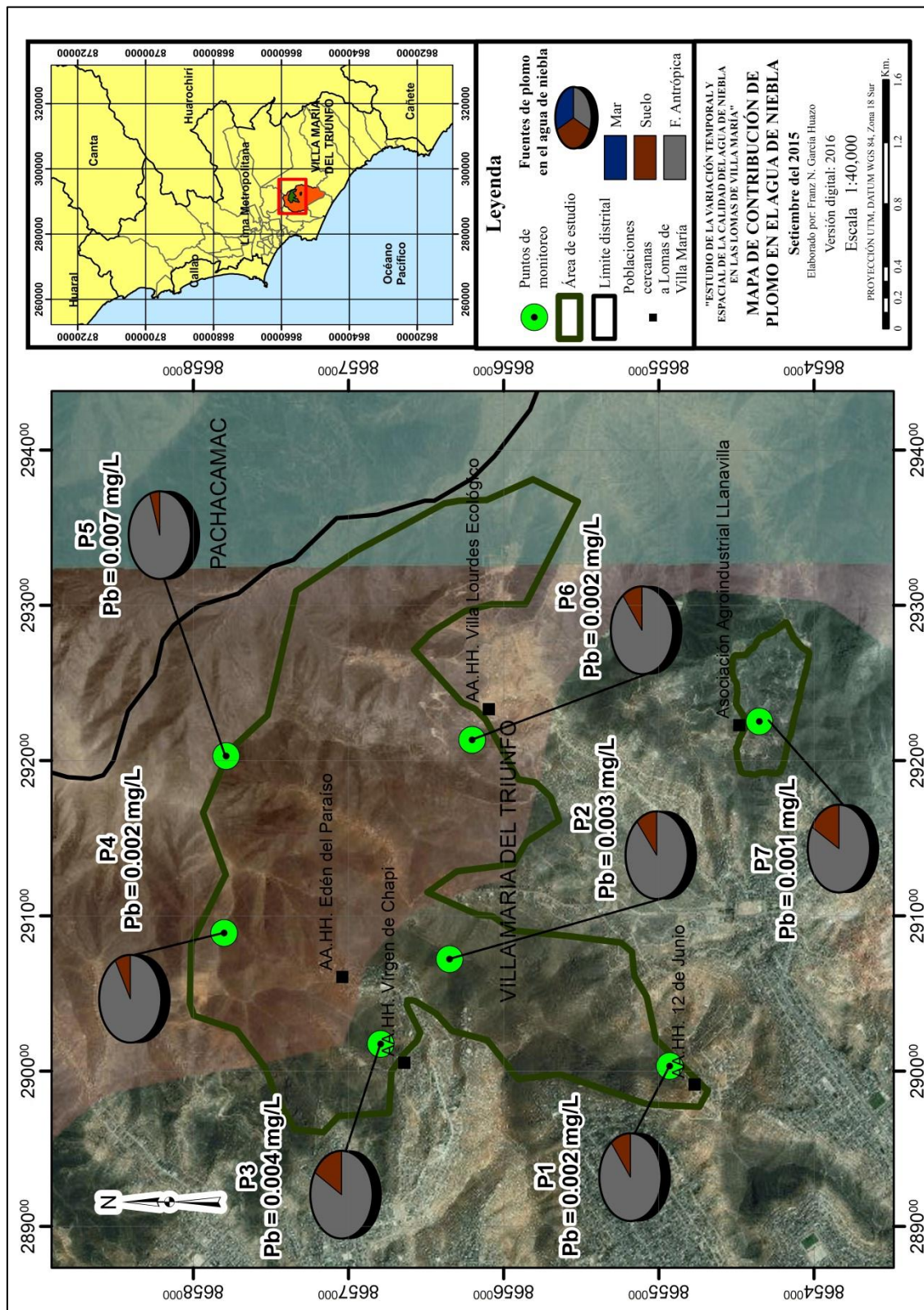


Figura 101: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de setiembre del 2015

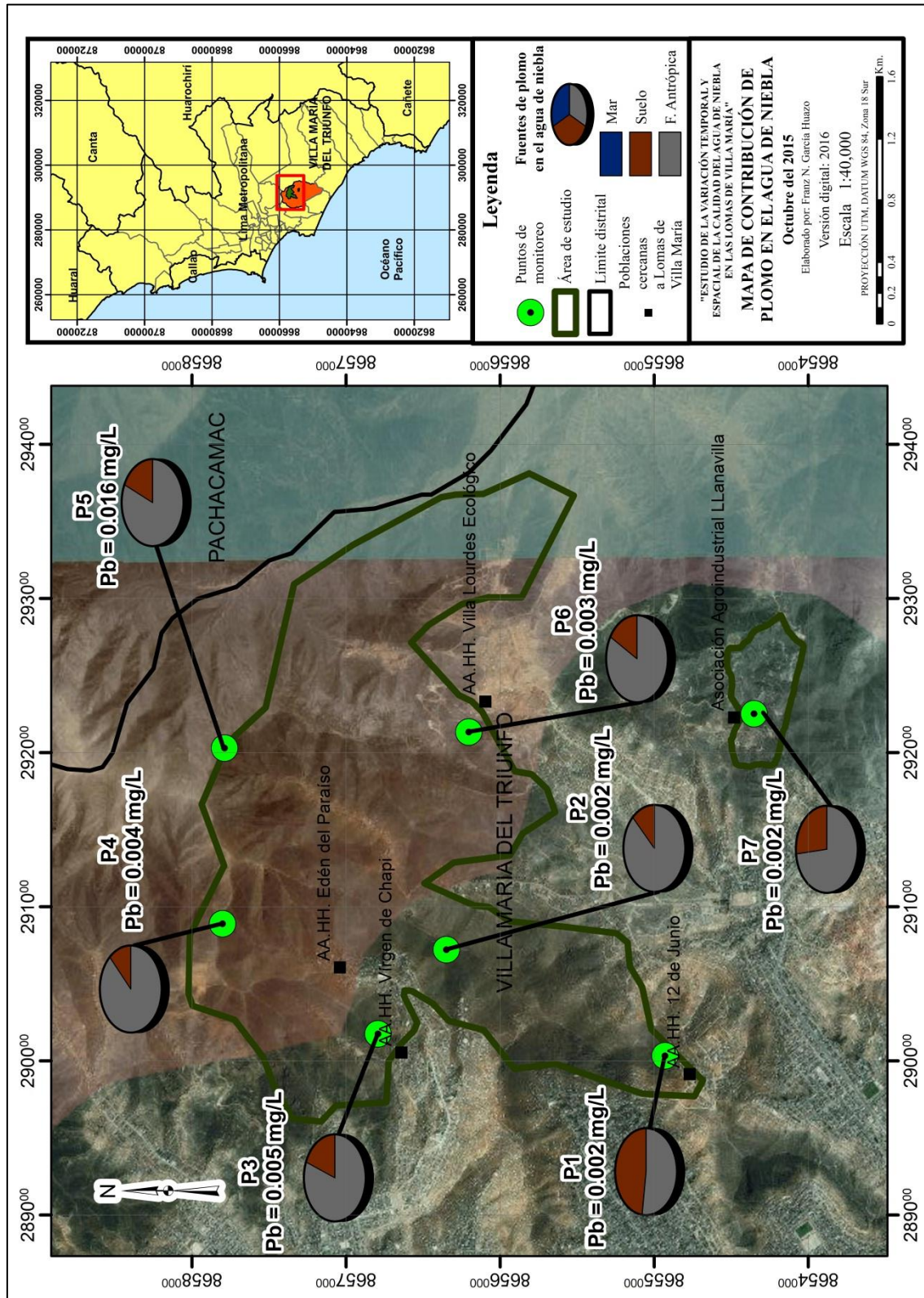


Figura 102: Mapa de contribución de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.4.3.11. Variación espacial y contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación espacial de sulfato en el agua de niebla, en las Lomas de Villa María, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015.

Así, en la Figura 103, correspondiente a la variación espacial del sulfato en el mes de agosto del 2015, se observa que la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7) presenta la mayor concentración de sulfato en la zona, con 1.62 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Además, en la AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se encuentra una concentración de sulfato de 1.06 veces lo establecido en la anterior normativa.

Estas estaciones mencionadas anteriormente presentan los valores más elevados de sulfato encontrados en agosto. Por otro lado, existe cierta tendencia a disminuir las concentraciones de sulfato a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema, y en el caso de la parte alta del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), su concentración de sulfato puede estar influenciada por la elevada concentración encontrada en la AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3).

En la Figura 104, correspondiente a la variación espacial del sulfato en el mes de setiembre del 2015, se observa que los valores más elevados se encuentran nuevamente en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3); no obstante, la concentración de sulfato en estas tres zonas es menor a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. De las concentraciones encontradas en el resto de zonas del ecosistema, se observa una tendencia a disminuir las concentraciones de sulfato a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema. De este modo, no se reportan casos de contaminación al agua de niebla por sulfato, según la normativa ambiental mencionada.

En el mes de octubre, como se observa en la Figura 105, la Asociación Agroindustrial Llanavilla «ASALL» (P7) presenta el mayor nivel de sulfato alcanzado en el mes, con 1.77 veces lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, para la categoría 1-A, subcategoría A1, aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

También, en este mes se vuelve a observar que, en las concentraciones encontradas en el resto de zonas del ecosistema, existe una tendencia a disminuir las concentraciones de sulfato a medida que se vaya acercando al norte del ecosistema.

Observando la tendencia a encontrarse las concentraciones más elevadas de sulfato al sur de la zona de estudio, y que estas concentraciones disminuyen a medida que se desplazan al norte, se presume que puede existir una fuente de sulfato que provenga del sur, desde la cual se transporta sulfato de sur a norte en el ecosistema de Lomas de Villa María. Así mismo, puede existir otra fuente de sulfato que provenga del oeste, el cual afecte al AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), y que incluso, alcance a transportar sulfato hasta la parte más elevada del Circuito Ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4).

Además, en la Figura 103, Figura 104, Figura 105 y en el Anexo 15, se observan las contribuciones de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María por parte del mar y de fuentes antrópicas, para los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

Se observa que más del 86 por ciento de la concentración de sulfato encontrada en el agua de niebla, en todas las zonas evaluadas, y en todos los meses, corresponden a fuentes antrópicas; de modo que, las fuentes antrópicas son las principales fuentes significativas de sulfato en el agua de niebla de las Lomas de Villa María.

Por último, se observa que el mar es una fuente secundaria del sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María, debido a su menor proporción, en comparación con las fuentes antrópicas.

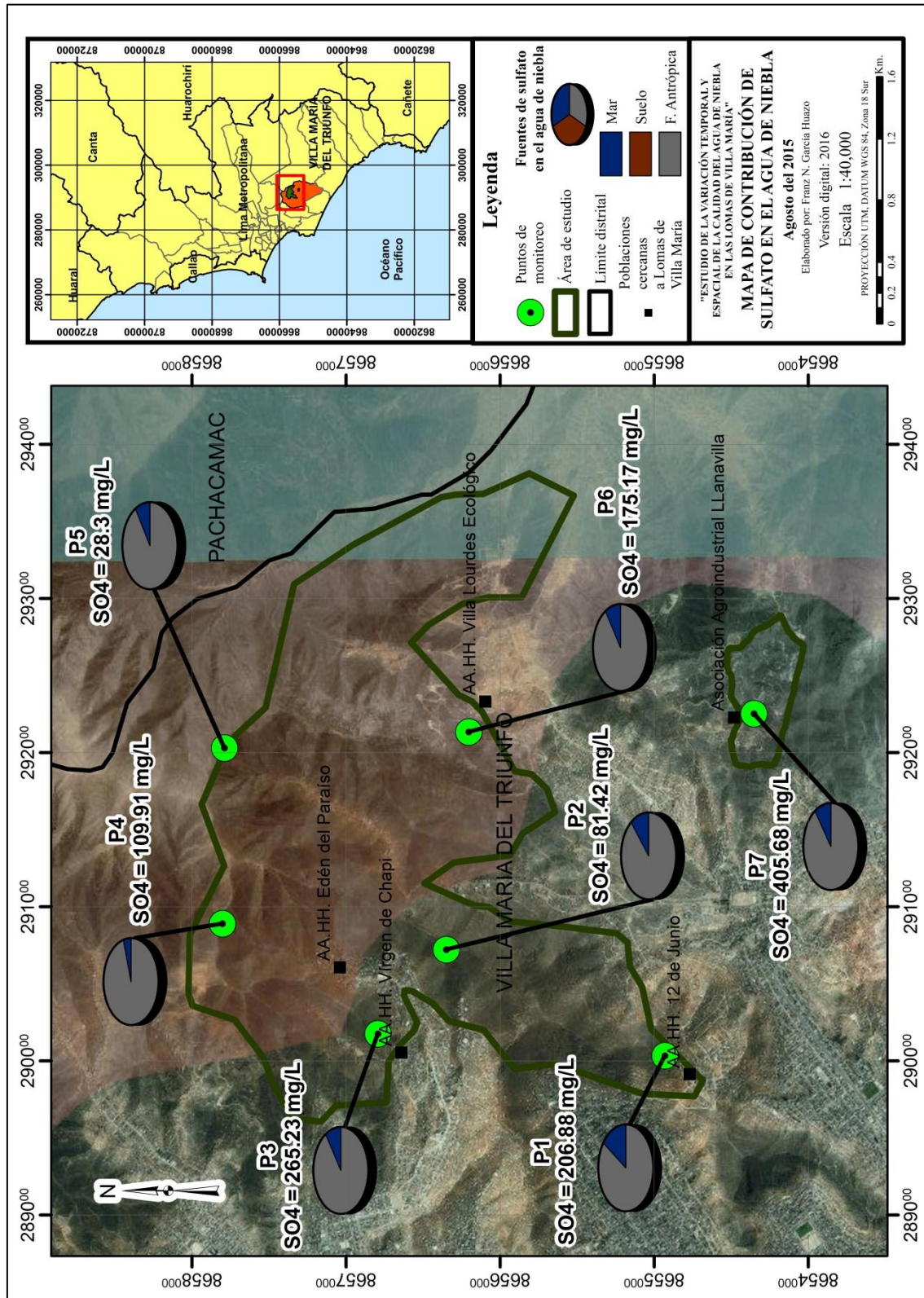


Figura 103: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

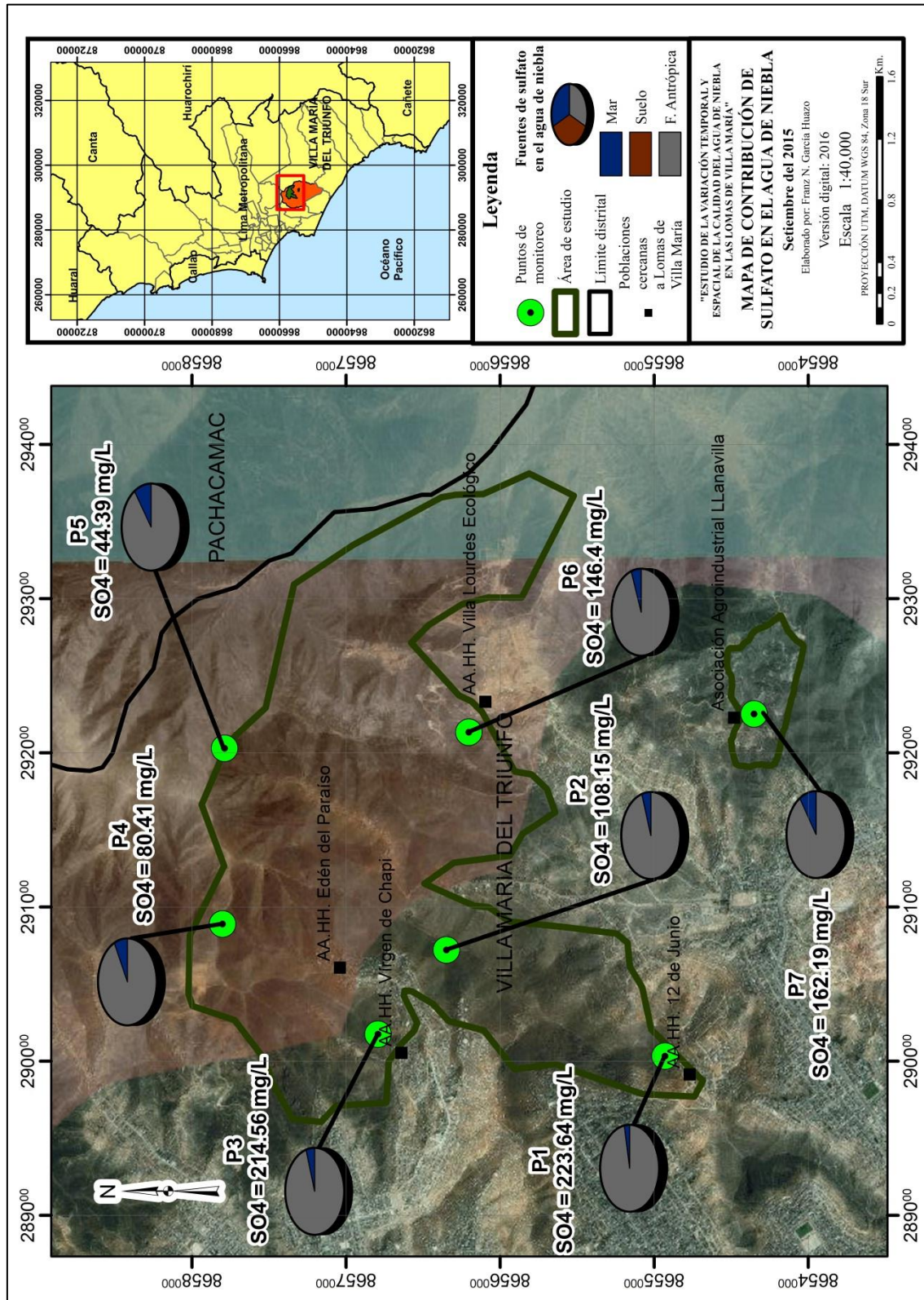


Figura 104: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

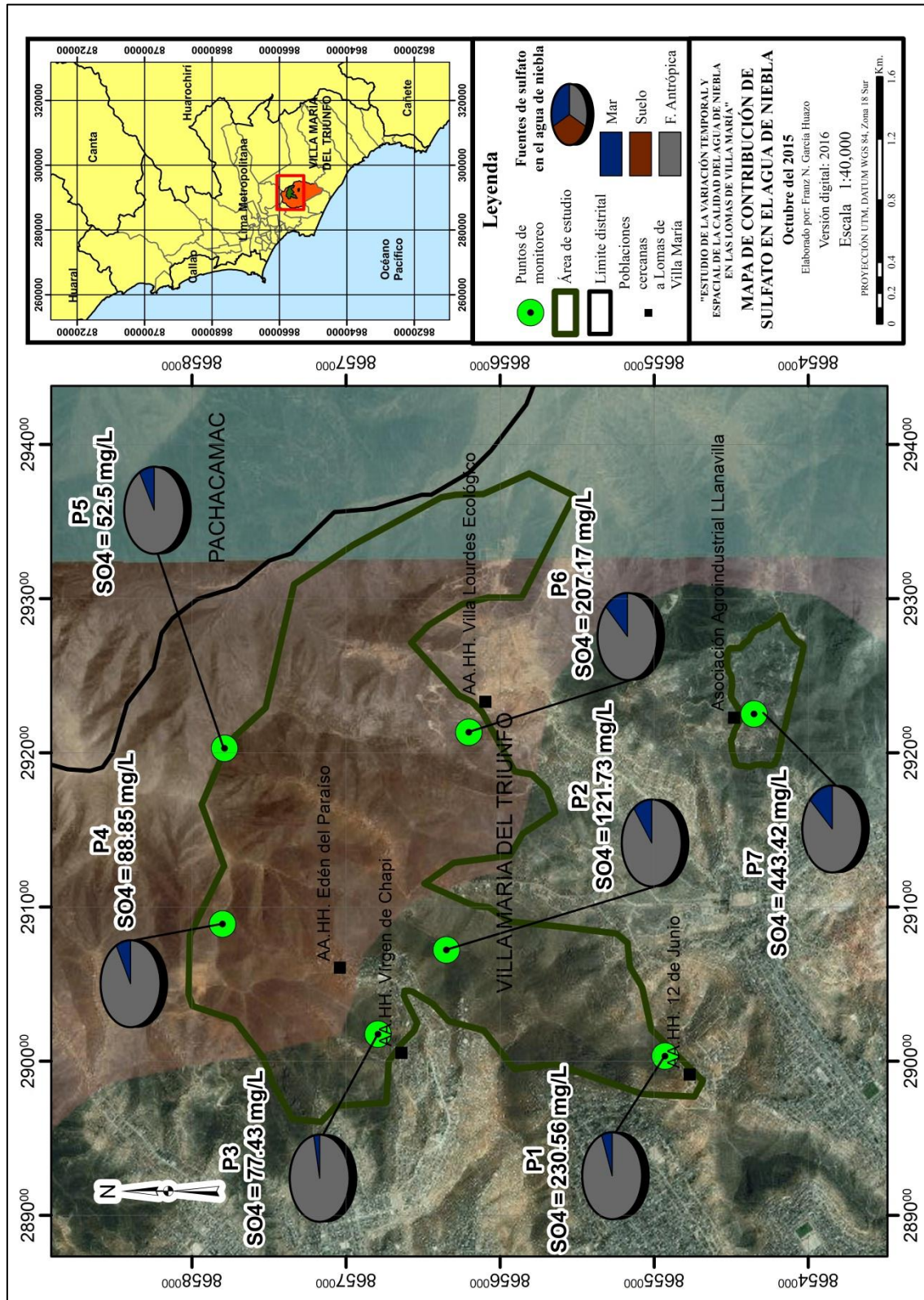


Figura 105: Mapa de contribución de sulfato al agua de niebla en las Lomas de Villa María en el mes de octubre del 2015

4.5. Determinación de trayectorias de masas de aire que ingresan al ecosistema de Lomas de Villa María

A continuación, se muestran los resultados del análisis de masas de aire que transportan humedad al ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de agosto.

Durante el tiempo de evaluación de la calidad del agua de niebla, fueron analizadas las masas de aire que transportaban humedad hacia las Lomas de Villa María, por medio del programa HYSPLIT. Diferentes trayectorias fueron observadas durante el tiempo de evaluación; por lo cual, las diferentes trayectorias de masas de aire fueron agrupadas, según el parecido entre las trayectorias de masas de aire observadas. De este modo, las trayectorias de masas de aire que transportaban humedad a las Lomas de Villa María durante el tiempo de estudio, fueron agrupadas en ocho tipos de trayectorias.

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 1» son aquellas masas que provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 106. En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María. Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes de emisiones atmosféricas menores que existen en los mencionados distritos.

Así también, se observa que, en la trayectoria de las masas de aire, existe cierta aproximación al continente a lo largo del departamento de Ica; no obstante, se descarta que exista un aporte de contaminantes al aire proveniente de Ica, que pueda influenciar en la calidad del agua de niebla de las Lomas de Villa María, debido a que, son las fuentes de emisiones antrópicas sobre el continente por donde pasan las masas de aire, las que influyen en la calidad de agua de niebla, en contaminantes diferentes al Na^+ y Cl^- , como mencionan Munger et al. (1989) y Gundel et al. (1994).

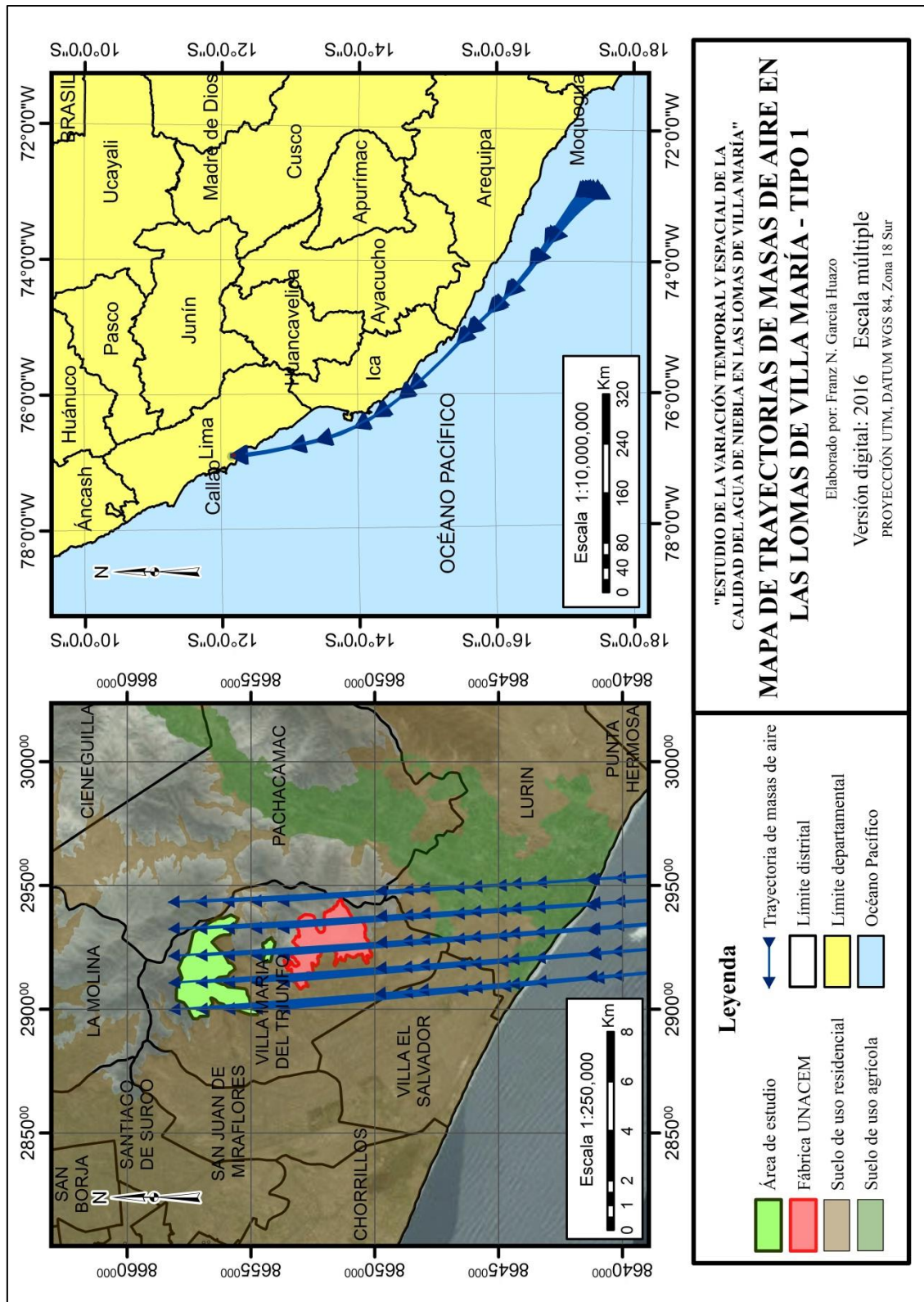


Figura 106: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 1, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

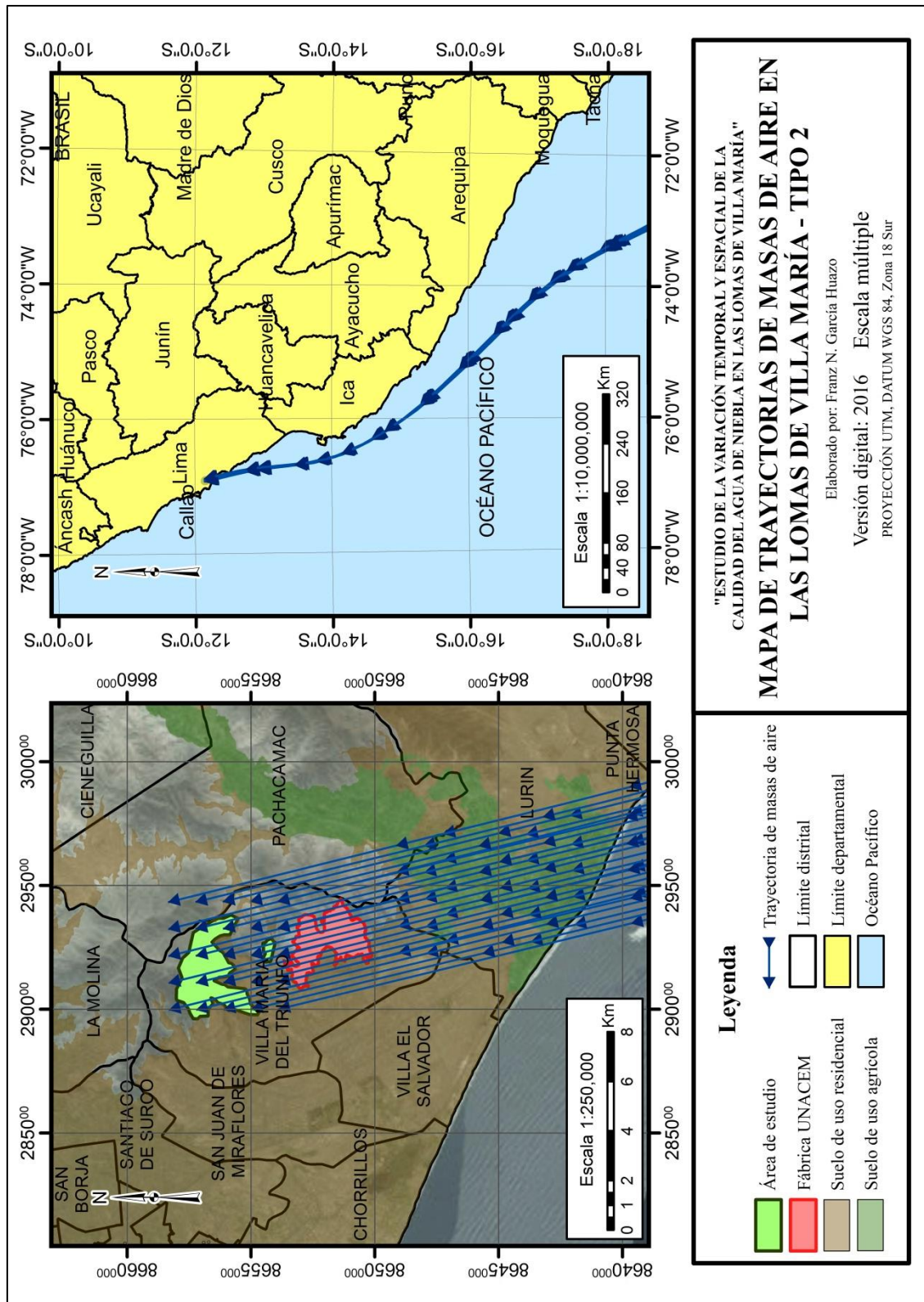
Las trayectorias de masas de aire «Tipo 2» son aquellas masas que provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 107.

En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, a diferencia de las masas de aire «Tipo 1», estas masas se dirigen hacia el norte, con cierta inclinación hacia el noroeste, pasando por los distritos de Pachacámac y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María.

Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes menores de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos.

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 3» son aquellas masas que provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta entrar al continente por los distritos de Chorrillos y Villa El Salvador, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 108. En la misma figura se observa que, luego de pasar por Chorrillos y Villa El Salvador, las masas de aire se dirigen hacia el noreste, pasando por los distritos de San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María.

Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, pasan sobre los distritos mencionados, y sobre las fuentes de emisiones atmosféricas que existen en ellos. Además, algunas trayectorias de masas de aire de este tipo pasan sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM, pero estas masas se dirigen hacia el noreste, de modo que no llegan al ecosistema, pero sí llegan a la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7).



"ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE NIEBLA EN LAS LOMAS DE VILLA MARÍA"

MAPA DE TRAYECTORIAS DE MASAS DE AIRE EN LAS LOMAS DE VILLA MARÍA - TIPO 2

Elaborado por: Franz N. García Huazo

Versión digital: 2016 Escala múltiple

PROYECCIÓN UTM, DATUM WGS 84, Zona 18 Sur

Figura 107: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 2, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

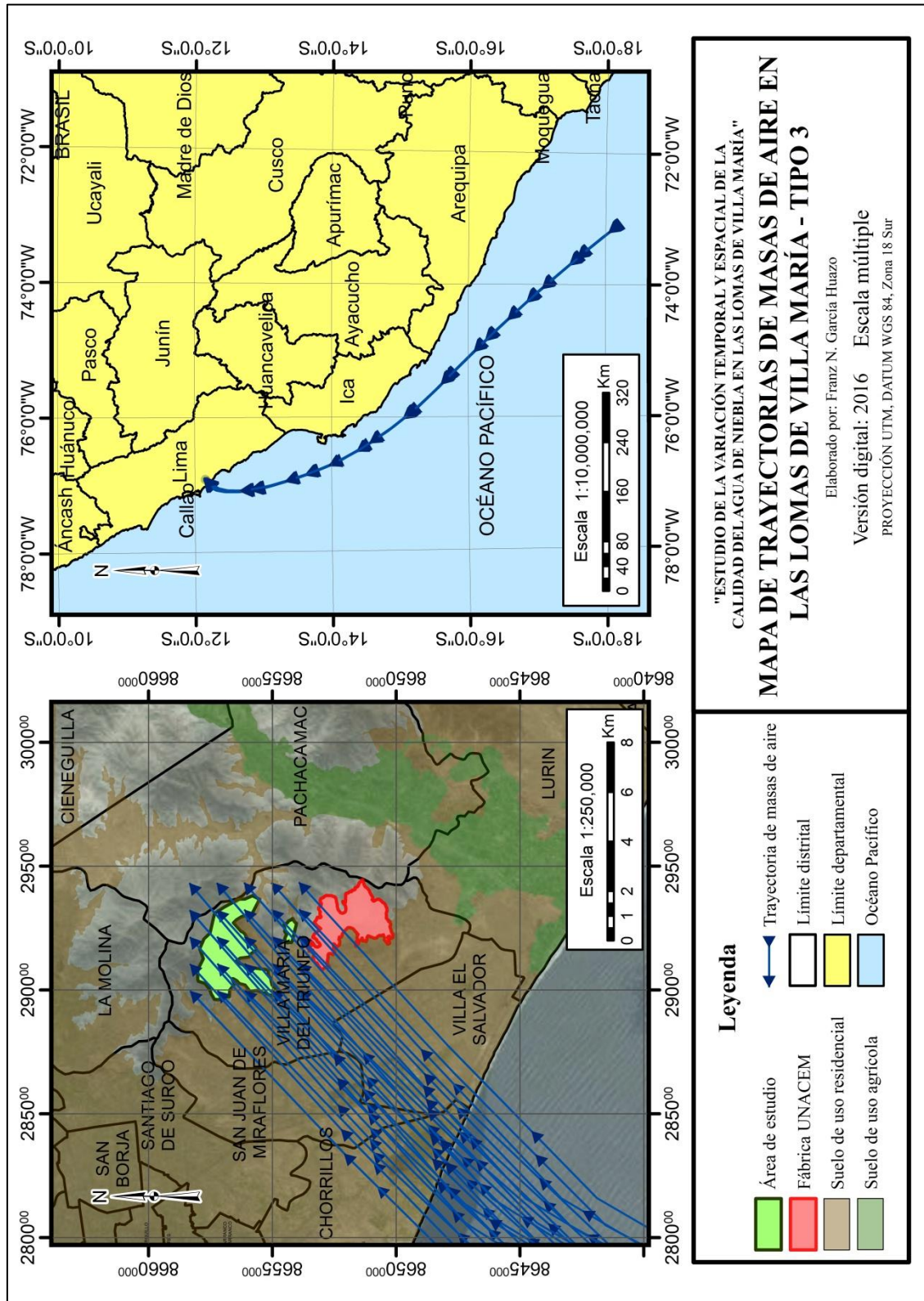


Figura 108: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 3, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 4» son aquellas masas que provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 109. No obstante, a diferencia de las masas de aire «Tipo 1», algunas masas de aire provienen del departamento de Ica, desplazándose sobre el litoral hasta llegar a la zona de estudio.

En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María.

Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes menores de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos.

Así también, las masas de aire que provienen de Ica podrían influir en la calidad del agua de niebla de las Lomas de Villa María, debido a la influencia de las emisiones atmosféricas sobre el continente, como mencionan Munger et al. (1989) y Gundel et al. (1994). No obstante, esta influencia solo sería significativa si se observase que este tipo de trayectoria de masa de aire es frecuente en el tiempo de estudio.

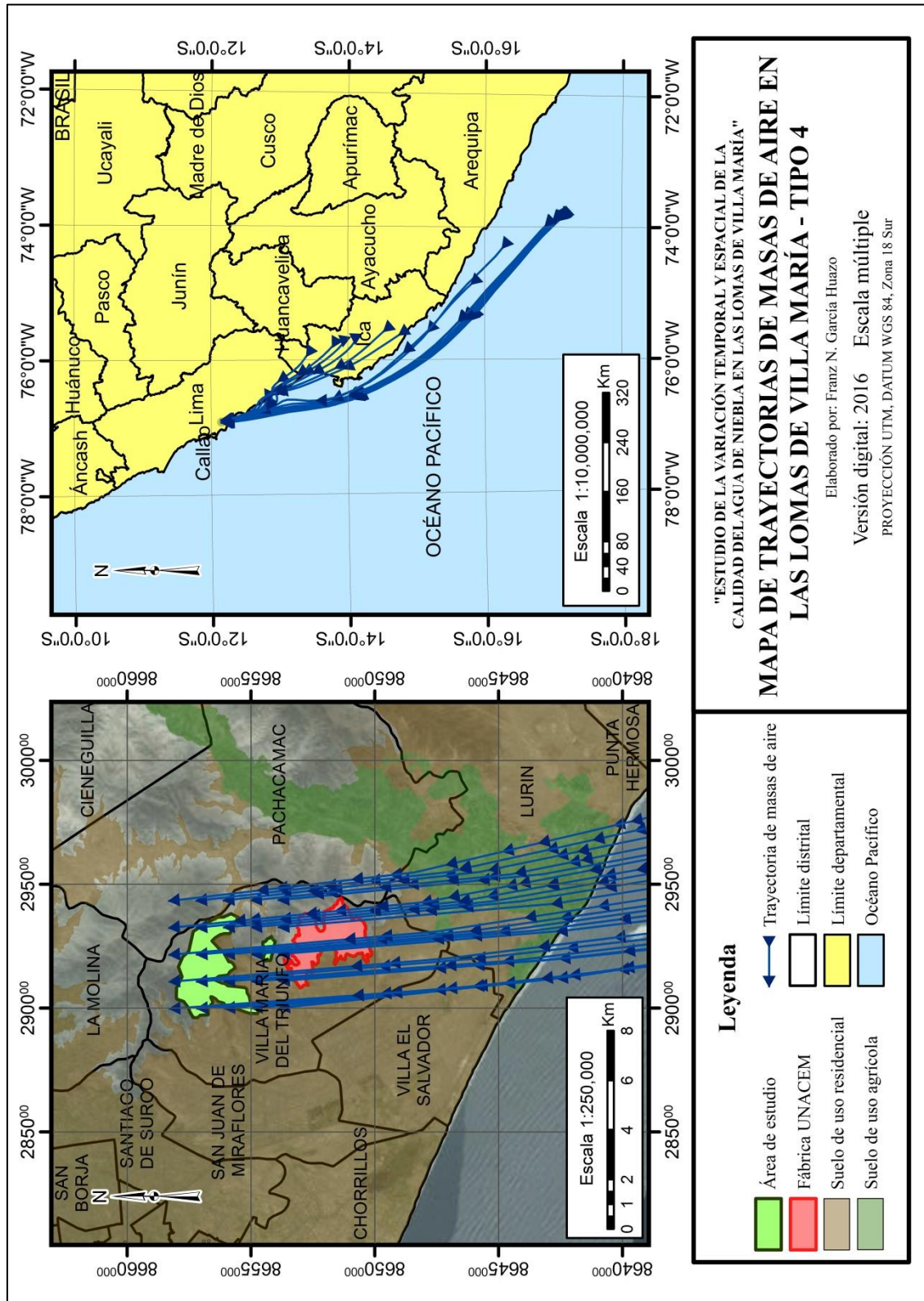


Figura 109: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 4, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 5» tienen dos orígenes. Un grupo de estas masas de aire provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el departamento de Ica, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta volver a entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 110.

El otro grupo de masas de aire provienen del noreste, pasando por los departamentos de Huánuco, Pasco, Junín y Lima, hasta salir al océano y volver a entrar al continente, para juntarse con el primer grupo de masas de aire que conforman el «Tipo 5» en el distrito de Lurín.

En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Pachacámac y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María. Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, luego de entrar por el océano, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos. Así también, las masas de aire que provienen de Huánuco, Pasco, Junín e Ica podrían influir en la calidad del agua de niebla de las Lomas de Villa María, debido a la influencia de las emisiones atmosféricas sobre el continente, como mencionan Munger et al. (1989) y Gundel et al. (1994). No obstante, esta influencia sería significativa si se observase que este tipo de trayectoria de masa de aire fuera frecuente en el tiempo de estudio.

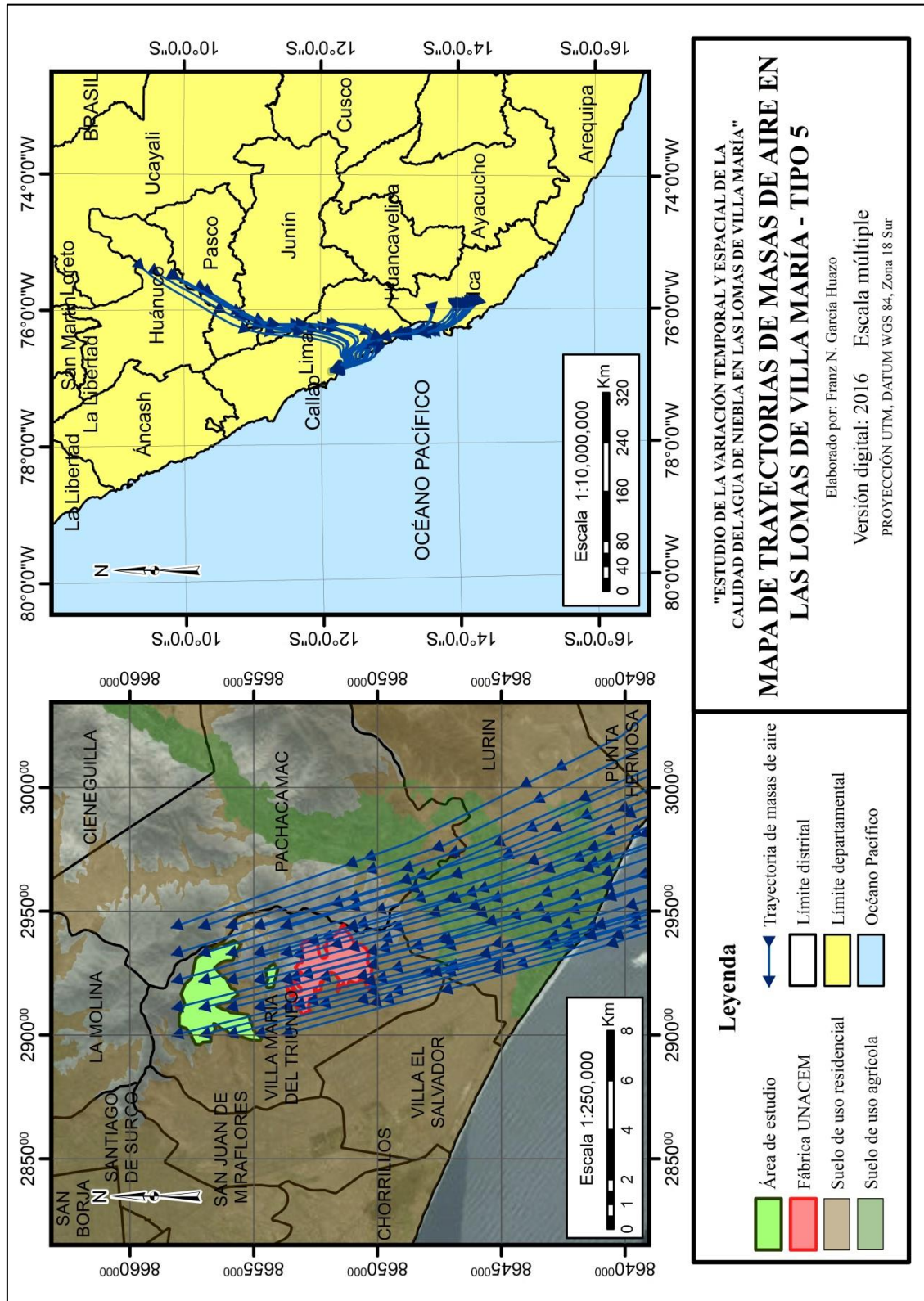


Figura 110: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 5, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 6» provienen del norte del departamento de Lima, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el departamento de Lima, dirigiéndose hacia el sureste, según la costa peruana, hasta volver a entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 111.

En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Pachacámac y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María. Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, luego de entrar por el océano, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos.

Así también, las masas de aire que provienen del norte de Lima podrían influir en la calidad del agua de niebla de las Lomas de Villa María, debido a la influencia de las emisiones atmosféricas sobre el continente, como mencionan Munger et al. (1989) y Gundel et al. (1994). No obstante, esta influencia sería significativa si se observase que este tipo de trayectoria de masa de aire fuera frecuente en el tiempo de estudio.

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 7» tienen dos orígenes. Un grupo de estas masas de aire provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 112. El otro grupo de masas de aire también provienen del Océano Pacífico, pero vienen del oeste del departamento de Lima, juntándose con el primer grupo de masas de aire que conforman el «Tipo 7» en el distrito de Lurín. En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Villa El Salvador, Pachacámac y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María. Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, luego de entrar por el océano, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos.

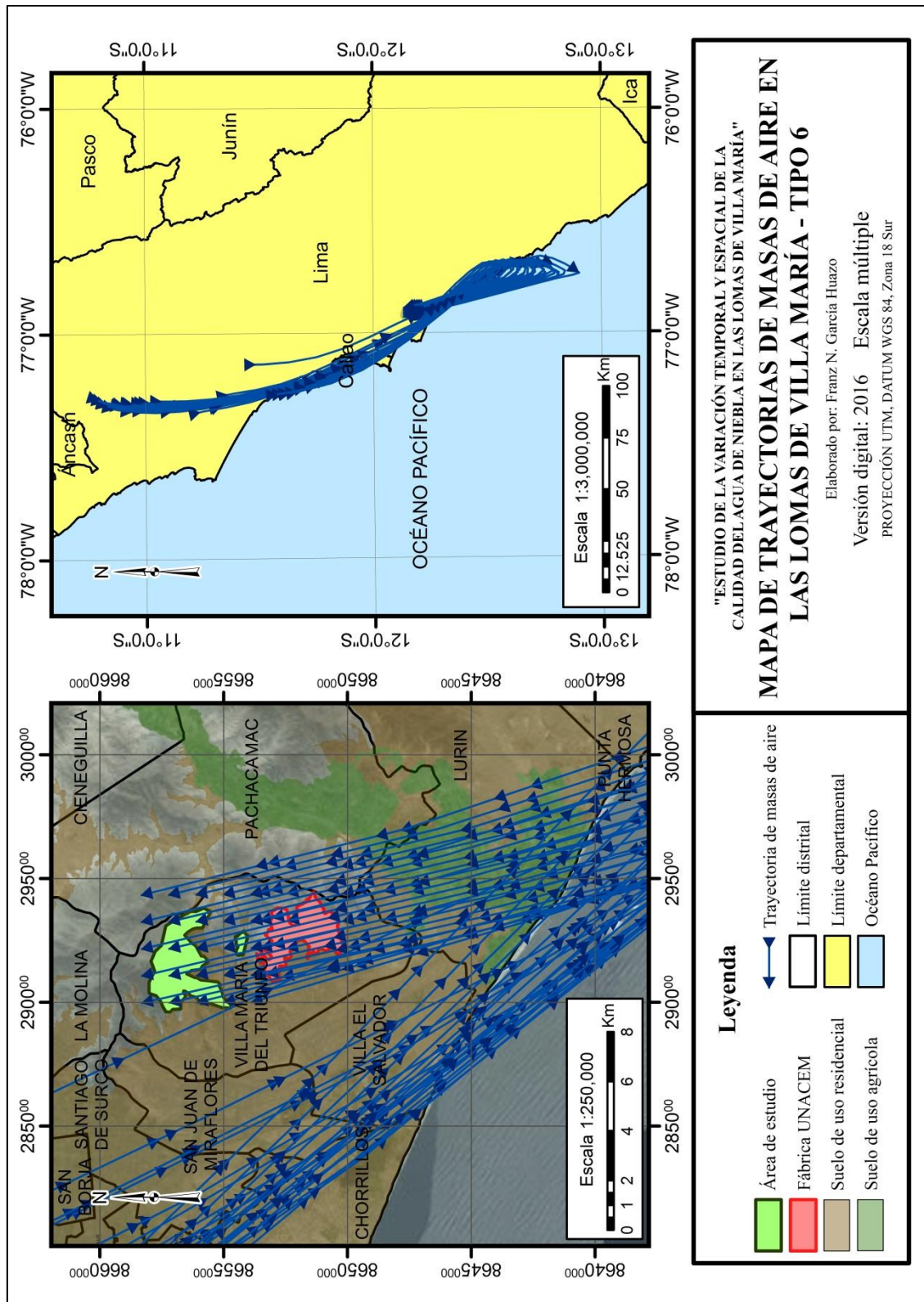


Figura 111: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 6, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

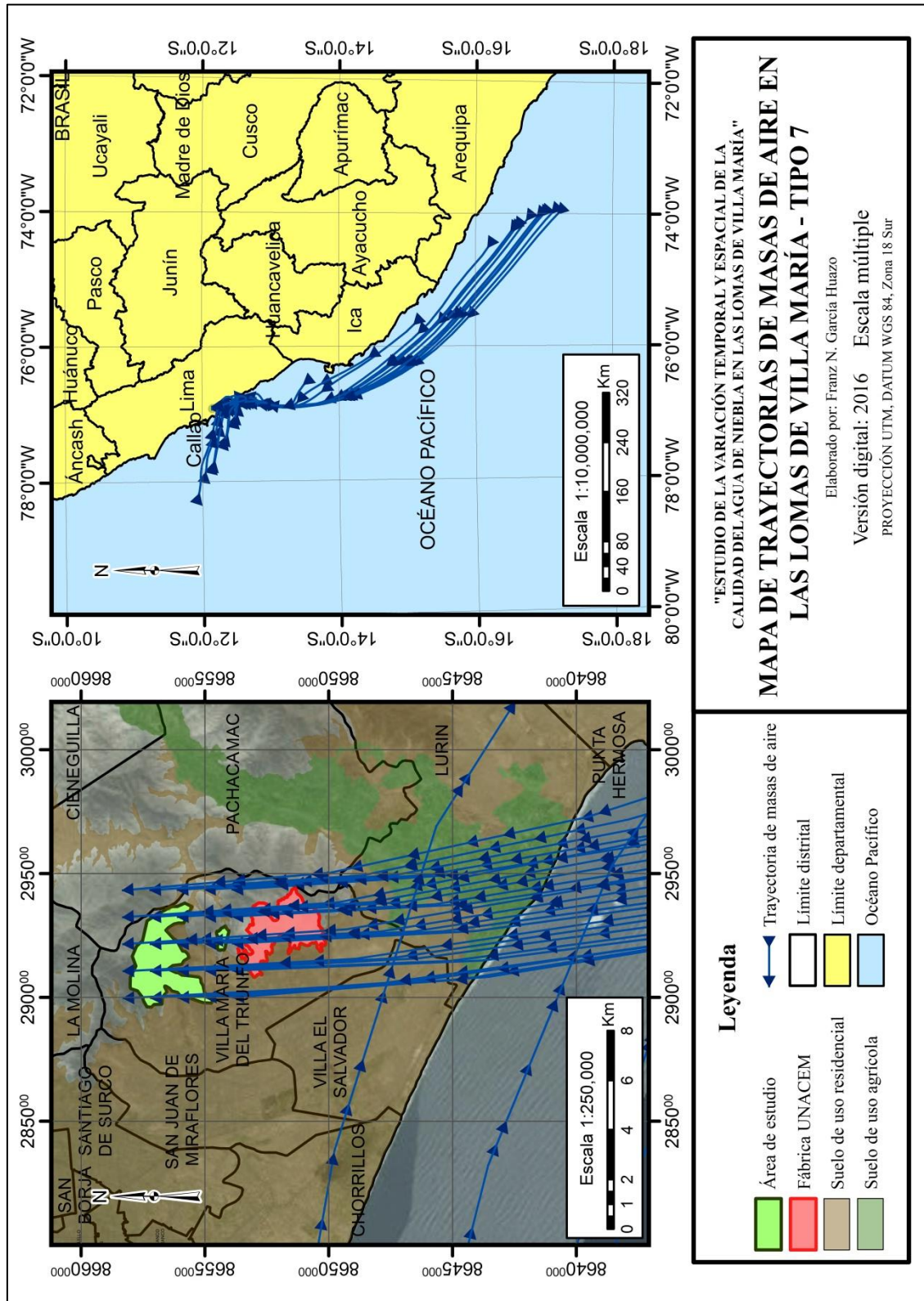


Figura 112: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 7, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

Las trayectorias de masas de aire «Tipo 8» tienen tres orígenes. Un grupo de estas masas de aire provienen del sur, de modo que, en 24 horas antes de llegar al ecosistema de Lomas de Villa María, se encuentran sobre el Océano Pacífico, dirigiéndose hacia el noroeste, según la costa peruana, hasta volver a entrar al continente por el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, como se observa en la Figura 113.

Un segundo grupo de masas de aire también provienen del Océano Pacífico, pero vienen del oeste del departamento de Lima, juntándose con el primer grupo de masas de aire que conforman el «Tipo 8» en el distrito de Lurín. El tercer grupo de masas de aire provienen del noreste, pasan por los departamentos de Pasco, Junín y Lima, hasta salir al océano y volver a entrar al continente, para juntarse con los otros grupos de masas de aire que conforman el «Tipo 8» en el distrito de Lurín.

En la misma figura se observa que, luego de pasar por Lurín, las masas de aire continúan dirigiéndose hacia el norte, pasando por los distritos de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, hasta llegar a las Lomas de Villa María. Durante el recorrido, se observa que las masas de aire que siguen este tipo de trayectoria, luego de entrar por el océano, pasan sobre zonas agrícolas del Valle de Lurín, sobre la fábrica de cemento de la empresa UNACEM y sobre otras fuentes de emisiones atmosféricas que existen en los mencionados distritos.

Así también, las masas de aire que provienen de Pasco, Junín e Ica podrían influir en la calidad del agua de niebla de las Lomas de Villa María, debido a la influencia de las emisiones atmosféricas sobre el continente, como mencionan Munger et al. (1989) y Gundel et al. (1994). No obstante, esta influencia sería significativa, solo si, se observase que este tipo de trayectoria de masa de aire fuera frecuente en el tiempo de estudio.

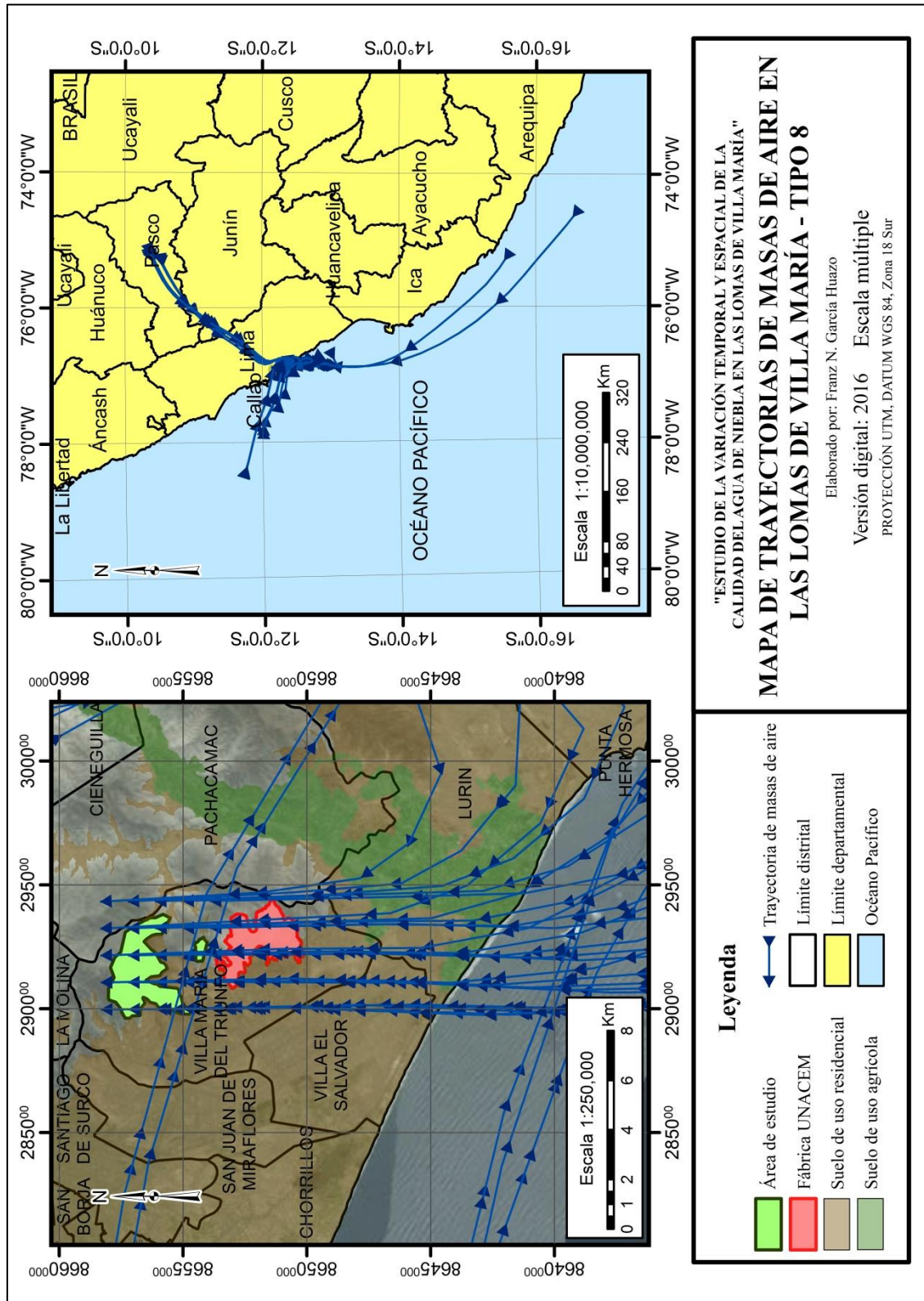


Figura 113: Mapa de trayectorias de masas de aire - Tipo 8, que llegan a las Lomas de Villa María en la estación húmeda del 2015

Como se observa en la Tabla 34, se han distinguido hasta cinco tipos de trayectorias diferentes para estas masas de aire para el mes de agosto.

Tabla 34: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
12/08/2015 11:00	13/08/2015 19:00	1	Proveniente del sur	1.333
13/08/2015 19:00	14/08/2015 00:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.208
14/08/2015 00:00	14/08/2015 04:00	1	Proveniente del sur	0.167
14/08/2015 04:00	14/08/2015 09:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.208
14/08/2015 09:00	15/08/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.875
15/08/2015 06:00	15/08/2015 14:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.333
15/08/2015 14:00	15/08/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.292
15/08/2015 21:00	16/08/2015 01:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.167
16/08/2015 01:00	17/08/2015 07:00	1	Proveniente del sur	1.250
17/08/2015 07:00	17/08/2015 17:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.417
17/08/2015 17:00	18/08/2015 05:00	1	Proveniente del sur	0.500
18/08/2015 05:00	18/08/2015 14:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.375
18/08/2015 14:00	18/08/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.292
18/08/2015 21:00	19/08/2015 04:00	4	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica, llegando por el sureste	0.292

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
19/08/2015 04:00	19/08/2015 09:00	5	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica y otras de los andes, llegando por el sureste	0.208
19/08/2015 09:00	19/08/2015 10:00	4	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica, llegando por el sureste	0.042
19/08/2015 10:00	19/08/2015 13:00	1	Proveniente del sur	0.125

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 35, de las cinco clases de masas de aire identificados, se observa que las masas de aire tipo 1, las cuales provienen del sur, se han reportado en el 68.24 por ciento de las horas totales de estudio, seguido de las masas de aire tipo 3, proveniente del sur, con inclinación del suroeste, con una frecuencia de 15.88 por ciento. Así, se observa que, en el mes de agosto, la mayoría de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María provienen del sur.

Tabla 35: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de agosto del 2015

Tipo de trayectoria de masa de aire	Días acumulados totales	Porcentaje respecto al total de días (%)
1	4.83	68.24
2	0.58	8.24
3	1.13	15.88
4	0.33	4.71
5	0.21	2.94

FUENTE: Elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados del análisis de masas de aire que transportan humedad al ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre. Como se observa en la Tabla 36, se han distinguido hasta seis tipos de trayectorias diferentes para estas masas de aire en este mes.

Tabla 36: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
18/09/2015 11:00	18/09/2015 18:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.292
18/09/2015 18:00	18/09/2015 22:00	1	Proveniente del sur	0.167
18/09/2015 22:00	19/09/2015 01:00	6	Proveniente del norte de Lima, dando una vuelta por el sur y llegando al punto ligeramente inclinado al sureste	0.125
19/09/2015 01:00	19/09/2015 04:00	4	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica, llegando por el sureste	0.125
19/09/2015 04:00	19/09/2015 09:00	5	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica y otras de los andes, llegando por el sureste	0.208
19/09/2015 09:00	19/09/2015 10:00	4	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica, llegando por el sureste	0.042
19/09/2015 10:00	20/09/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.833
20/09/2015 06:00	20/09/2015 18:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.500
20/09/2015 18:00	21/09/2015 08:00	1	Proveniente del sur	0.583
21/09/2015 08:00	21/09/2015 16:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.333

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
21/09/2015 16:00	21/09/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.208
21/09/2015 21:00	22/09/2015 07:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.417
22/09/2015 07:00	22/09/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.542
22/09/2015 20:00	23/09/2015 05:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.375
23/09/2015 05:00	23/09/2015 07:00	1	Proveniente del sur	0.083
23/09/2015 07:00	23/09/2015 14:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.292
23/09/2015 14:00	23/09/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.250
23/09/2015 20:00	24/09/2015 07:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.458
24/09/2015 07:00	24/09/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.583
24/09/2015 21:00	25/09/2015 00:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.125
25/09/2015 00:00	25/09/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.250
25/09/2015 06:00	25/09/2015 14:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.333
25/09/2015 14:00	25/09/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.250
25/09/2015 20:00	26/09/2015 03:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.292
26/09/2015 03:00	26/09/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.708
26/09/2015 20:00	27/09/2015 00:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.167
27/09/2015 00:00	27/09/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.250

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
27/09/2015 06:00	27/09/2015 12:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.250
27/09/2015 12:00	27/09/2015 19:00	1	Proveniente del sur	0.292
27/09/2015 19:00	28/09/2015 01:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.250
28/09/2015 01:00	28/09/2015 07:00	1	Proveniente del sur	0.250
28/09/2015 07:00	28/09/2015 16:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.375
28/09/2015 16:00	29/09/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.583
29/09/2015 06:00	29/09/2015 16:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.417
29/09/2015 16:00	29/09/2015 18:00	1	Proveniente del sur	0.083

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 37, de las seis clases de masas de aires identificados, se observa que las masas de aire tipo 1, las cuales provienen del sur, se han reportado en el 52.40 por ciento de las horas totales de estudio, seguido de las masas de aire tipo 3, proveniente del sur, con inclinación del suroeste, con una frecuencia de 24.72 por ciento. A estos, le siguen las masas de aire tipo 2, proveniente del sur, con ligera inclinación del suroeste, con una frecuencia de 18.45 por ciento. Así, se observa que, en el mes de setiembre, la mayoría de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María provienen del sur.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de masas de aire que transportan humedad al ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de octubre. Como se observa en la Tabla 38, se han distinguido hasta siete tipos de trayectorias diferentes para estas masas de aire para el mes de octubre.

Tabla 37: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de setiembre del 2015

Tipo de trayectoria de masa de aire	Días acumulados totales	Porcentaje respecto al total de días (%)
1	5.92	52.40
2	2.08	18.45
3	2.79	24.72
4	0.17	1.48
5	0.21	1.85
6	0.13	1.11

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 39, de las siete clases de masas de aires identificados, se observa que las masas de aire tipo 1, las cuales provienen del sur, se han reportado en el 57.82 por ciento de las horas totales de estudio, seguido de las masas de aire tipo 3, proveniente del sur, con inclinación del suroeste, con una frecuencia de 19.43 por ciento, y de las masas de aire tipo 6, proveniente del norte, dando una vuelta por el sur y llegando a la estación de monitoreo ligeramente inclinado al sureste, con una frecuencia de 12.32 por ciento.

Así, se observa que, en el mes de octubre, la mayoría de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María provienen del sur; no obstante, cerca del 13 por ciento de las masas de aire provienen del norte, aunque finalmente llegan a la zona de estudio por el sur.

Tabla 38: Clasificación de masas de aire según su trayectoria hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
11/10/2015 12:00	11/10/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.375
11/10/2015 21:00	12/10/2015 00:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.125

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
12/10/2015 00:00	12/10/2015 07:00	1	Proveniente del sur	0.292
12/10/2015 07:00	12/10/2015 17:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.417
12/10/2015 17:00	13/10/2015 21:00	1	Proveniente del sur	1.167
13/10/2015 21:00	14/10/2015 01:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.167
14/10/2015 01:00	14/10/2015 06:00	1	Proveniente del sur	0.208
14/10/2015 06:00	14/10/2015 08:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.083
14/10/2015 08:00	15/10/2015 12:00	1	Proveniente del sur	1.167
15/10/2015 12:00	15/10/2015 17:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.208
15/10/2015 17:00	15/10/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.125
15/10/2015 20:00	15/10/2015 21:00	4	Proveniente del sur, con algunas trayectorias provenientes de Ica, llegando por el sureste	0.042
15/10/2015 21:00	16/10/2015 09:00	6	Proveniente del norte de Lima, dando una vuelta por el sur y llegando al punto ligeramente inclinado al sureste	0.500
16/10/2015 09:00	16/10/2015 19:00	1	Proveniente del sur	0.417
16/10/2015 19:00	17/10/2015 09:00	6	Proveniente del norte de Lima, dando una vuelta por el sur y llegando al punto ligeramente inclinado al sureste	0.583
17/10/2015 09:00	17/10/2015 18:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.375
17/10/2015 18:00	17/10/2015 21:00	1	Proveniente del sur	0.125

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Fecha y hora inicial	Fecha y hora final	Tipo de trayectoria de masa de aire	Descripción	Días acumulados
17/10/2015 21:00	18/10/2015 02:00	7	Proveniente del este de Lima, dando una vuelta por el sur. Otras masas llegan desde el sur. Ambas masas entran por el sur al ecosistema	0.208
18/10/2015 02:00	18/10/2015 09:00	8	Proveniente del este, dando una vuelta por el sur. Otras masas llegan desde los andes, y otras desde el sur. Ambas masas entran por el sur al ecosistema	0.292
18/10/2015 09:00	18/10/2015 18:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.375
18/10/2015 18:00	18/10/2015 23:00	1	Proveniente del sur	0.208
18/10/2015 23:00	19/10/2015 07:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.333
19/10/2015 07:00	19/10/2015 11:00	1	Proveniente del sur	0.167
19/10/2015 11:00	19/10/2015 16:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.208
19/10/2015 16:00	19/10/2015 20:00	1	Proveniente del sur	0.167
19/10/2015 20:00	19/10/2015 21:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.042
19/10/2015 21:00	20/10/2015 02:00	1	Proveniente del sur	0.208
20/10/2015 02:00	20/10/2015 05:00	2	Proveniente del sur, con ligera inclinación del sureste	0.125
20/10/2015 05:00	20/10/2015 10:00	1	Proveniente del sur	0.208
20/10/2015 10:00	20/10/2015 13:00	3	Proveniente del sur, con inclinación del suroeste	0.125
20/10/2015 13:00	20/10/2015 19:00	1	Proveniente del sur	0.250

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 39: Frecuencia de la ocurrencia de masas de aire que llegan al ecosistema de Lomas de Villa María, según su clasificación, en el mes de octubre del 2015

Tipo de trayectoria de masa de aire	Días acumulados totales	Porcentaje respecto al total de días (%)
1	5.08	57.82
2	0.87	9.95
3	1.71	19.43
4	0.04	0.47
6	1.08	12.32
7	0.21	2.37
8	0.29	3.32

FUENTE: Elaboración propia

Se observa que la gran mayoría de masas de aire que llegaron al ecosistema de Lomas de Villa María durante el tiempo de estudio, han ingresado por el sur, correspondiendo, en su mayoría, al tipo de masas de aire 1, con 68.24, 52.40 y 57.82 por ciento de la ocurrencia total de masas de aire en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente. Así también, las trayectorias de masas de aire tipo 3 son el segundo tipo de trayectoria más frecuente, con 15.88, 24.72 y 19.43 por ciento de la ocurrencia total de masas de aire en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, respectivamente.

De este modo, las trayectorias identificadas muestran que, antes de ingresar al ecosistema de Lomas de Villa María, las masas de aire recorren predominantemente de sur a norte el Océano Pacífico, ingresando al continente por los distritos de Lurín y Chorrillos, pasando por los distritos de Villa El Salvador, Pachacámac, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo y, además, pasando sobre las instalaciones de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM.

Este análisis evidencia que, las masas de aire que transportan humedad hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, transitan sobre los distritos de Chorrillos, Lurín, Villa El Salvador, Pachacámac, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, además de la fábrica de cemento de la empresa UNACEM. De este modo, las masas de aire podrían transportar contaminantes atmosféricos que sean emitidos desde estos distritos, o desde la fábrica.

4.6. Análisis de variación temporal de la calidad del agua de niebla en el ecosistema de Lomas de Villa María

A continuación, se observa la variación temporal de los componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015.

En la Figura 114, se observa la variación temporal del pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. En general, se observa que los mayores valores de pH se dan en el mes de setiembre, en todas las estaciones evaluadas, con excepción del AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), donde agosto fue el mes con mayores valores de pH, pero muy cercano al valor alcanzado en el mes de setiembre.

Por otro lado, en el mes de octubre se presentaron los menores valores de pH en el agua de niebla durante el tiempo de evaluación, en todas las áreas evaluadas, con excepción de la parte alta de las Lomas de Villa María (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), donde los menores valores de pH se reportaron en el mes de agosto. Es más, en estas dos zonas, para el mes de agosto, los valores de pH llegan a ser menores al límite inferior indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Además, en estas dos estaciones se encuentran los valores de pH más bajos dentro del ecosistema de Lomas de Villa María.

Por otro lado, en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), se encuentran los valores de pH más altos dentro de la zona de estudio. Además, en el mes de setiembre, los valores de pH llegan a ser mayores al límite superior indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. En el resto de zonas evaluadas dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, el pH del agua de niebla posee valores neutros.

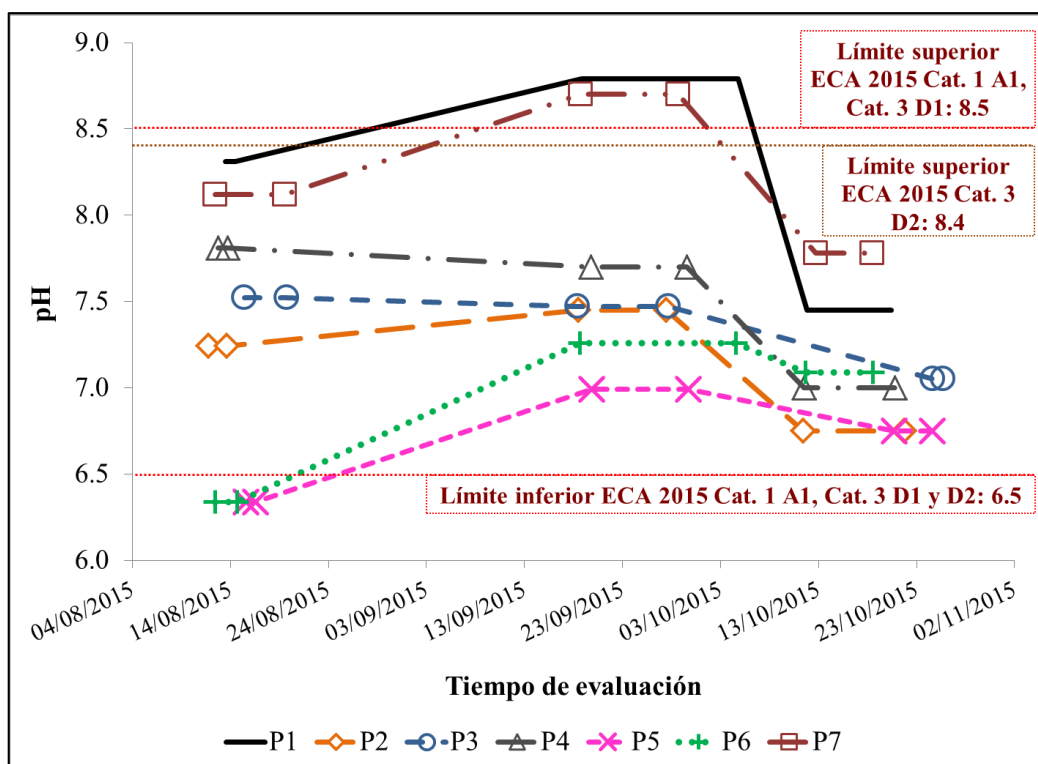


Figura 114: Variación temporal de pH en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 115, se observa la variación temporal de la conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. En general, se observa que los mayores valores de la conductividad eléctrica se dan en el mes de octubre, en todas las estaciones evaluadas, con excepción del AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), donde el mes con mayores valores de la conductividad eléctrica fue agosto, pero muy cercano al valor alcanzado en el mes de setiembre, en el caso del circuito ecoturístico. Por otro lado, los meses de agosto y setiembre presentaron valores similares de conductividad eléctrica en el agua de niebla durante el tiempo de evaluación, en todas las áreas evaluadas, salvo en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla», donde difieren mucho estos valores (1569 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en agosto y 970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en setiembre).

Se observa que, en la mayoría de zonas evaluadas dentro del área de estudio, los valores de conductividad eléctrica fueron menores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salvo en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), durante el mes de octubre. Otro caso de elevada conductividad eléctrica se reporta en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla»

(P7), donde se encuentran los valores de conductividad eléctrica más altos dentro de la zona de estudio. Además, en los meses de agosto y octubre, los valores de la conductividad eléctrica en esta zona llegan a ser mayores al valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

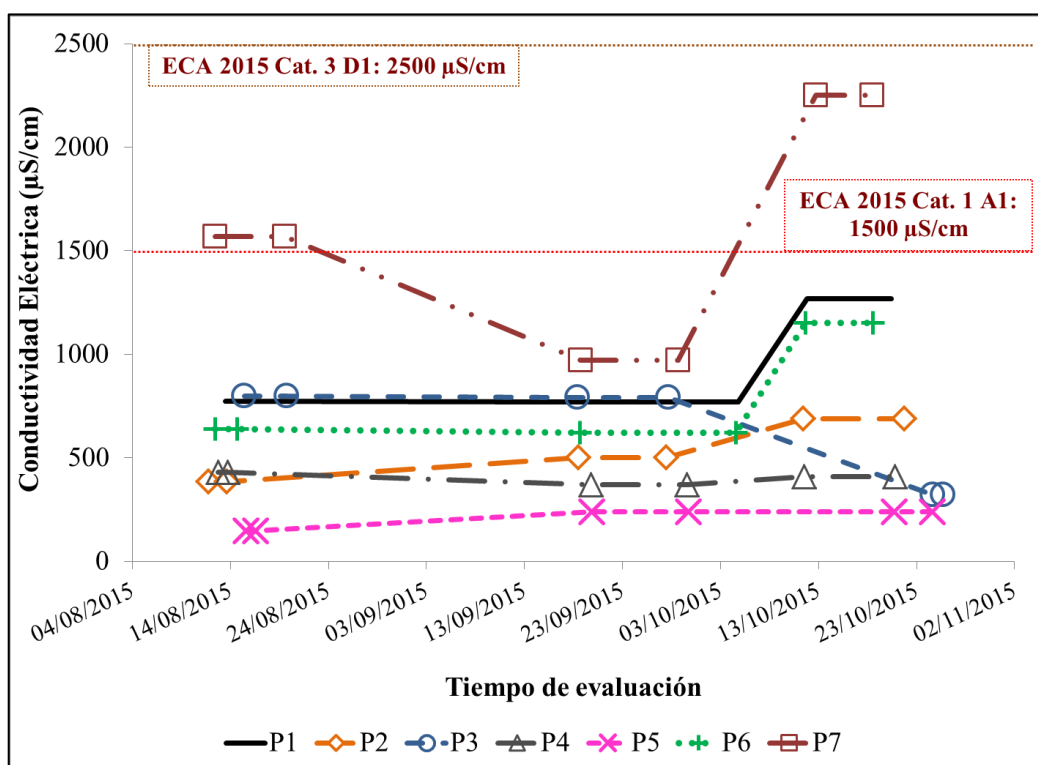


Figura 115: Variación temporal de conductividad eléctrica en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 116, se observa la variación temporal de flúor en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. No es posible distinguir una tendencia general entre los meses, debido a que algunos resultados de este elemento químico se encuentran por debajo de los límites de detección. El límite de detección de flúor para el mes de agosto fue de 0.5 mg/L (LD1) y para los meses de setiembre y octubre fue de 0.2 mg/L (LD2). Además, en cada zona evaluada, se observan comportamientos distintos del flúor en el agua de niebla.

Sin embargo, se observa que, en todos los casos, la concentración de flúor total es similar a la concentración de flúor disuelto, y a su vez, similar a la concentración de flúor introducido

por fuentes antrópicas; de modo que, las variaciones de flúor total analizadas son similares a las variaciones de flúor disuelto y flúor introducido por fuentes antrópicas.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7) se han encontrado concentraciones de flúor total mayores a los límites de detección, en todos los meses evaluados. Además, en Llanavilla se encuentran las mayores concentraciones de flúor total, en todos los meses. Incluso, en los meses de agosto y octubre, la concentración de flúor total es mayor al valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 3, subcategoría de riego de vegetales (D1).

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), solo se muestran valores por encima del límite de detección en el mes de octubre, mientras que en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), solo las concentraciones de flúor total de los meses de agosto y setiembre superan el límite de detección respectivo, siendo valores bajos comparados con el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 3, subcategoría de riego de vegetales (D1). Por otro lado, en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), no se han encontrado concentraciones de flúor por encima de los límites de detección en ningún mes.

Finalmente, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), solo muestra valores por encima del límite de detección en los meses de setiembre y octubre, siendo valores bajos, comparados con al valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 3, subcategoría de riego de vegetales (D1).

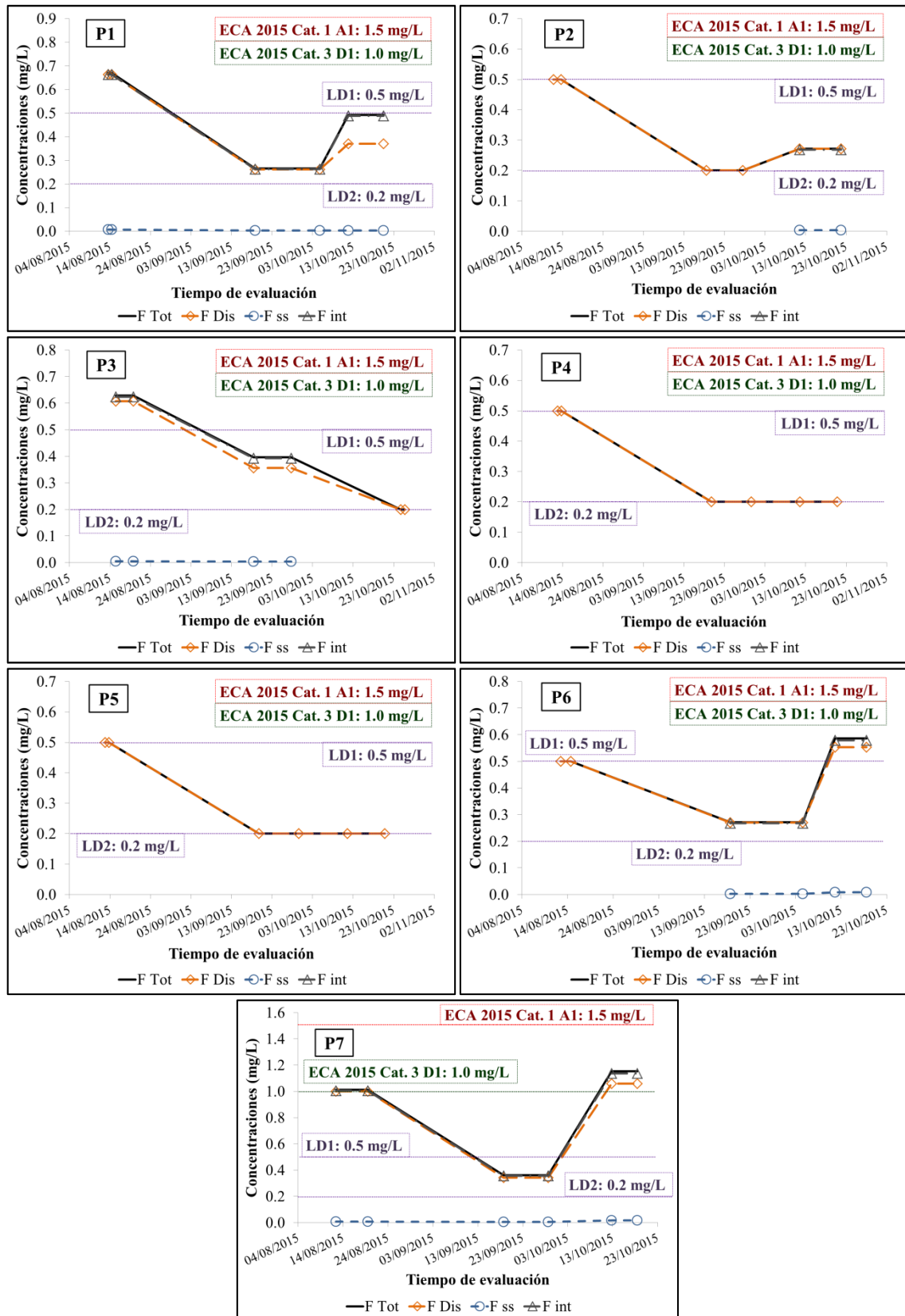


Figura 116: Variación temporal de flúor en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 117, se observa la variación temporal de bicarbonato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de los casos, la concentración de bicarbonato total es similar a la concentración de bicarbonato disuelto, y a su vez, similar a la concentración de bicarbonato introducido por fuentes antrópicas; de modo que, las variaciones de bicarbonato total analizadas son similares a las variaciones de bicarbonato disuelto y bicarbonato introducido por fuentes antrópicas. En todos los casos, las concentraciones de bicarbonatos no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 3, subcategoría de riego de vegetales (D1).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), las concentraciones de bicarbonatos en los meses de agosto y setiembre son similares, siendo superiores a la concentración de bicarbonatos encontrada en el mes de octubre. Por otro lado, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7) se encuentran las mayores concentraciones de bicarbonatos de todos los meses, llegando a 131.4 mg/L como concentración máxima de bicarbonato en el agua de niebla, en el mes de agosto, siendo menor en los siguientes meses.

Finalmente, en el resto del área de estudio, se observa que en el mes de setiembre se presentaron las mayores concentraciones de bicarbonato de la estación húmeda para las Lomas de Villa María en el 2015, superando a las concentraciones de bicarbonatos en los meses de agosto y octubre.

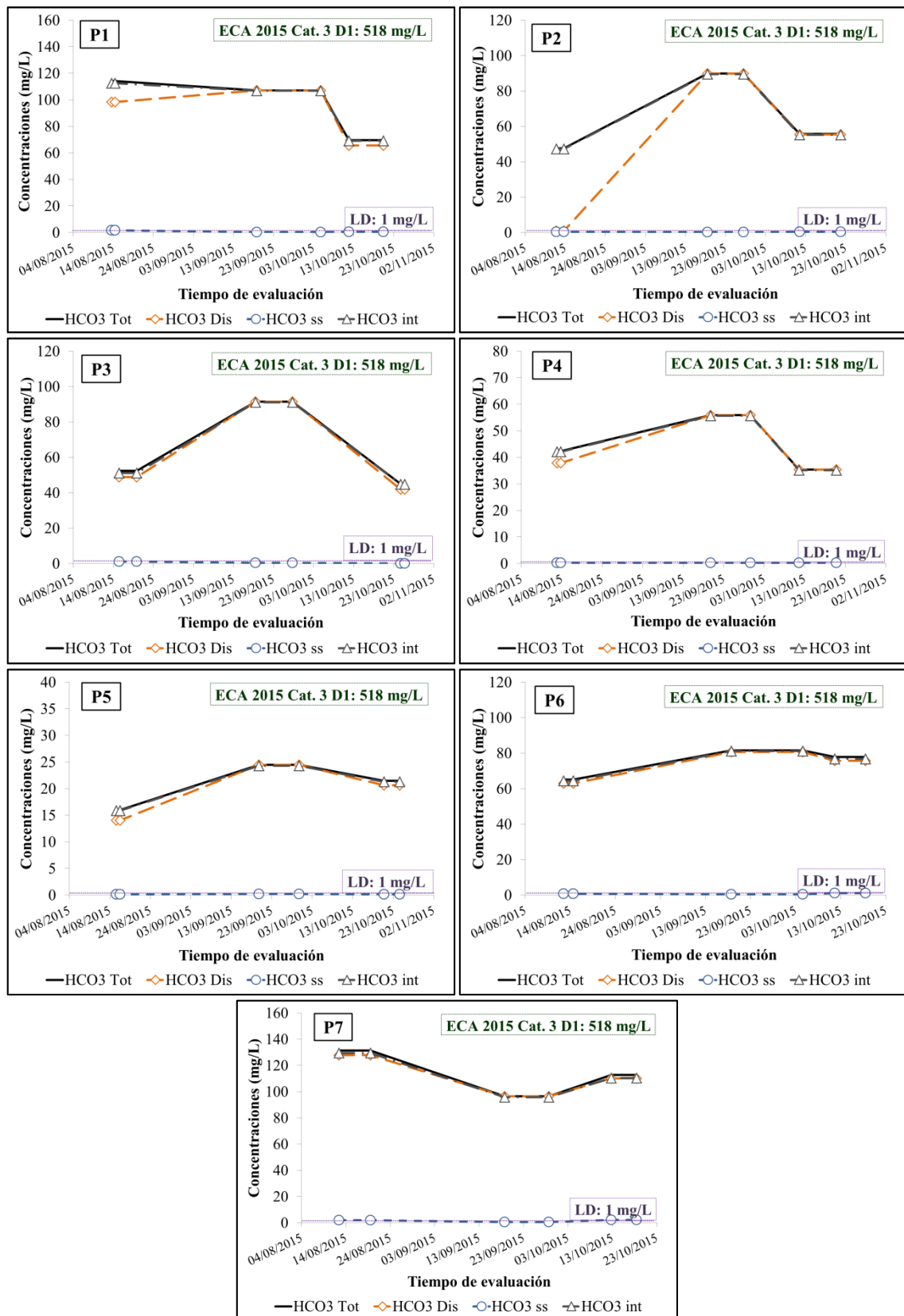


Figura 117: Variación temporal de bicarbonato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 118, se observa la variación temporal de cloruro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en todos los casos, la concentración de cloruro total es similar a la concentración de cloruro disuelto, y a su vez, similar a la concentración de cloruro proveniente de fuentes marinas; de modo que, las variaciones de cloruro total analizadas son similares a las variaciones de cloruro disuelto y cloruro proveniente de fuentes marinas. En todos los casos, las concentraciones de cloruro no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, ni para la Categoría 3, subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con excepción del mes de octubre, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) se observa que las concentraciones más bajas de cloruro se dieron en el mes de setiembre, con menos de 40 mg/L, mientras las concentraciones de los meses de agosto y octubre bordeaban los 100 mg/L. Por otro lado, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de cloruro en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre; mientras que, en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), las concentraciones de cloruros son menores a los 20 mg/L, encontrándose la mayor concentración de cloruros en el mes de setiembre.

En la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7) se encuentran las mayores concentraciones de cloruro en todos los meses, superando el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, en el mes de octubre. En esta estación, el mes de setiembre presentó menor concentración de cloruros, respecto a los otros meses.

Finalmente, en el resto del área de estudio, la concentración de cloruros en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre.

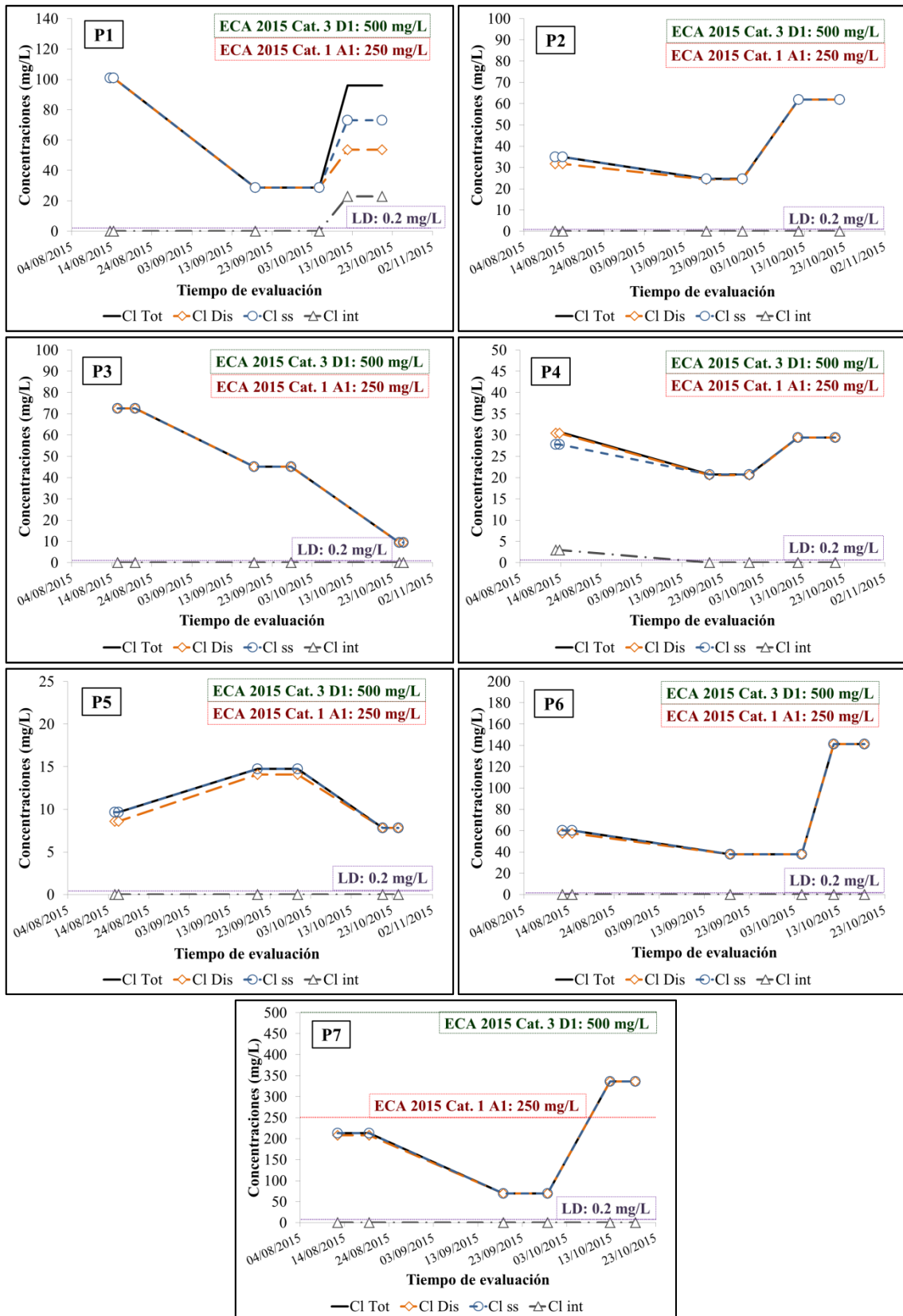


Figura 118: Variación temporal de cloruro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 119, se observa la variación temporal de nitrato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que todos los casos, la concentración de nitrato total es similar a la concentración de nitrato disuelto, y a su vez, similar a la concentración de nitrato introducido por fuentes antrópicas; de modo que, las variaciones de nitrato total analizadas son similares a las variaciones de nitrato disuelto y nitrato introducido por fuentes antrópicas. Por otro lado, las concentraciones de nitrato no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con excepción de los meses de agosto y octubre, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en las zonas evaluadas dentro del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), se observa que las concentraciones más bajas de nitrato se dieron en el mes de setiembre, mientras las concentraciones del mes de agosto fueron las mayores concentraciones reportadas de estas zonas. En la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), nuevamente la concentración más baja de nitratos se dio en el mes de setiembre, mientras la concentración del mes de octubre fue la mayor reportada en esta zona. Como se mencionó antes, en los meses de agosto y octubre en esta zona, las concentraciones de nitratos sobrepasaron el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de nitratos en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre. Por otro lado, las concentraciones más bajas de nitrato fueron encontradas en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), con menos de 20 mg/L, encontrándose la mayor concentración de nitratos en el mes de setiembre. Finalmente, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la mayor concentración de nitratos fue registrada en el mes de octubre, mientras las concentraciones de los meses de agosto y setiembre bordearon los 20 mg/L.

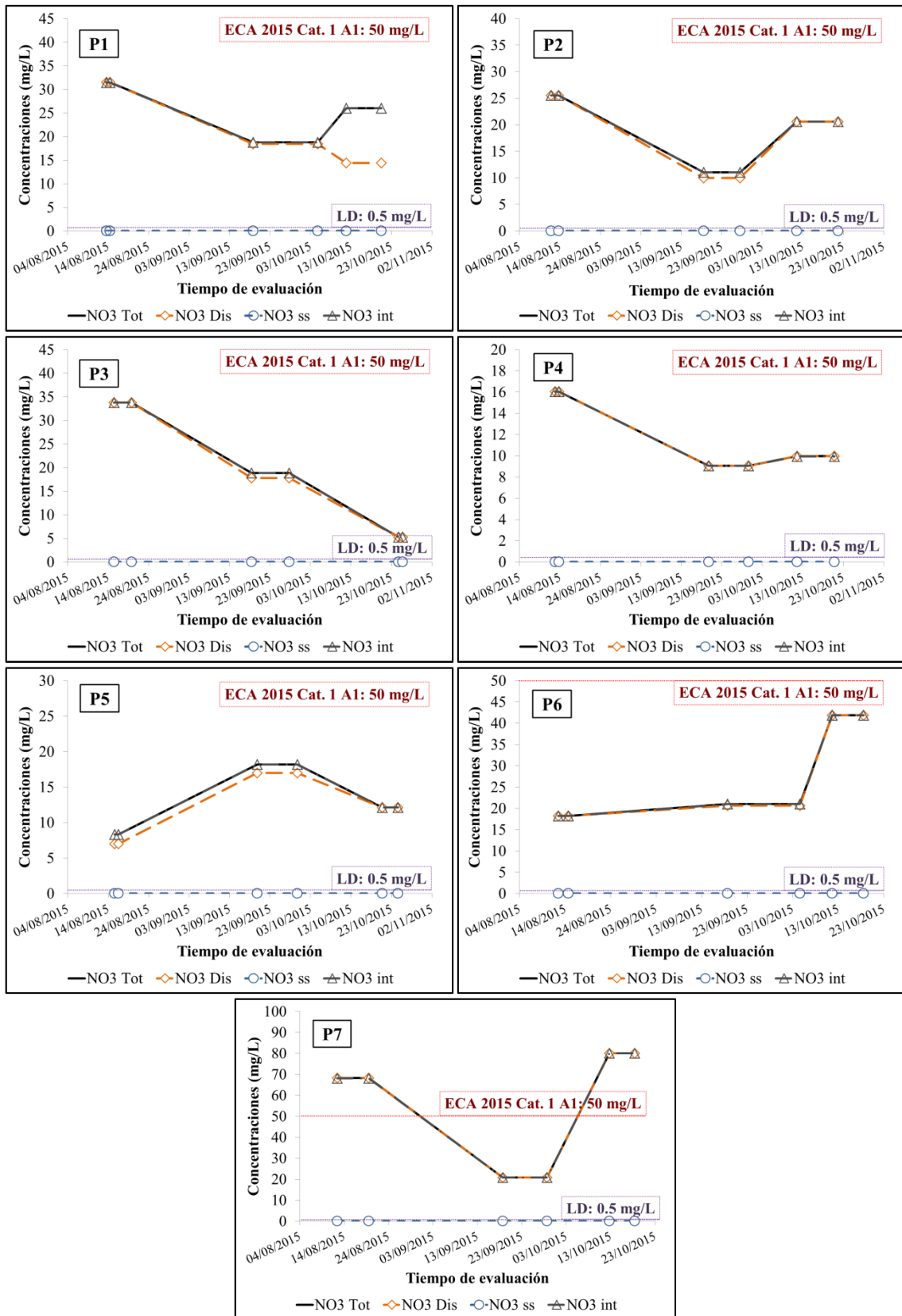


Figura 119: Variación temporal de nitrato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 120, se observa la variación temporal de nitrito en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015.

Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de casos, la concentración de nitrito total es similar a la concentración de nitrito disuelto, y a su vez, similar a la concentración de nitrito introducido por fuentes antrópicas; de modo que, las variaciones de nitrito total analizadas son similares a las variaciones de nitrito disuelto y nitrito introducido por fuentes antrópicas.

Por otro lado, las concentraciones de nitrito no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. El límite de detección de nitrito para el mes de agosto fue de 1.0 mg/L (LD1) y para los meses de setiembre y octubre fue de 0.5 mg/L (LD2).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) se observa la mayor concentración de nitritos en el mes de setiembre, mientras las concentraciones del mes de agosto estuvieron por debajo del límite de detección para ese mes. Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), nuevamente la mayor concentración de nitritos se da en el mes de setiembre, y las concentraciones de los meses de agosto y octubre pasan los límites de detección respectivos.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de nitrito en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre. En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), el agua de niebla cuenta con una variación temporal similar al caso anterior, con la diferencia que en el mes de octubre, la concentración de nitrito en el agua de niebla desciende hasta por debajo del respectivo límite de detección, mientras que la concentración más alta, registrada en el mes de agosto, es mayor al valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Nuevamente, las concentraciones más bajas de este ion fueron encontradas en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), con menos de 1.0 mg/L, y esto debido a que, en el mes de agosto, la concentración de nitrito fue más baja que el límite de detección correspondiente a ese mes. Por otro lado, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la mayor concentración de nitrito fue registrada en el mes de agosto, superando lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Las concentraciones de nitrito para los meses de setiembre y octubre fueron menores a 1.5 mg/L.

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración más baja de nitrito se dio en el mes de setiembre, mientras la concentración del mes de agosto fue la mayor reportada en esta zona.

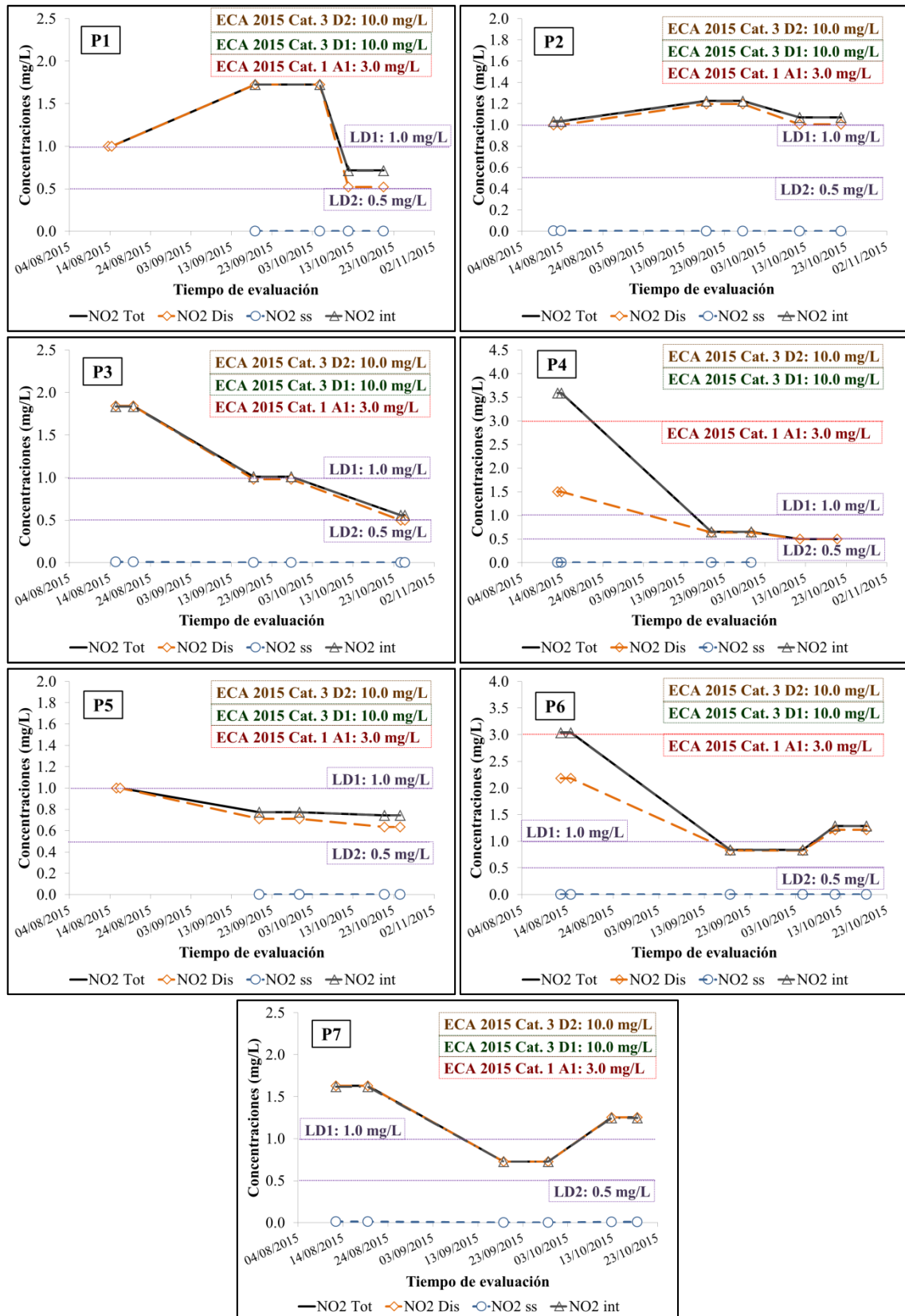


Figura 120: Variación temporal de nitrito en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 121, se observa la variación temporal de sulfato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de casos, la concentración de sulfato total es similar a la concentración de sulfato disuelto, y a su vez, similar a la concentración de sulfato introducido por fuentes antrópicas; de modo que, las variaciones de sulfato total analizadas son similares a las variaciones de sulfato disuelto y sulfato introducido por fuentes antrópicas.

Por otro lado, las concentraciones de sulfato no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), así como en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2) y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), la concentración de sulfato en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de agosto. Como se observa con otros componentes químicos del agua de niebla, en la parte alta de las Lomas de Villa María se encuentran las menores concentraciones de todos los meses, mientras que las concentraciones de sulfato en el AA.HH. «12 de junio» están cercanas, sin sobrepasar al valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de sulfato en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre. Incluso, en el mes de agosto, se sobrepasa el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Por otro lado, en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), la concentración de sulfato en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el

mes de octubre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre. A diferencia de este último caso, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la concentración de sulfato en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre.

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración más baja de sulfato se dio en el mes de setiembre, mientras la concentración del mes de octubre fue la mayor reportada en esta zona. No obstante, las concentraciones de sulfato introducido por fuentes antrópicas, en los meses de agosto y octubre, son de concentraciones similares, pero la concentración de sulfato total es mayor en el mes de octubre, debido a la concentración de sulfatos provenientes de fuentes marinas en este mes.

Además, en los meses de agosto y octubre, las concentraciones de sulfato sobrepasan el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

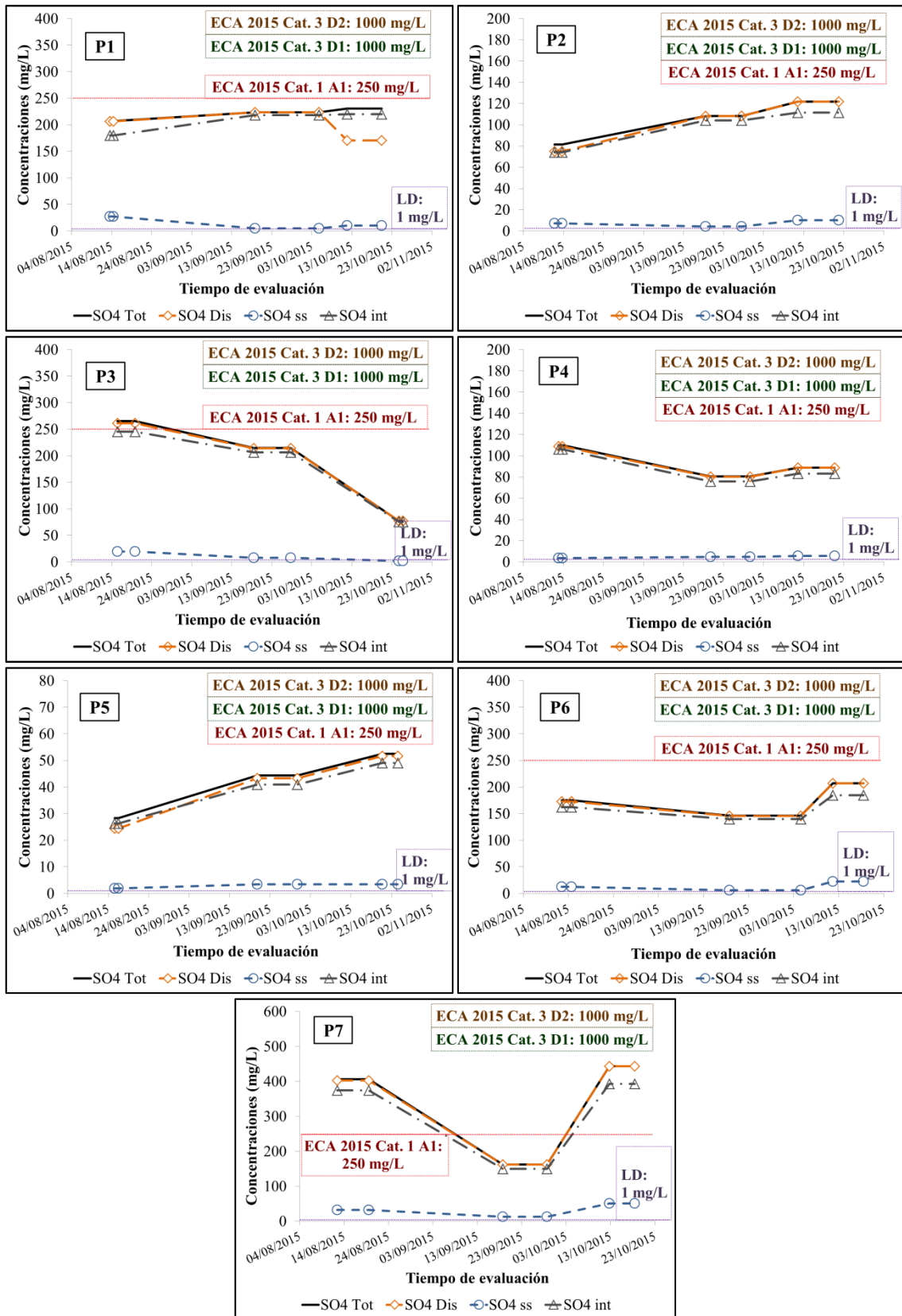


Figura 121: Variación temporal de sulfato en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 122, se observa la variación temporal de sodio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de casos, la concentración de sodio total es similar a la concentración de sodio disuelto, y a su vez, similar a la concentración de sodio proveniente de fuentes antrópicas.

Hay que recordar que, para establecer las concentraciones de componentes químicos provenientes de fuentes marinas, el sodio fue utilizado como elemento de referencia; de modo que, las concentraciones de sodio total y sodio proveniente de fuentes marinas son iguales. Así, las variaciones de sodio total analizadas son similares a las variaciones de sodio disuelto y sodio proveniente de fuentes marinas.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), la concentración de sodio en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre. Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de sodio en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre. En esta última de las zonas evaluadas, se registraron los mayores valores de sodio durante el tiempo de evaluación.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de sodio en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre. Finalmente, en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), la concentración de sodio en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de agosto.

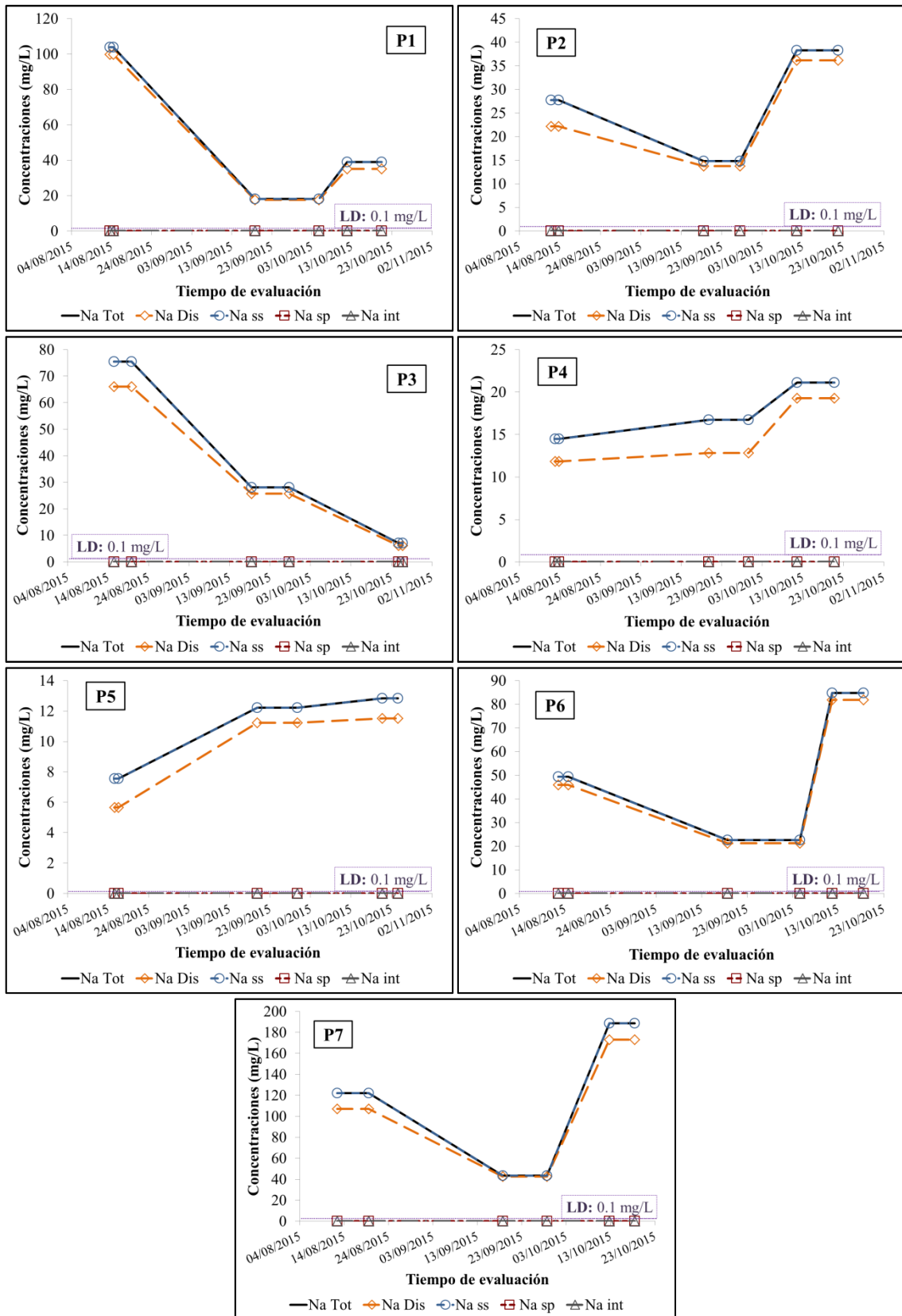


Figura 122: Variación temporal de sodio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 123, se observa la variación temporal de magnesio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas y la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de magnesio también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. No obstante, en la mayoría de casos, la concentración de magnesio total es similar a la concentración de magnesio disuelto, de modo que, las variaciones de magnesio total analizadas son similares a las variaciones de magnesio disuelto.

Se observa también que el aporte de magnesio a la niebla por el suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes. Por otro lado, en ningún caso las concentraciones de magnesio han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, para la subcategoría de bebida de animales (D2).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) se observa la mayor concentración de magnesio en el mes de agosto, y la mayoría de esta concentración de magnesio proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se llega a la menor concentración de magnesio total en todos los meses, reduciéndose también la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas, pero incrementándose la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas. Ya en el mes de octubre, la concentración de magnesio por fuentes antrópicas es similar a la encontrada el mes pasado, pero incrementa la concentración de magnesio por fuentes marinas, de modo que, la concentración de magnesio total se incrementa, comparado al mes de setiembre.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de magnesio total en el mes de agosto proviene mayormente de fuentes marinas, teniendo una fracción introducida por fuentes antrópicas; además, en este mes, una fracción considerable de la concentración total no está disuelta en el agua, de modo que, se encuentra en estado de suspensión. En el mes de setiembre, la concentración de magnesio que proviene del mar disminuye, ocasionando que la concentración de magnesio total sea la más baja de todo el tiempo de estudio en esta zona. Ya en el mes de octubre, la concentración de

magnesio por fuentes antrópicas es similar a la encontrada en los meses anteriores, pero se incrementa la concentración de magnesio por fuentes marinas, de modo que, la concentración de magnesio total se incrementa, hasta ser la mayor concentración de todo el tiempo de estudio, para esta zona.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se observa la mayor concentración de magnesio en el mes de agosto, y la mayoría de esta concentración de magnesio proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se reduce la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas, pero se incrementa la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas; aun así, la concentración de magnesio total es menor que el mes anterior. Ya en el mes de octubre, se llega a la menor concentración de magnesio total de todos los meses, pues tanto la concentración de magnesio por fuentes antrópicas y la concentración de magnesio por fuentes marinas se reducen considerablemente.

En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se observa que las concentraciones de magnesio total a lo largo de los meses no sufren muchas variaciones; no obstante, se observa que, a medida que avancen los meses, la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas se incrementa, mientras que la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas va disminuyendo a medida que se acerca a octubre. Además, en los meses de agosto y setiembre, una fracción considerable de la concentración total no está disuelta en el agua, de modo que, se encuentra en estado de suspensión.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), se observa la menor concentración de magnesio total en el mes de agosto, proviniendo de fuentes marinas y antrópicas casi por igual en este mes. En el mes de setiembre, se incrementa la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas, mientras se disminuye la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas, y en balance, la concentración de magnesio total es mayor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, la concentración de magnesio por fuentes marinas es similar a la encontrada el mes pasado y disminuye la concentración de magnesio por fuentes antrópicas; no obstante, este es el único mes, en todas las zonas evaluadas, donde la concentración de magnesio proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María aporta magnesio al agua de niebla, de modo que, se alcanza la mayor concentración de magnesio total en todo el tiempo de estudio, para la parte alta de las Lomas de Villa María.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) se observa la menor concentración de magnesio en el mes de agosto, y la mayoría de esta concentración de magnesio proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se reduce la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas, pero se incrementa la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas, de modo que la concentración de magnesio total sea mayor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, se llega a la mayor concentración de magnesio total en todos los meses; así, la concentración de magnesio por fuentes antrópicas es similar a la encontrada el mes pasado, pero incrementa la concentración de magnesio por fuentes marinas.

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, la mayoría de esta concentración de magnesio proviene de fuentes marinas este mes, y en menor proporción, del aporte de magnesio por fuentes antrópicas. En el mes de setiembre, se llega a la menor concentración de magnesio total en todos los meses, reduciéndose tanto la concentración de magnesio proveniente de fuentes marinas, como la concentración de magnesio introducido por fuentes antrópicas. Ya en el mes de octubre, se observa la mayor concentración de magnesio total. Si bien, la concentración de magnesio por fuentes antrópicas era similar a la encontrada el mes pasado, se incrementa la concentración de magnesio por fuentes marinas respecto al mes anterior, de modo que, la concentración de magnesio total se incrementa, comparado al mes de setiembre.

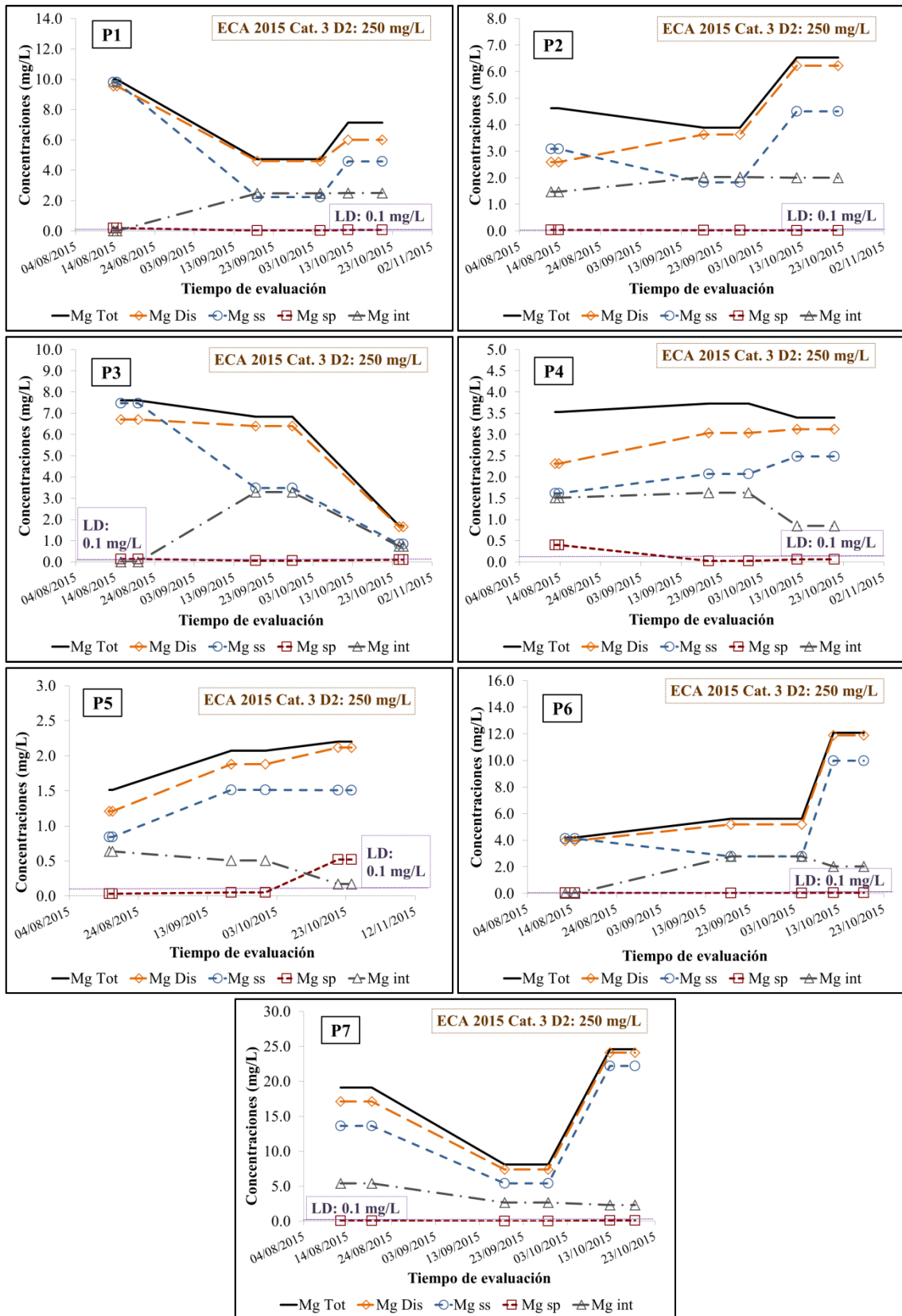


Figura 123: Variación temporal de magnesio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 124, se observa la variación temporal de potasio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas y la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada, de modo que, la concentración total de potasio también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. No obstante, en la mayoría de casos, la concentración de potasio total es similar a la concentración de potasio disuelto, de modo que, las variaciones de potasio total analizadas son similares a las variaciones de potasio disuelto. Se observa también que el aporte de potasio a la niebla por el suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) se observa la mayor concentración de potasio en el mes de agosto, y la mayoría de esta concentración de potasio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se reduce la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas, pero se incrementa la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas; de modo que, la concentración de potasio total en este mes es ligeramente menor al mes anterior. Ya en el mes de octubre, la concentración de potasio por fuentes antrópicas decrece hasta ser menor que en agosto, pero aún es mayor que la concentración de potasio por fuentes marinas, y a causa de esto, la concentración de potasio total disminuye, siendo la menor concentración de potasio en todo el tiempo de estudio.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de potasio total en el mes de agosto proviene mayormente de fuentes antrópicas, teniendo una fracción introducida por fuentes marinas. En el mes de setiembre, la concentración de potasio que proviene del mar disminuye, pero la concentración de potasio introducida por fuentes marinas se incrementa; de modo que, la concentración de potasio total es mayor al mes anterior. Ya en el mes de octubre, se llega a la mayor concentración de potasio total de todos los meses, pues tanto la concentración de potasio por fuentes antrópicas como la concentración de potasio por fuentes marinas se incrementan, registrando las mayores concentraciones para esta zona durante el tiempo de estudio.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de potasio total en el mes de agosto proviene mayormente de fuentes antrópicas, teniendo una fracción introducida por fuentes marinas. En el mes de setiembre, la concentración de potasio que proviene del mar disminuye, pero la concentración de potasio introducida por fuentes marinas se incrementa; de modo que, se llega a la mayor concentración de potasio total de todos los meses. Ya en el mes de octubre, tanto la concentración de potasio por fuentes antrópicas y la concentración de potasio por fuentes marinas se reducen, registrando la menor concentración de potasio total para esta zona durante el tiempo de estudio.

En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se observa la mayor concentración de potasio total en el mes de agosto, donde la mayoría de esta concentración de potasio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se incrementa la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas, pero se reduce la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas, de modo que, la concentración de potasio total es menor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, se llega a la menor concentración de potasio total en todos los meses; así, se incrementa más la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas, pero se reduce aún más la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), se observa la mayor concentración de potasio total en el mes de agosto, proviniendo la mayoría de fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se incrementa la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas, mientras disminuye la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas, y en balance, la concentración de potasio total es la menor de todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración de potasio por fuentes antrópicas decrece hasta ser menor que en agosto, pero aún es mayor que la concentración de potasio por fuentes marinas. No obstante, este es el único mes en todas las zonas evaluadas donde la concentración de potasio proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María aporta potasio al agua de niebla, de modo que se alcanza una mayor concentración de potasio total que en el mes de setiembre.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, la mayoría de esta concentración de potasio proviene de fuentes antrópicas, y en menor proporción, el aporte de potasio por fuentes marinas. En el mes de setiembre, se llega a la menor concentración de potasio total en todos los meses, reduciéndose tanto la concentración de potasio proveniente de fuentes marinas, como la concentración de potasio introducido por fuentes antrópicas. Ya en el mes de octubre, se observa la mayor concentración de potasio total; si bien, la concentración de potasio por fuentes antrópicas era similar a la encontrada el mes pasado, se incrementa la concentración de potasio por fuentes marinas respecto al mes anterior, de modo que, la concentración de potasio total se incrementa, comparado al mes de setiembre.

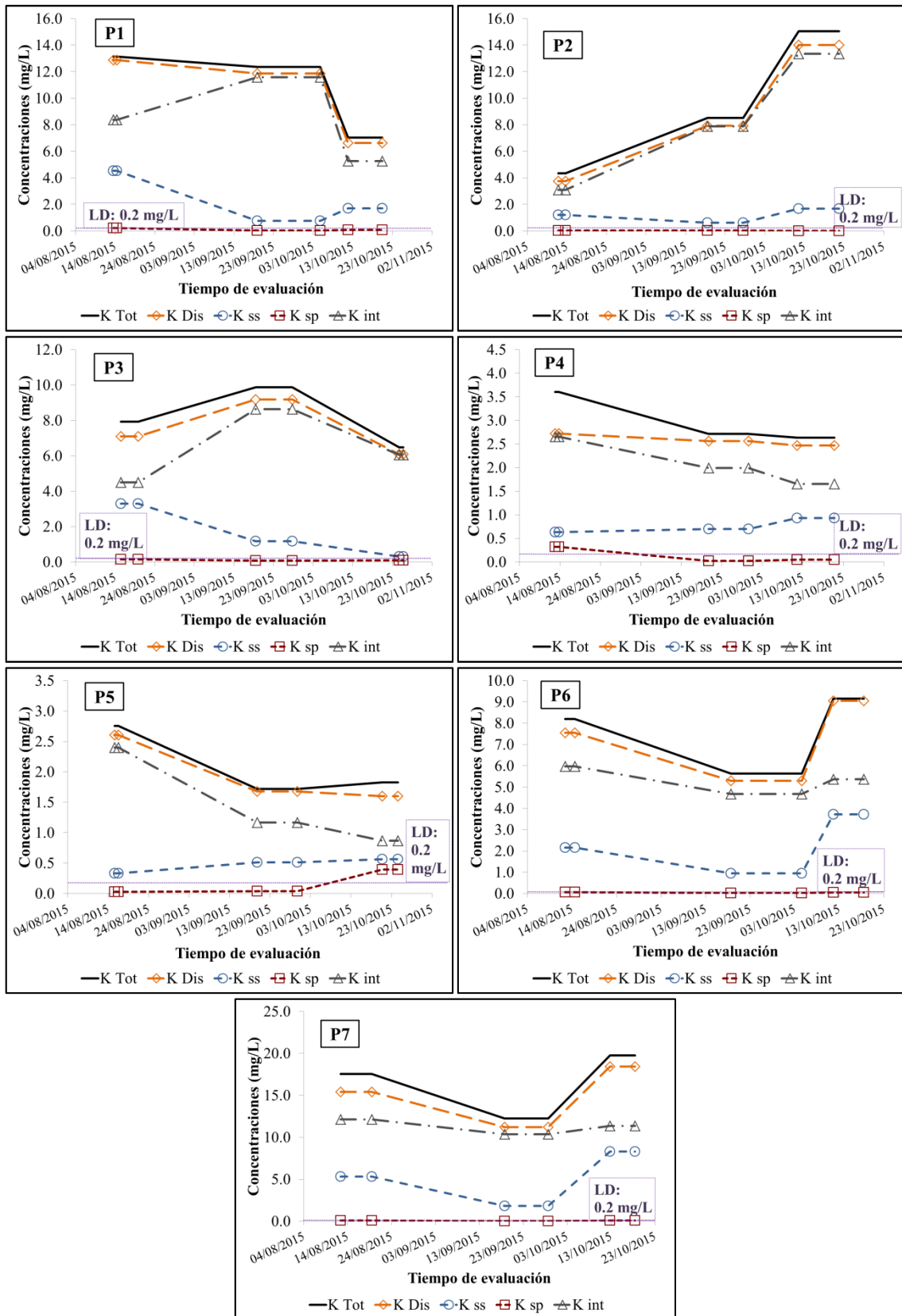


Figura 124: Variación temporal de potasio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 125, se observa la variación temporal de calcio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de casos, la concentración de calcio total es similar a la concentración de calcio disuelto, y a su vez, similar a la concentración de calcio proveniente de fuentes antrópicas. Así, las variaciones de calcio total analizadas son similares a las variaciones de calcio disuelto y calcio proveniente de fuentes marinas.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de calcio en el mes de setiembre es superior a las concentraciones encontradas en los meses de agosto y setiembre, las cuales son similares. Mientras que, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), la concentración de calcio en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de octubre.

Por otro lado, en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), la concentración de calcio en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es mayor a la concentración en el mes de agosto.

Finalmente, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de calcio en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es mayor a la concentración en el mes de setiembre. En esta última de las zonas evaluadas se registraron los mayores valores de calcio durante el tiempo de evaluación.

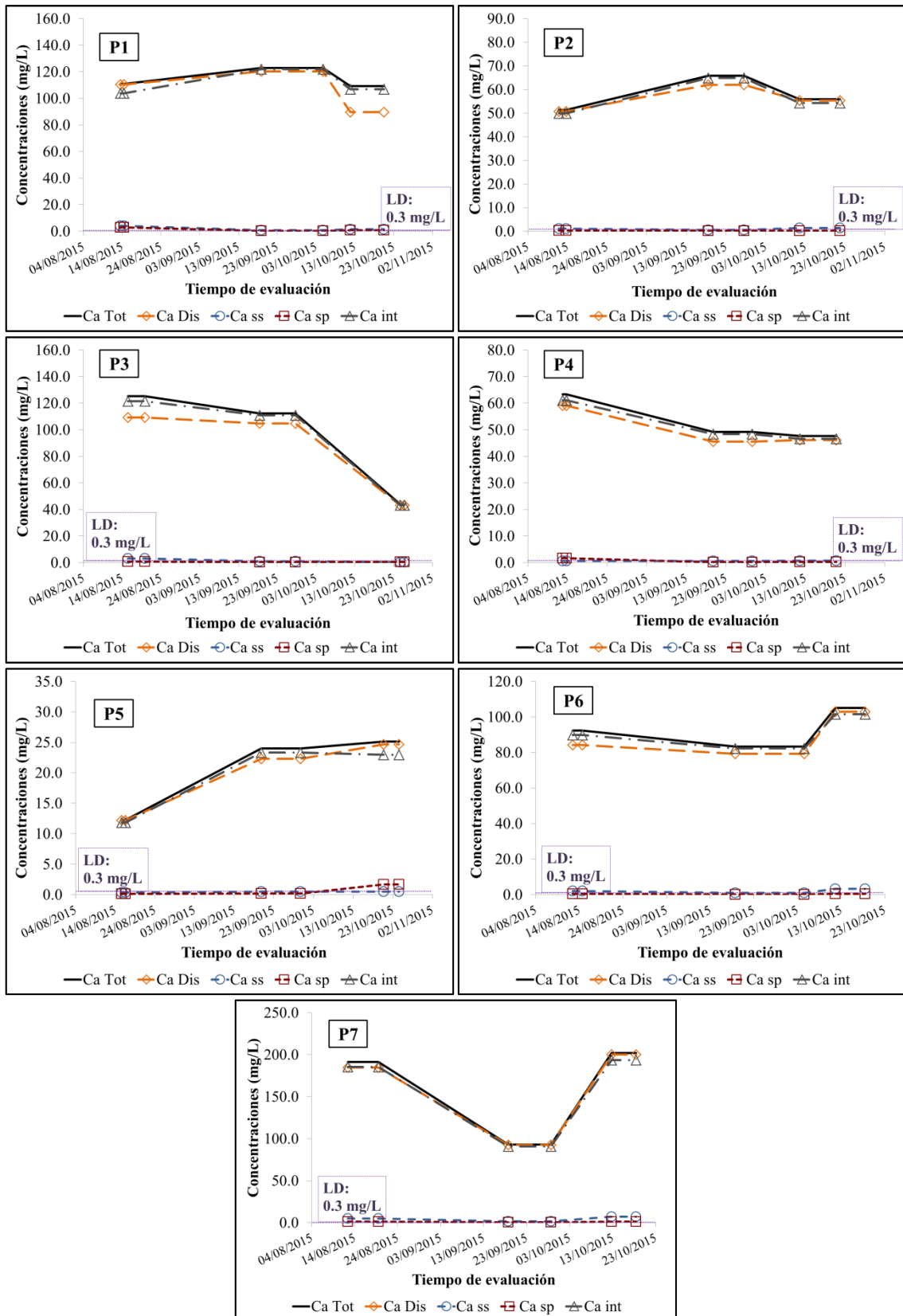


Figura 125: Variación temporal de calcio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 126, se observa la variación temporal de estroncio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas y la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada, de modo que, la concentración total de estroncio también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo.

No obstante, en la mayoría de casos, la concentración de estroncio total es similar a la concentración de estroncio disuelto, de modo que, las variaciones de estroncio total analizadas son similares a las variaciones de estroncio disuelto. Se observa también que el aporte de estroncio a la niebla por el suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se observa que la mayoría de esta concentración de estroncio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas en agosto. En el mes de setiembre, se logra la mayor concentración de estroncio total, debido a que se incrementa la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas. Ya en el mes de octubre, la concentración de estroncio por fuentes antrópicas decrece hasta ser menor que en agosto, pero aún es mayor que la concentración de estroncio por fuentes marinas, y a causa de esto, la concentración de estroncio total disminuye, siendo la menor concentración de este elemento en todo el tiempo de estudio.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), se observa que la mayoría de esta concentración de estroncio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas en agosto, siendo la menor concentración de estroncio total en todo el tiempo de estudio, en esta zona. En el mes de setiembre, se logra la mayor concentración de estroncio total, debido a que se incrementa la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas. Ya en el mes de octubre, la

concentración de estroncio por fuentes antrópicas decrece, pero aún es mayor que la concentración de estroncio por fuentes marinas.

En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se observa la mayor concentración de estroncio total en el mes de agosto. La mayoría de esta concentración de estroncio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se incrementa la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas, pero se reduce la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas; de modo que, la concentración de estroncio total es menor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, se llega a la menor concentración de estroncio total en todos los meses; así, se incrementa más la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas, pero se reduce aún más la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), se observa la menor concentración de estroncio total en el mes de agosto, proviniendo la mayoría de fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas este mes. En el mes de setiembre, se incrementan tanto la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas como la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas, de modo que, la concentración de estroncio total es mayor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, la concentración de estroncio por fuentes antrópicas decrece, pero aún es mayor que la concentración de estroncio por fuentes marinas; no obstante, este es el único mes en todas las zonas evaluadas donde la concentración de estroncio proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María aporta estroncio al agua de niebla, de modo que, se alcanza una mayor concentración de estroncio total que en los anteriores meses. Así también, se observa que, en este mes, una parte significativa del estroncio total no se encuentra disuelta en el agua; de modo que, en este mes, la concentración de estroncio suspendido en el agua de niebla aporta al estroncio total.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), se observa la menor concentración de estroncio total en el mes de agosto, proviniendo la mayoría de fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene de fuentes marinas. En el mes de setiembre, se incrementa la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas, pero se reduce la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas; de modo que la concentración

de estroncio total es mayor al mes de agosto. Ya en el mes de octubre, la concentración de estroncio por fuentes antrópicas y la concentración de estroncio por fuentes marinas incrementan, de modo que, se alcanza una mayor concentración de estroncio total que en los anteriores meses.

En la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, la mayoría de esta concentración de estroncio proviene de fuentes antrópicas, y en menor proporción, el aporte de estroncio por fuentes marinas. En el mes de setiembre, se llega a la menor concentración de estroncio total en todos los meses, reduciéndose tanto la concentración de estroncio proveniente de fuentes marinas, como la concentración de estroncio introducido por fuentes antrópicas. Ya en el mes de octubre, se observa la mayor concentración de estroncio total, pues se incrementa la concentración de estroncio por fuentes antrópicas y la concentración de estroncio por fuentes marinas respecto al mes anterior.

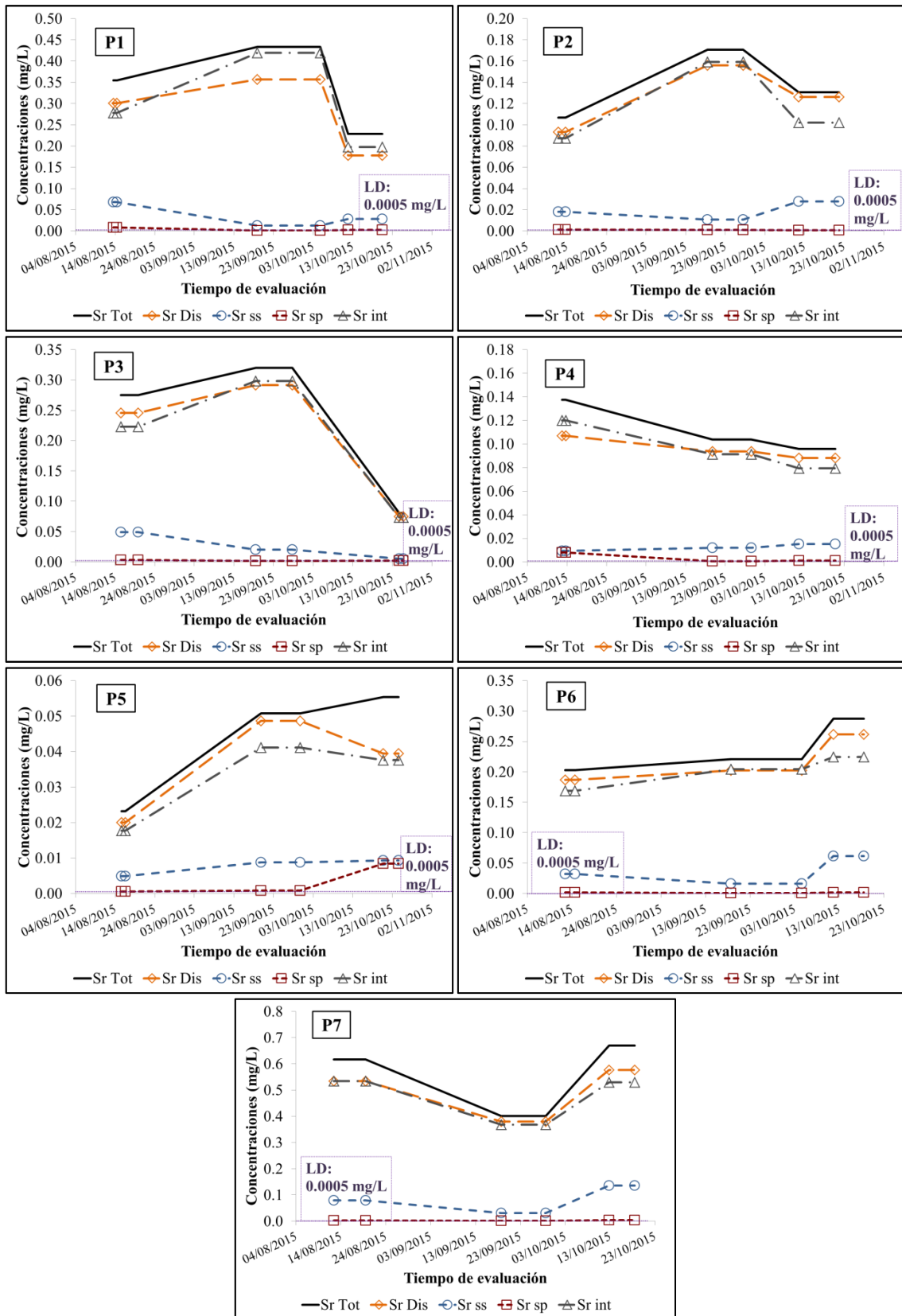


Figura 126: Variación temporal de estroncio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 127, se observa la variación temporal de sílice en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María y la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de sílice también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. No obstante, en la mayoría de casos, la concentración de sílice total es similar a la concentración de sílice disuelto, de modo que, las variaciones de sílice total analizadas son similares a las variaciones de sílice disuelto. Se observa también que el aporte de sílice a la niebla por fuentes marinas es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el mes de agosto, la mayoría de esta concentración de sílice es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. En el mes de setiembre se observa la mayor concentración de sílice, pues se incrementa la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de sílice por fuentes antrópicas decrece hasta ser menor que en agosto, pero aún es mayor que la concentración de sílice por fuentes marinas y la sílice proveniente del suelo; y a causa de esto, la concentración de sílice total disminuye, siendo la menor concentración de sílice en todo el tiempo de estudio.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el mes de agosto se observa la menor concentración de sílice en esta zona y la mayoría de esta concentración de sílice es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. En el mes de setiembre se observa la mayor concentración de sílice, pues se incrementa la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de sílice por fuentes antrópicas decrece, pero aún es mayor que la concentración de sílice por fuentes marinas y sílice proveniente del suelo.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en el mes de agosto, la mayoría de esta concentración de sílice es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. En el mes de setiembre se observa la mayor concentración de sílice, pues se incrementa la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de sílice por fuentes antrópicas decrece hasta ser menor que en agosto, equiparando a la concentración de la sílice proveniente del suelo, pero siendo aún mayor que la concentración de sílice por fuentes marinas, y a causa de esto, la concentración de sílice total disminuye, siendo la menor concentración de sílice en todo el tiempo de estudio, en esta zona.

En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en el mes de agosto se observa la menor concentración de sílice en esta zona y la mayoría de esta concentración de sílice proviene del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas. En el mes de setiembre se observa la mayor concentración de sílice, pues se incrementa la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas, a pesar que se reduce la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de sílice por fuentes antrópicas decrece, pero aún es mayor que la concentración de sílice por fuentes marinas y sílice proveniente del suelo, y a causa de esto, la concentración de sílice total disminuye, siendo la menor concentración de sílice en todo el tiempo de estudio.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), en el mes de agosto se observa la menor concentración de sílice en esta zona y la mayoría de esta concentración de sílice es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. En el mes de setiembre se observa la mayor concentración de sílice, pues se incrementan tanto la concentración de sílice introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de sílice por fuentes antrópicas decrece hasta ser similar a la concentración de sílice proveniente de fuentes marinas. No obstante, la concentración de sílice proveniente del suelo se incrementa, al punto de casi igualar la concentración de sílice total del mes de setiembre. En el mes de octubre también se observa que una parte de la concentración de sílice está en estado suspendido, siendo mayor aún su fracción disuelta.

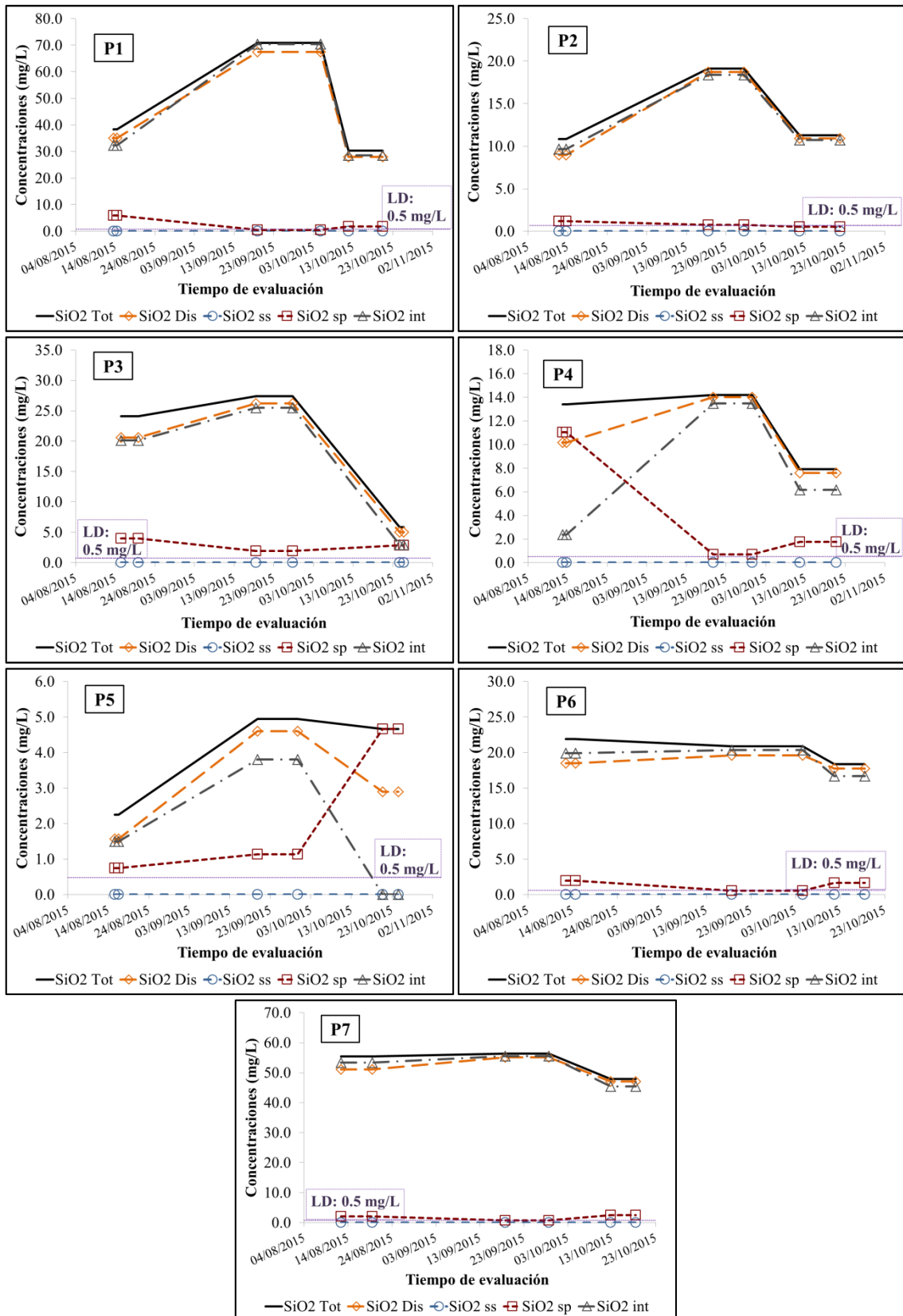


Figura 127: Variación temporal de sílice en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en los meses de agosto y setiembre, se observan las mayores concentraciones de sílice total, donde la mayoría de las concentraciones de sílice provienen de fuentes antrópicas, y en menor proporción, de la concentración de sílice proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, se llega a la menor concentración de sílice total en todos los meses, pues se reduce la concentración de sílice por fuentes antrópicas.

En la Figura 128, se observa la variación temporal de aluminio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de aluminio proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María y la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de aluminio también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. A diferencia de otros componentes químicos del agua de niebla antes vistos, la concentración de aluminio total difiere considerablemente a la concentración de aluminio disuelto, de modo que las variaciones de aluminio total analizadas son diferentes a las variaciones de aluminio disuelto. Se observa también que el aporte de aluminio a la niebla por fuentes marinas es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes.

Por otro lado, las concentraciones de aluminio no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de aluminio de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas; además, la mayoría de estas concentraciones de aluminio provienen del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración que es introducida por fuentes antrópicas. No solo se observa que, en cada una de estas estaciones de monitoreo, la concentración de

aluminio total es superior al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; sino que, además, la concentración de aluminio proveniente del suelo de las Lomas de Villa María también supera el mismo estándar de por sí en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en este último lugar, la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas de por sí, supera el mismo estándar de calidad de agua. Por otro lado, en el mes de setiembre, decrece la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas y la concentración de aluminio proveniente del suelo del ecosistema de lomas, y a causa de esto, la concentración de aluminio total disminuye, siendo la menor concentración de aluminio en todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración de aluminio por fuentes antrópicas y la concentración de aluminio proveniente del suelo vuelven a incrementarse, sin superar las concentraciones alcanzadas en el mes de agosto. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de aluminio disuelto y aluminio proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de aluminio.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el mes de agosto, se observa la mayor concentración de aluminio total en esta zona y la mayoría de esta concentración de aluminio proviene de fuentes antrópicas y del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de setiembre, tanto la concentración de aluminio por fuentes antrópicas como la concentración de aluminio proveniente del suelo decrecen, pero aún son mayores que la concentración de aluminio por fuentes marinas. En el mes de octubre se observa la menor concentración de aluminio, pues tanto la concentración de aluminio por fuentes antrópicas como la concentración de aluminio proveniente del suelo decrecen aún más. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de aluminio disuelto y aluminio proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de aluminio, con la excepción del aluminio disuelto en el mes de agosto.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), en el mes de agosto, se observa la menor concentración de aluminio en esta zona y la mayoría de esta concentración de aluminio es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de setiembre, la concentración de aluminio proveniente del suelo y la concentración de aluminio por fuentes antrópicas se incrementan ligeramente. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de aluminio, pues se incrementan tanto la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas, como la

concentración de aluminio proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de aluminio disuelto y aluminio proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de aluminio.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en el mes de agosto, se observa la mayor concentración de aluminio en esta zona, y la mayoría de esta concentración proviene del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración de aluminio que es introducida por fuentes antrópicas. Ya en el mes de setiembre se observa la menor concentración de aluminio, debido a que la concentración de aluminio proveniente del suelo y la concentración de aluminio por fuentes antrópicas decrecen. En el mes de octubre, se incrementan tanto la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de aluminio proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de aluminio disuelto y aluminio proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de aluminio, con la excepción del aluminio disuelto en el mes de agosto.

En la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, la mayoría de la concentración de aluminio total proviene del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas. Ya en el mes de setiembre se observa la menor concentración de aluminio, debido a que la concentración de aluminio proveniente del suelo decrece, mientras que la concentración de aluminio por fuentes antrópicas no varía significativamente. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de aluminio en esta zona, puesto que se incrementan tanto la concentración de aluminio introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de aluminio proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de aluminio disuelto y aluminio proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de aluminio.

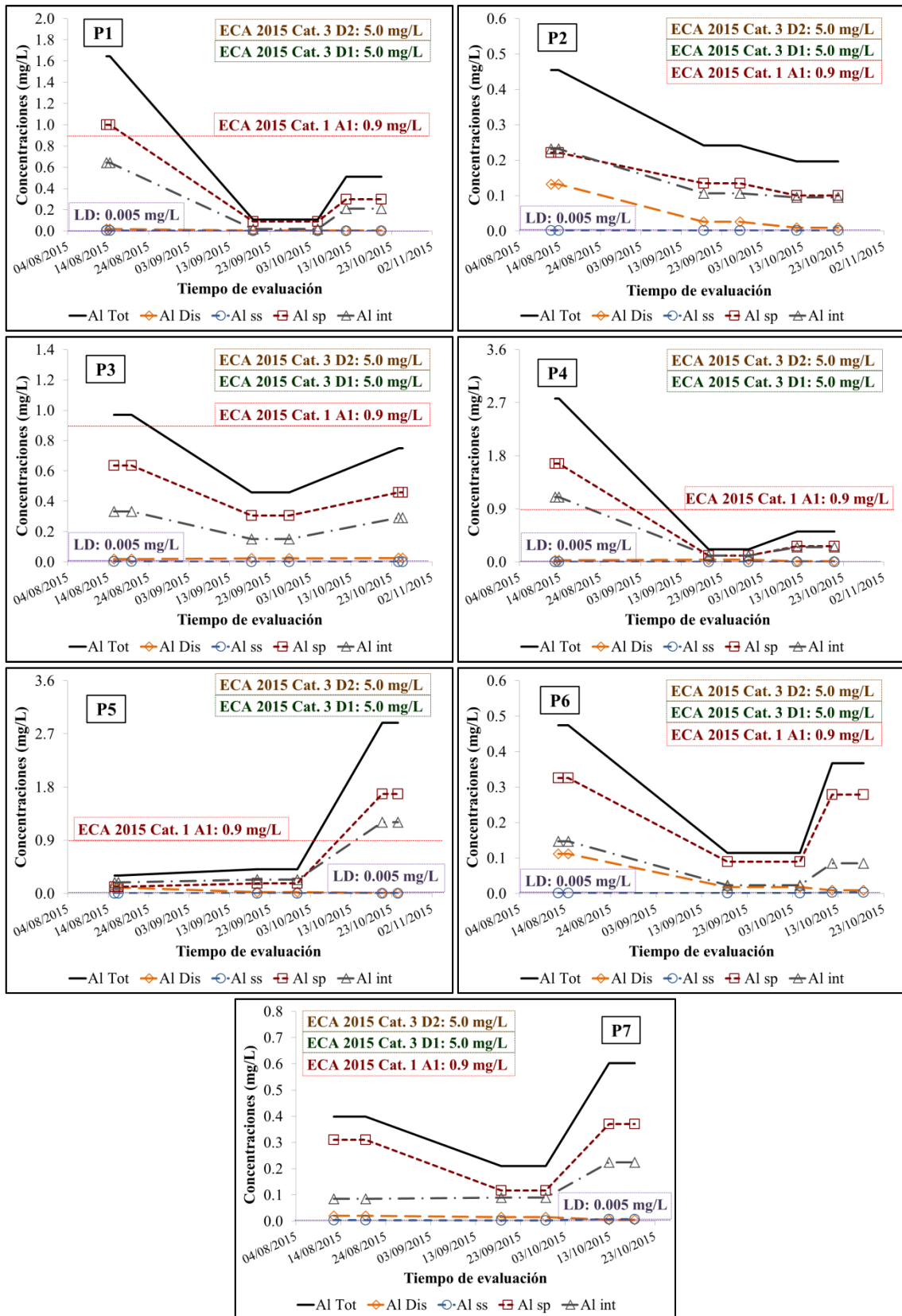


Figura 128: Variación temporal de aluminio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 129, se observa la variación temporal de arsénico en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Sin embargo, se observa que, en la gran mayoría de casos, la concentración de arsénico total es similar a la concentración de arsénico disuelto, y a su vez, similar a la concentración de arsénico proveniente de fuentes antrópicas. Así, las variaciones de arsénico total analizadas son similares a las variaciones de arsénico disuelto y arsénico proveniente de fuentes antrópicas.

El límite de detección de arsénico para el mes de agosto fue de 0.01 mg/L (LD1) y para los meses de setiembre y octubre fue de 0.001 mg/L (LD2). Por otro lado, las concentraciones de arsénico no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de arsénico en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de octubre, y esta última es mayor a la concentración de arsénico total del mes de setiembre. En el mes de agosto para ambas zonas, y también en el mes de octubre en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), las concentraciones de arsénico total sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la concentración de arsénico en el mes de agosto es menor al límite de detección correspondiente para este mes. No obstante, se observa que las concentraciones de arsénico total, arsénico disuelto y arsénico introducido por fuentes antrópicas son mayores en el mes de octubre que en el mes de setiembre.

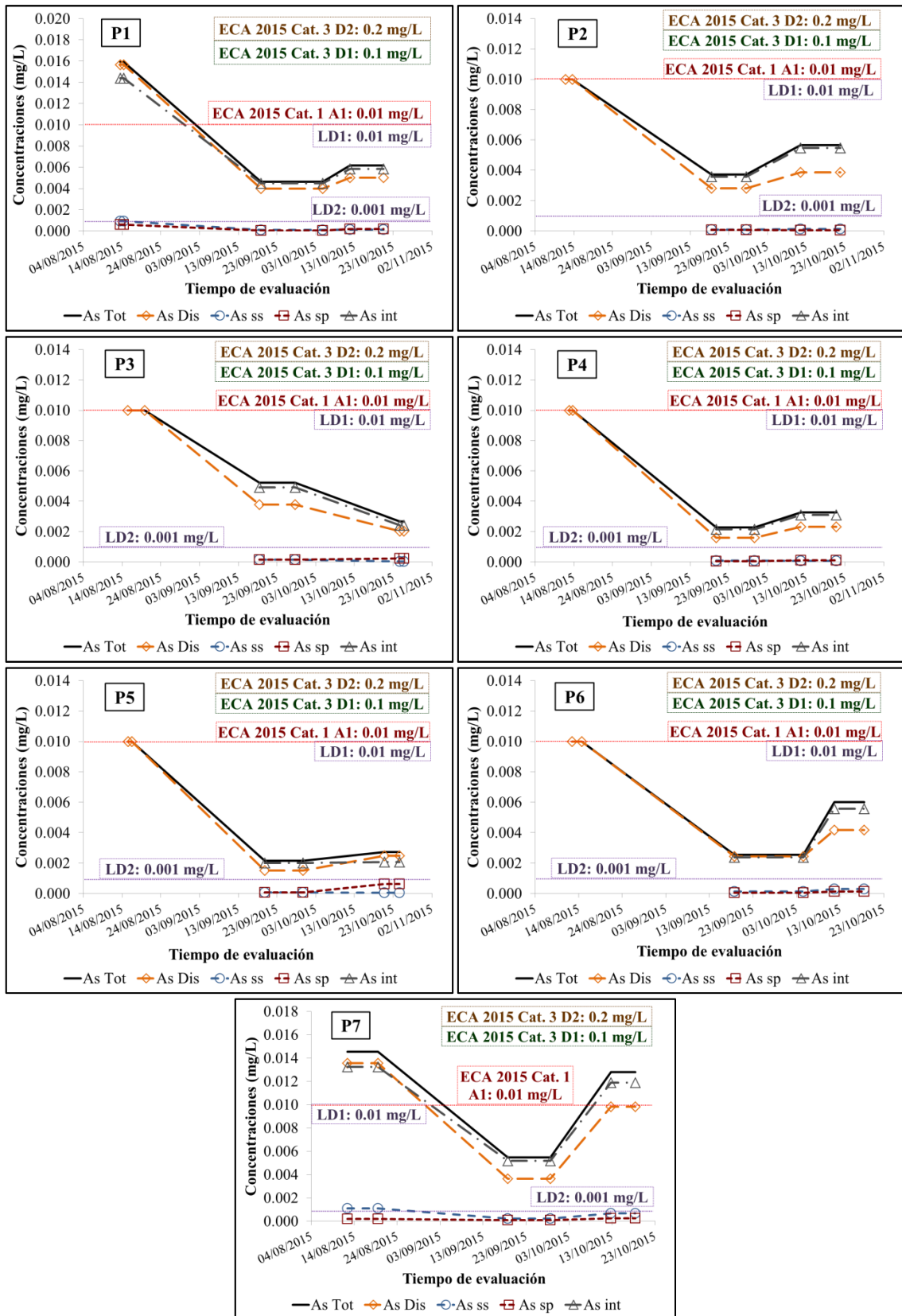


Figura 129: Variación temporal de arsénico en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

Finalmente, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de arsénico en el mes de agosto es menor al límite de detección correspondiente para este mes. No obstante, se observa que las concentraciones de arsénico total, arsénico disuelto y arsénico introducido por fuentes antrópicas son mayores en el mes de setiembre que en el mes de octubre.

En la Figura 130, se observa la variación temporal de cromo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. A diferencia de la mayoría de elementos y compuestos químicos antes mencionados, la concentración de cromo total es muy diferente a la concentración de cromo disuelto; no obstante, la concentración de cromo total es similar a la concentración de cromo introducido por fuentes antrópicas. Así, las variaciones de cromo total son similares a las variaciones de cromo introducido por fuentes antrópicas. El límite de detección de cromo para el mes de agosto fue de 0.01 mg/L (LD1) y para los meses de setiembre y octubre fue de 0.001 mg/L (LD2). Por otro lado, las concentraciones de cromo no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, ni para la categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, ni para la categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), la concentración de cromo en el mes de agosto es inferior al límite de detección correspondiente al mes de agosto, mientras en el mes de setiembre, la concentración de cromo es mayor a este mencionado límite de detección. Ya en el mes de octubre, la concentración decrece.

Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la concentración de cromo en el mes de agosto es inferior al límite de detección correspondiente al mes de agosto; mientras en el mes de setiembre, la concentración de cromo es aún menor a este mencionado límite de detección. Ya en el mes de octubre, la concentración de cromo total decrece aún más.

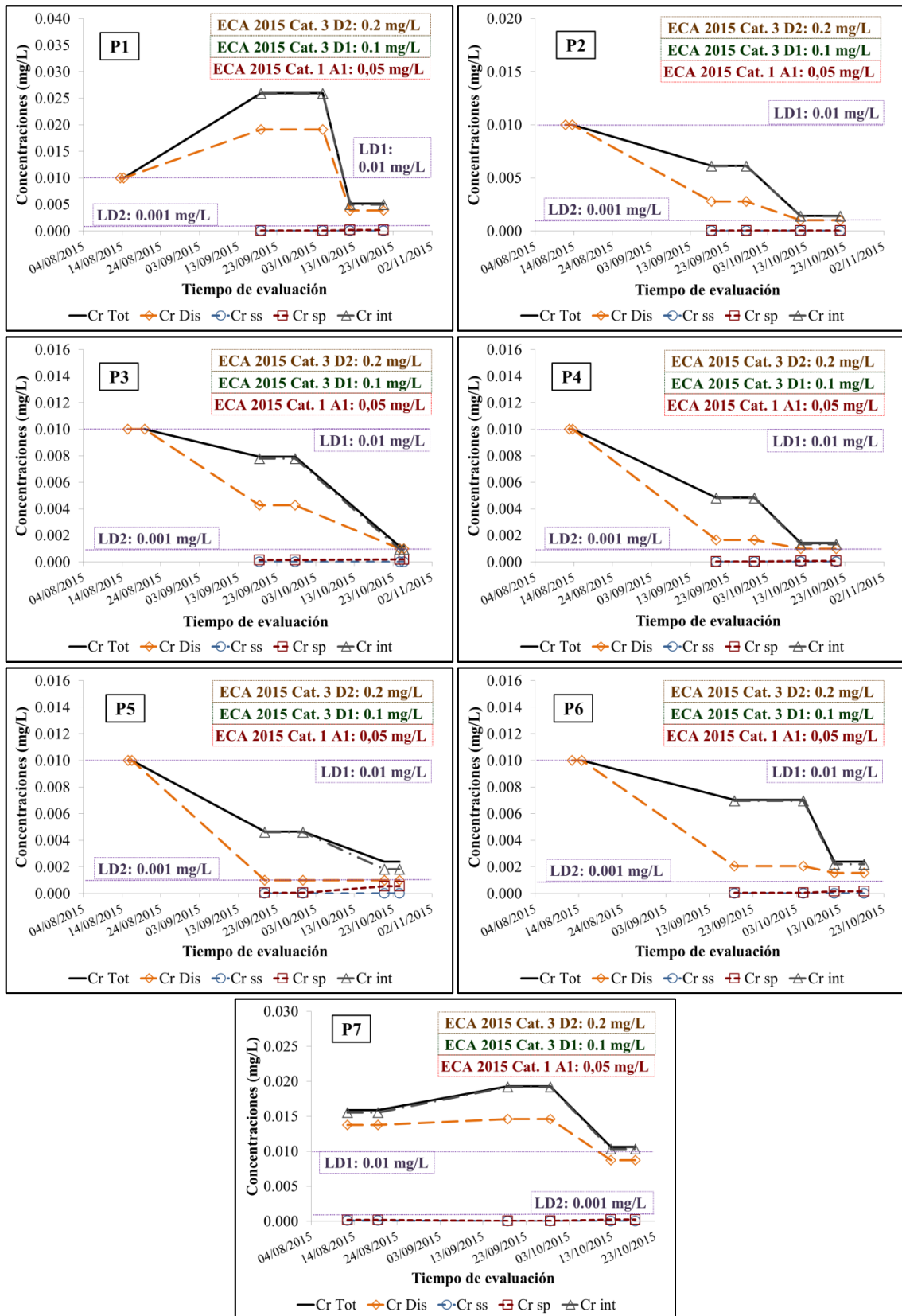


Figura 130: Variación temporal de cromo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de cromo en el mes de agosto supera al límite de detección correspondiente al mes de agosto; de modo que, en esta zona es el único lugar dentro de la zona de estudio donde la concentración de cromo en el agua de niebla fue determinada y supera el límite de detección correspondiente al mes, mientras en el mes de setiembre, la concentración de cromo se incrementa, siendo la mayor concentración de cromo encontrada en la zona durante todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración decrece, siendo la menor concentración de cromo encontrada en la zona durante todo el tiempo de estudio.

En la Figura 131, se observa la variación temporal de cobre en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas.

A diferencia de la mayoría de elementos y compuestos químicos antes mencionados, la concentración de cobre total no suele ser similar a la concentración de cobre disuelto; no obstante, la concentración de cobre total es similar a la concentración de cobre introducido por fuentes antrópicas. Así, las variaciones de cobre total analizadas son similares a las variaciones de cobre introducido por fuentes antrópicas.

Por otro lado, las concentraciones de cobre no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, ni para la categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, ni para la categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), la concentración de cobre en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes octubre, y esta última es ligeramente superior a la concentración del mes de setiembre. Se observan ciertas diferencias entre la concentración de cromo total y cromo disuelto en estas zonas. Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la concentración de cobre en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es superior a la concentración del mes de agosto. Se observa que la

concentración de cromo total y cromo disuelto en estas zonas son muy similares en todo el tiempo de estudio.

Mientras que, en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de cobre en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es superior a la concentración del mes de octubre. Se observa que la concentración de cromo total y cromo disuelto en estas zonas son muy similares en los meses de setiembre y octubre, mientras que en el mes de agosto difieren. Y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), la concentración de cobre en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observa que la concentración de cromo total y cromo disuelto en estas zonas son muy similares en los meses de agosto y setiembre, mientras que en el mes de octubre difieren.

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de cobre en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observan que la concentración de cromo total y cromo disuelto en estas zonas son muy similares en todo el tiempo de estudio.

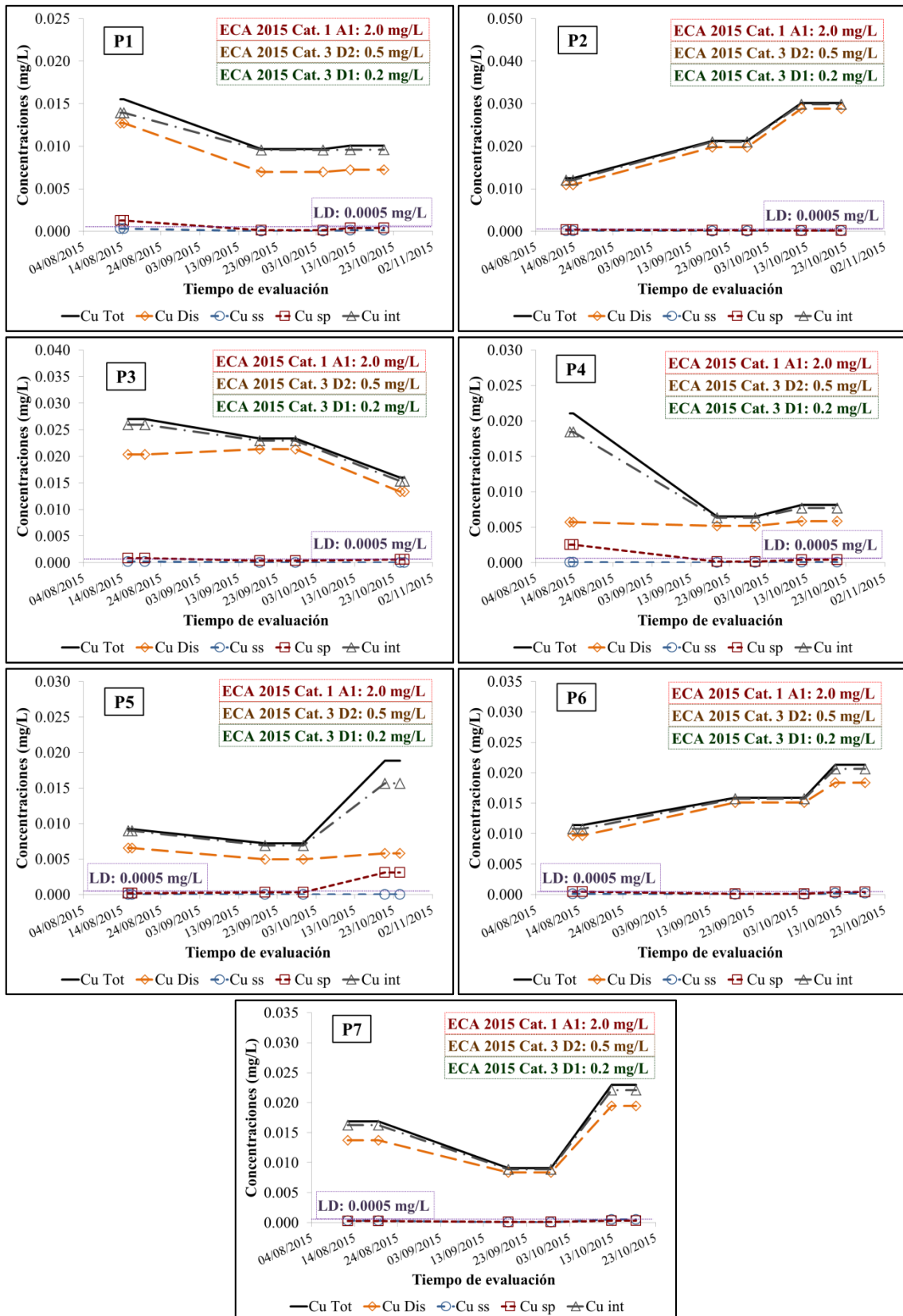


Figura 131: Variación temporal de cobre en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 132, se observa la variación temporal de hierro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de hierro proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María y la concentración de hierro introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de hierro también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. A diferencia de otros componentes químicos del agua de niebla antes vistos, la concentración de hierro total difiere considerablemente a la concentración de hierro disuelto; de modo que, las variaciones de hierro total analizadas son diferentes a las variaciones de hierro disuelto. Se observa también que el aporte de hierro a la niebla por fuentes marinas es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes. Por otro lado, las concentraciones de hierro no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, para la subcategoría de riego de vegetales (D1). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de hierro de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas; además, casi la totalidad de estas concentraciones de hierro provienen del suelo del ecosistema de lomas. No solo se observa que, en cada una de estas estaciones de monitoreo, la concentración de hierro total es superior al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; sino que, además, la concentración de hierro proveniente del suelo de las Lomas de Villa María también supera el mismo estándar de por sí en ambas zonas. Por otro lado, en el mes de setiembre, se incrementa ligeramente la concentración de hierro introducido por fuentes antrópicas, pero se reduce considerablemente la concentración de hierro proveniente del suelo del ecosistema de lomas y a causa de esto, la concentración de hierro total disminuye, siendo la menor concentración de hierro en todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración de hierro proveniente del suelo vuelve a incrementarse, sin superar las concentraciones alcanzadas en el mes de agosto, mientras que la concentración de hierro por fuentes antrópicas vuelve a disminuirse. Se observa que, en

todos los meses, las concentraciones de hierro disuelto y hierro proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de hierro.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el mes de agosto se observa la mayor concentración de hierro total en esta zona y la mayoría de esta concentración de hierro proviene del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de setiembre, la concentración de hierro proveniente del suelo decrece considerablemente, mientras que la concentración de hierro por fuentes antrópicas llega a incrementarse. En el mes de octubre se observa la menor concentración de hierro, pues tanto la concentración de hierro por fuentes antrópicas como la concentración de hierro proveniente del suelo decrecen aún más. Se observa que, en todo el tiempo de estudio, las concentraciones de hierro disuelto y hierro proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de hierro, con la excepción del hierro disuelto en el mes de agosto.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de hierro de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas; además, casi la totalidad de estas concentraciones de hierro provienen del suelo del ecosistema de lomas. No solo se observa que, en esta zona, la concentración de hierro total es superior al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; sino que, además, la concentración de hierro proveniente del suelo de las Lomas de Villa María también supera el mismo estándar de por sí. Por otro lado, en el mes de setiembre, se incrementa la concentración de hierro introducido por fuentes antrópicas, pero se reduce considerablemente la concentración de hierro proveniente del suelo del ecosistema de lomas; no obstante, la concentración de hierro total aún es mayor al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Ya en el mes de octubre, tanto la concentración de hierro proveniente del suelo como la concentración de hierro por fuentes antrópicas disminuyen, y a causa de esto, la concentración de hierro total disminuye, siendo la menor concentración de hierro en todo el tiempo de estudio. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de hierro disuelto y hierro proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de hierro.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), en el mes de agosto se observa la menor concentración de hierro en esta zona y la mayoría de esta concentración de hierro proviene

del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración que es introducida por fuentes antrópicas. Ya en el mes de setiembre, la concentración de hierro proveniente del suelo y la concentración de hierro por fuentes antrópicas se incrementan, logrando que la concentración de hierro total supere al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de hierro, pues se incrementa la concentración de hierro proveniente del suelo del ecosistema de lomas, a pesar que la concentración de hierro introducido por fuentes antrópicas se reduzca hasta muy bajas concentraciones. De este modo, en este mes, la concentración de hierro total también supera el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de hierro disuelto y hierro proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de hierro, con la excepción del hierro disuelto en el mes de agosto.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6) y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en los meses de agosto y octubre se presentan concentraciones similares, siendo las mayores concentraciones de hierro de sus respectivas áreas, y donde la mayoría de las concentraciones de hierro total provienen del suelo del ecosistema de lomas. Por otro lado, en el mes de setiembre se observan las menores concentraciones de hierro, debido a que la concentración de hierro proveniente del suelo decrece considerablemente, esto a pesar que la concentración de hierro por fuentes antrópicas logra incrementarse. Se observa que, e en todos los meses, las concentraciones de hierro disuelto y hierro proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de hierro, con la excepción del hierro disuelto en el mes de agosto, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6).

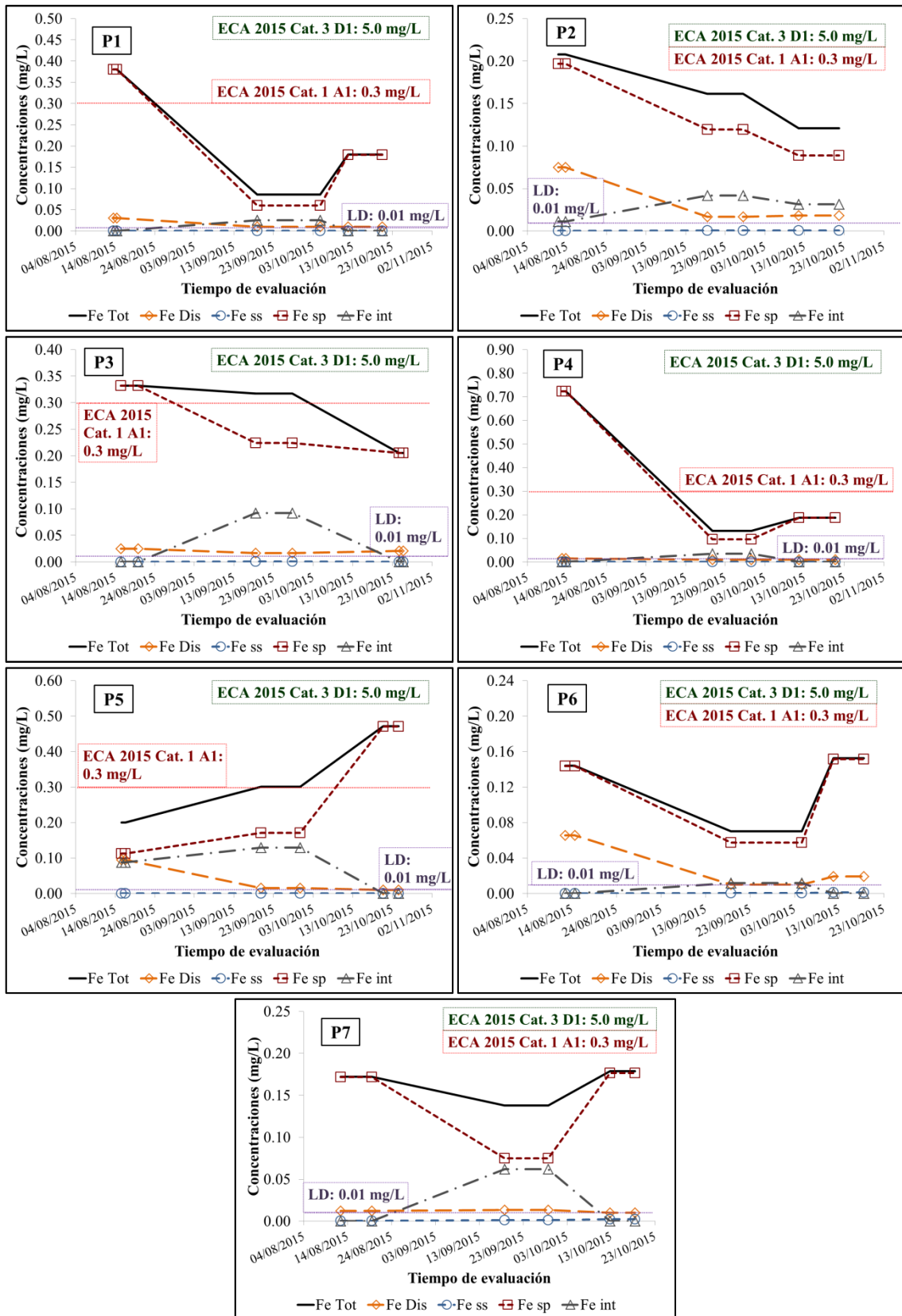


Figura 132: Variación temporal de hierro en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 133, se observa la variación temporal de manganeso en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de manganeso proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María y la concentración de manganeso introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de manganeso también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. Además, la concentración de manganeso total es similar a la concentración de manganeso disuelto en la mayoría de casos; de modo que, las variaciones de manganeso total analizadas son similares a las variaciones de manganeso disuelto. Por otro lado, las concentraciones de manganeso no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, ni para la categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, ni para la categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2).

En el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), la concentración de manganeso en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes octubre, y esta última es ligeramente superior a la concentración del mes de setiembre. La concentración de manganeso total y manganeso disuelto en estas zonas no presentan diferencias significativas, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) durante el mes de agosto. Gran parte de la concentración total en estas zonas es introducida por fuentes antrópicas, con excepción del mes de agosto en ambas zonas, donde una fracción de la concentración total de manganeso proviene del suelo del ecosistema de Lomas, pero es inferior a la concentración de manganeso introducido por fuentes antrópicas.

Por otro lado, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), la concentración de manganeso en el mes de octubre es superior a la concentración encontrada en el mes de agosto, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observan que la concentración de manganeso total, manganeso disuelto y manganeso introducido por fuentes antrópicas en esta zona son muy similares en todo el tiempo de estudio.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), la concentración de manganeso en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de setiembre, y esta última es superior a la concentración del mes de octubre. Se observa que la concentración de manganeso total, manganeso disuelto y manganeso introducido por fuentes antrópicas en esta zona son muy similares en todo el tiempo de estudio. Mientras que en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), la concentración de manganeso en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de octubre, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observa que la concentración de manganeso total, manganeso disuelto y manganeso introducido por fuentes antrópicas en esta zona son muy similares en los meses de agosto y setiembre, mientras que el mes de octubre, las concentraciones de manganeso total y manganeso disuelto no son similares; además, en el mes de octubre, la concentración de manganeso proveniente del suelo del ecosistema de lomas se incrementa, de modo que, se incrementa la concentración de manganeso total.

Por otro lado, en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), la concentración de manganeso en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de octubre, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observa que la concentración de manganeso total, manganeso disuelto y manganeso introducido por fuentes antrópicas en esta zona son muy similares en todo el tiempo de estudio.

Finalmente, en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), la concentración de manganeso en el mes de agosto es superior a la concentración encontrada en el mes de octubre, y esta última es superior a la concentración del mes de setiembre. Se observa que las concentraciones de manganeso introducido por fuentes antrópicas, manganeso proveniente del suelo del ecosistema de lomas y manganeso disuelto en esta zona poseen tendencias muy similares en todo el tiempo de estudio, aunque no posean las mismas concentraciones.

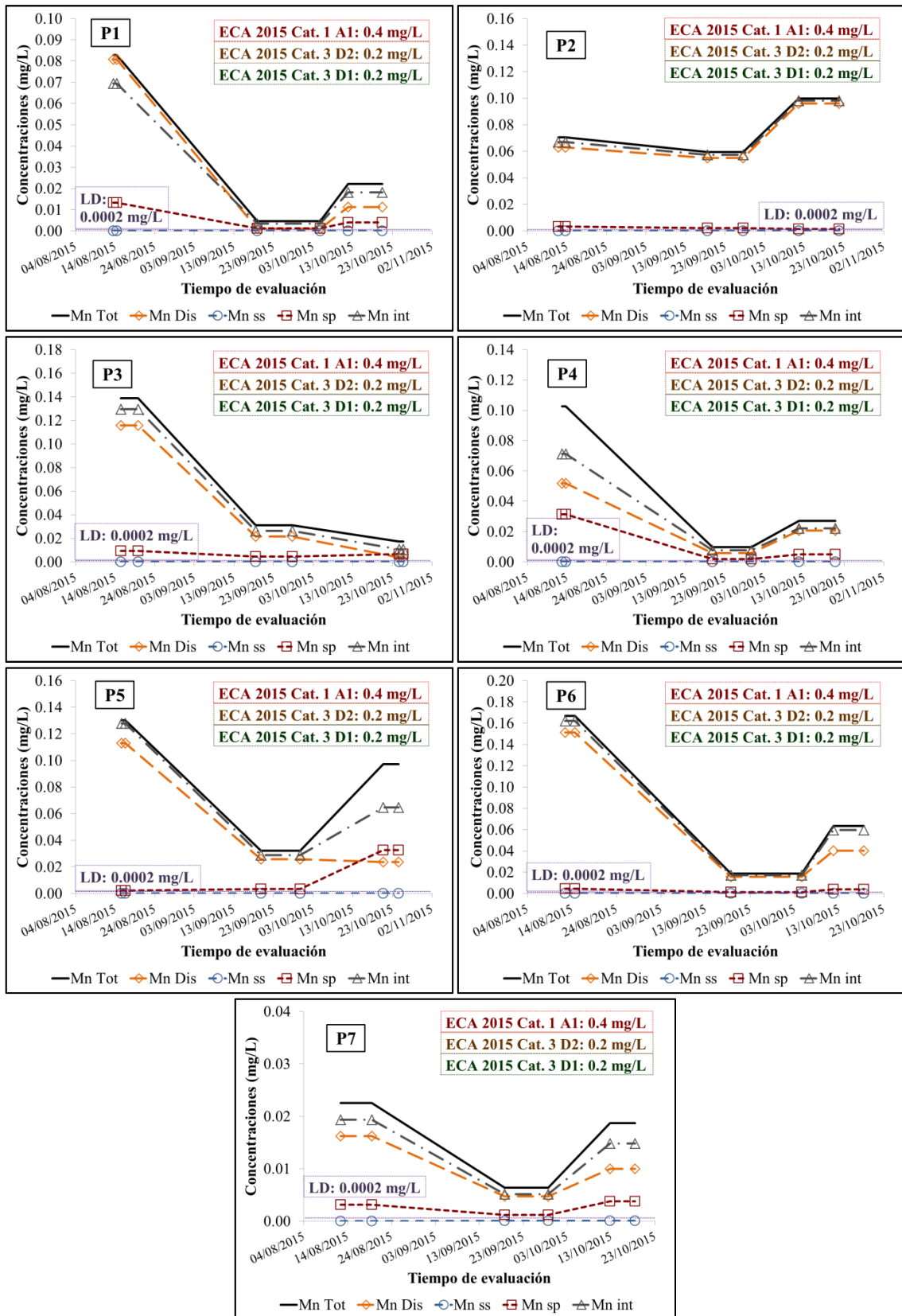


Figura 133: Variación temporal de manganeso en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 134, se observa la variación temporal de plomo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la concentración de plomo proveniente del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María y la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas tienen diferentes variaciones temporales en cada zona evaluada; de modo que, la concentración total de plomo también posee diferentes comportamientos en cuanto a variación temporal en cada estación de monitoreo. A diferencia de otros componentes químicos del agua de niebla antes vistos, la concentración de plomo total difiere considerablemente a la concentración de plomo disuelto; de modo que, las variaciones de plomo total analizadas son diferentes a las variaciones de plomo disuelto. Se observa también que el aporte de plomo a la niebla por fuentes marinas es muy reducido, en comparación con las anteriores fuentes. Por otro lado, las concentraciones de plomo no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, Categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2). No obstante, se muestran valores que sobrepasan el valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de plomo de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas; además, la mayoría de estas concentraciones de plomo provienen del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración que es introducida por fuentes antrópicas. No solo se observa que, en cada una de estas estaciones de monitoreo, la concentración de plomo total es superior al valor establecido para la Categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; sino que, además, la concentración de plomo proveniente del suelo de las Lomas de Villa María también supera el mismo estándar de por sí en el AA.HH. «12 de junio» (P1) y en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en este último lugar, la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas de por sí, supera el mismo estándar de calidad de agua. Por otro lado, en el mes de setiembre, decrece la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas y la concentración de plomo proveniente del suelo del ecosistema de lomas y a causa de esto, la concentración de plomo total disminuye, siendo la menor concentración de plomo en todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración de plomo por fuentes

antrópicas y la concentración de plomo proveniente del suelo vuelven a incrementarse, sin superar las concentraciones alcanzadas en el mes de agosto. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de plomo disuelto y plomo proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de plomo.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en el mes de agosto se observa la mayor concentración de plomo total en esta zona y la mayoría de esta concentración de plomo proviene de fuentes antrópicas y del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de setiembre, tanto la concentración de plomo por fuentes antrópicas como la concentración de plomo proveniente del suelo decrecen, pero aún son mayores que la concentración de plomo por fuentes marinas. En el mes de octubre se observa la menor concentración de plomo total, pues tanto la concentración de plomo por fuentes antrópicas como la concentración de plomo proveniente del suelo decrecen aún más. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de plomo disuelto y plomo proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de plomo, con la excepción del plomo disuelto en el mes de agosto.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), en el mes de agosto se observa la menor concentración de plomo en esta zona y la mayoría de esta concentración de plomo es introducida por fuentes antrópicas, seguido por una menor concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de setiembre, la concentración de plomo proveniente del suelo y la concentración de plomo por fuentes antrópicas se incrementan ligeramente. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de plomo total, pues se incrementan tanto la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de plomo proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de plomo disuelto y plomo proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de plomo.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en el mes de agosto se observa la mayor concentración de plomo en esta zona y la mayoría de esta concentración que proviene del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración de plomo es introducida por fuentes antrópicas. Ya en el mes de setiembre se observa la menor concentración de plomo, debido a que la concentración de plomo proveniente del suelo y la

concentración de plomo por fuentes antrópicas decrecen. En el mes de octubre, se incrementan tanto la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de plomo proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de plomo disuelto y plomo proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de plomo, con la excepción del plomo disuelto en el mes de agosto.

En la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, la mayoría de la concentración de plomo total proviene del suelo del ecosistema de lomas, seguido por una menor concentración de plomo es introducida por fuentes antrópicas. Ya en el mes de setiembre se observa la menor concentración de plomo, debido a que la concentración de plomo proveniente del suelo decrece, mientras que la concentración de plomo por fuentes antrópicas no varía significativamente. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de plomo en esta zona, puesto que se incrementan tanto la concentración de plomo introducido por fuentes antrópicas, como la concentración de plomo proveniente del suelo del ecosistema de lomas, siendo mayor esta última. Se observa que, en todo el mes, las concentraciones de plomo disuelto y plomo proveniente de fuentes marinas son muy reducidas, en comparación a la concentración total de plomo.

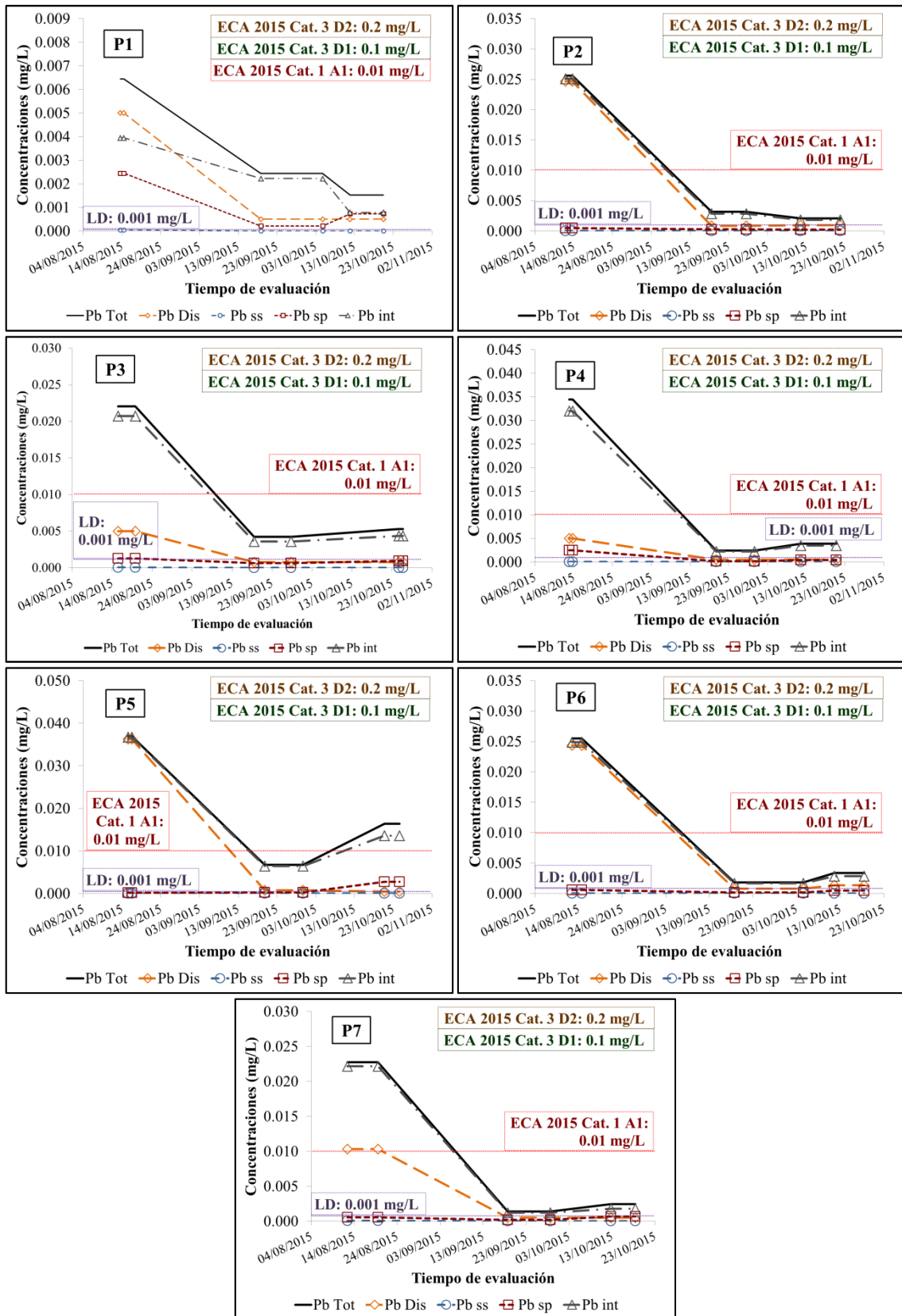


Figura 134: Variación temporal de plomo en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 135, se observa la variación temporal de titanio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Se observan diferentes tipos de variaciones temporales entre las estaciones de monitoreo evaluadas. Además, se observa que, en todos los casos, la totalidad de estas concentraciones de titanio provienen del suelo del ecosistema de lomas, debido a que el titanio fue escogido como elemento de referencia proveniente del suelo del ecosistema de lomas. A diferencia de otros componentes químicos del agua de niebla antes vistos, la concentración de titanio total difiere considerablemente a la concentración de titanio disuelto; de modo que, las variaciones de titanio total analizadas son diferentes a las variaciones de titanio disuelto.

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de titanio de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas. Por otro lado, en el mes de setiembre, se reduce considerablemente la concentración de titanio proveniente del suelo del ecosistema de lomas y a causa de esto, la concentración de titanio total disminuye, siendo la menor concentración de titanio en todo el tiempo de estudio. Ya en el mes de octubre, la concentración de titanio proveniente del suelo vuelve a incrementarse, sin superar las concentraciones alcanzadas en el mes de agosto. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de titanio disuelto son muy reducidas, en comparación a la concentración total de titanio.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), durante el mes de agosto se observa la mayor concentración de titanio de todo el tiempo de estudio, en cada una de estas zonas. Por otro lado, en el mes de setiembre, se reduce considerablemente la concentración de titanio proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Ya en el mes de octubre, la concentración de titanio proveniente del suelo vuelve a reducirse, y a causa de esto, la concentración de titanio total disminuye, siendo la menor concentración de titanio en todo el tiempo de estudio. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de titanio disuelto son muy reducidas, en comparación a la concentración total de titanio.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), en el mes de agosto se observa la menor concentración de titanio en esta zona. Ya en el mes de setiembre, la concentración de titanio proveniente del suelo se incrementa, logrando que la concentración de titanio total se incremente. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de titanio total, pues se

incrementa la concentración de titanio proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de titanio disuelto son muy reducidas, en comparación a la concentración total de titanio.

Finalmente, la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), en el mes de agosto, se presenta una concentración alrededor de los 0.02 mg/L de titanio en el agua de niebla. Ya en el mes de setiembre, la concentración de titanio proveniente del suelo se reduce, obteniéndose la menor concentración de titanio en esta zona durante el tiempo de estudio. En el mes de octubre se observa la mayor concentración de titanio, pues se incrementa la concentración de titanio proveniente del suelo del ecosistema de lomas. Se observa que, en todos los meses, las concentraciones de titanio disuelto son muy reducidas, en comparación a la concentración total de titanio.

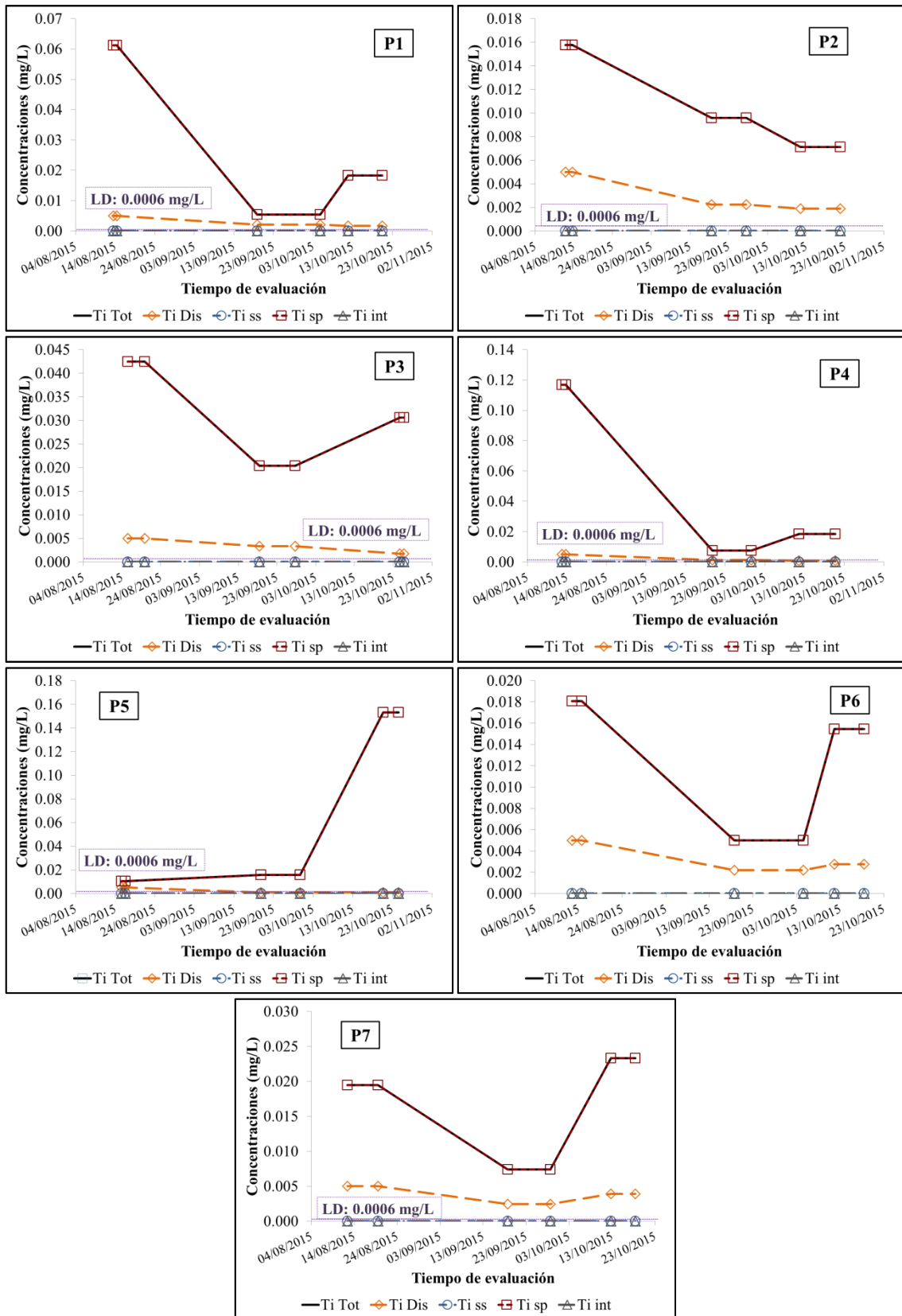


Figura 135: Variación temporal de titanio en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

En la Figura 136, se observa la variación temporal de zinc en el agua de niebla en las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del año 2015. Además, la concentración de zinc total es similar a la concentración de zinc disuelto y a la concentración de zinc introducido por fuentes antrópicas en la mayoría de casos; de modo que, las variaciones de zinc total analizadas son similares a las variaciones de zinc disuelto y zinc introducido por fuentes antrópicas. Por otro lado, las concentraciones de zinc no han sobrepasado el valor indicado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, ni para la categoría 1, subcategoría A1 - Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, ni para la categoría 3, ni para la subcategoría de riego de vegetales (D1), ni para la subcategoría de bebida de animales (D2).

A diferencia de otros elementos y compuestos presentados anteriormente, existe un comportamiento similar en las concentraciones de zinc total, zinc disuelto y zinc introducido por fuentes antrópicas, en casi la totalidad de áreas evaluadas en la zona de estudio. Así, las concentraciones de zinc en el mes de agosto fueron superiores a las concentraciones encontradas en el mes de octubre, y estas últimas son superiores a las concentraciones del mes de setiembre.

Solo en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5) se mostró un comportamiento diferente, puesto que las menores concentraciones de zinc total e introducido por fuentes antrópicas se encontraron en el mes de octubre, mientras la menor concentración de zinc disuelto fue encontrada en el mes de setiembre. Las mayores concentraciones de zinc total, disuelto e introducido por fuentes antrópicas se encontraron en el mes de agosto.

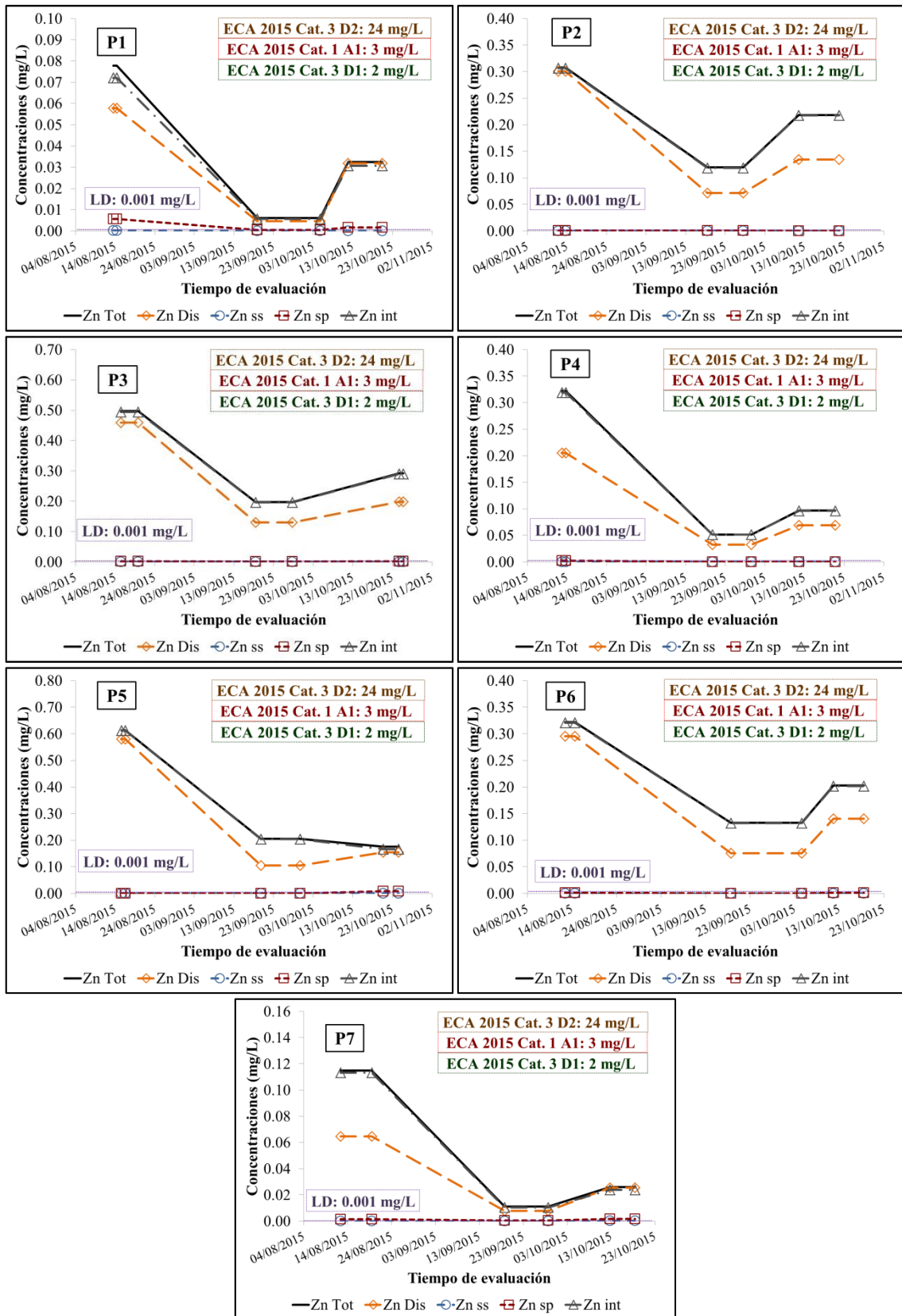


Figura 136: Variación temporal de zinc en el agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el año 2015

Como se ha observado, cada componente químico del agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el 2015, ha tenido diferentes variaciones temporales en sus concentraciones, variando en cada zona dentro del ecosistema. En la Tabla 40 se clasifican a los componentes químicos del agua de niebla según los meses donde presentaron las mayores y menores concentraciones, en cada zona de estudio evaluada.

Tabla 40: Clasificación de los componentes químicos del agua de niebla según el mes con mayores y menores concentraciones, en cada zona evaluada dentro del ecosistema de Lomas de Villa María, en el 2015

P1	Mes con mayor concentración	Agosto	F ⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Na, Mg, K, Al, As, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Ti, Zn
		Setiembre	pH, NO ₂ ⁻ , Ca, Sr, SiO ₂ , Cr
		Octubre	CE, SO ₄ ²⁻
	Mes con menor concentración	Agosto	SO ₄ ²⁻
		Setiembre	CE, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Na, Mg, Al, As, Cu, Fe, Mn, Ti, Zn
		Octubre	pH, HCO ₃ ⁻ , K, Ca, Sr, SiO ₂ , Pb, Sb
P2	Mes con mayor concentración	Agosto	NO ₃ ⁻ , Al, Fe, Pb, Ti, Zn
		Setiembre	pH, HCO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , Ca, Sr, SiO ₂
		Octubre	CE, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, K, Cu, Mn
	Mes con menor concentración	Agosto	CE, HCO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Ca, Sr, SiO ₂ , Cu
		Setiembre	Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , Na, Mg, Mn, Zn
		Octubre	pH Al, Fe, Pb, Ti
P3	Mes con mayor concentración	Agosto	pH, CE, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, Ca, Al, Cu, Fe, Mn, Pb, Ti, Zn
		Setiembre	HCO ₃ ⁻ , K, Sr, SiO ₂
		Octubre	
	Mes con menor concentración	Agosto	
		Setiembre	Al, Pb, Ti, Zn
		Octubre	pH, CE, F ⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, K, Ca, Sr, SiO ₂ , Cu, Fe, Mn

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

P4	Mes con mayor concentración	Agosto	pH, CE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , K, Ca, Sr, Al, Cu, Fe, Mn, Pb, Ti, Zn
		Setiembre	HCO ₃ ⁻ , Mg, SiO ₂
		Octubre	Na
	Mes con menor concentración	Agosto	Na
		Setiembre	CE, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Al, Cu, Fe, Mn, Pb, Ti, Zn
		Octubre	pH, HCO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , Mg, K, Ca, Sr, SiO ₂
P5	Mes con mayor concentración	Agosto	K, Mn, Pb, Zn
		Setiembre	pH, CE, HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SiO ₂
		Octubre	CE, SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, Ca, Sr, Al, Cu, Fe, Ti,
	Mes con menor concentración	Agosto	CE, HCO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, Ca, Sr, SiO ₂ , Al, Fe, Ti
		Setiembre	K, Cu, Mn, Pb
		Octubre	pH, Cl ⁻ , NO ₂ ⁻ , Zn
P6	Mes con mayor concentración	Agosto	NO ₂ ⁻ , SiO ₂ , Al, Mn, Pb, Ti, Zn
		Setiembre	pH, HCO ₃ ⁻
		Octubre	CE, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, K, Ca, Sr, Cu, Fe
	Mes con menor concentración	Agosto	pH, HCO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ , Mg, Sr, Cu
		Setiembre	CE, Cl ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, K, Ca, Al, Fe, Mn, Pb, Ti, Zn
		Octubre	SiO ₂
P7	Mes con mayor concentración	Agosto	HCO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , As, Mn, Pb, Zn
		Setiembre	pH, SiO ₂ , Cr
		Octubre	CE, F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, K, Ca, Sr, Al, Cu, Fe, Ti
	Mes con menor concentración	Agosto	
		Setiembre	CE, F ⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na, Mg, K, Ca, Sr, Al, As, Cu, Fe, Mn, Pb, Ti, Zn
		Octubre	pH, SiO ₂ , Cr

FUENTE: Elaboración propia

En el AA.HH. «12 de junio» (P1), se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de agosto, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. Del mes de setiembre se destaca la mayor presencia de cromo frente a otros meses, además de tener el mayor valor de pH, mientras que la mayor concentración de sulfato en el agua de niebla fue registrada en el mes de octubre. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan

menores concentraciones entre los meses de setiembre y octubre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. No obstante, la menor concentración de sulfato en el agua de niebla se reportó en el mes de agosto.

En la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), se observa que en cada mes se presentan componentes químicos con mayores y menores concentraciones respecto a otros meses. En el mes de agosto, elementos traza como aluminio, hierro, plomo, titanio y zinc presentaron las mayores concentraciones de esta área durante el tiempo de estudio, junto con los nitratos en el agua de niebla; y en el mismo mes, algunos iones mayoritarios presentaron las menores concentraciones de todo el tiempo de evaluación en el área de estudio. En el mes de setiembre se observaron las mayores concentraciones de bicarbonatos, calcio, estroncio, sílice, nitrito y pH, así como las menores concentraciones de cloruros, nitratos, sodio, magnesio, manganeso y zinc. Finalmente, en el mes de octubre, se observaron las mayores concentraciones de conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, sodio, magnesio, potasio, cobre y manganeso, así como los menores valores de pH, aluminio, hierro, plomo y titanio.

En el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de agosto, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de setiembre se observaron las mayores concentraciones de bicarbonatos, potasio, estroncio y sílice. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan menores concentraciones en el mes de octubre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. No obstante, en el mes de setiembre se observaron las mayores concentraciones de aluminio, plomo, titanio y zinc.

En la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de agosto, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de setiembre se observaron las mayores concentraciones de bicarbonatos, magnesio y sílice, mientras que, en el mes de octubre, se observó la mayor concentración de sodio. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan menores concentraciones entre los meses de setiembre y octubre, entre componentes mayoritarios y

elementos trazas. No obstante, en el mes de agosto se observó la menor concentración de sodio.

En la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de octubre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de agosto se observaron las mayores concentraciones de potasio, manganeso, plomo y zinc, mientras que, en el mes de setiembre se observaron los mayores valores de pH, conductividad eléctrica, bicarbonatos, cloruros, nitrato y sílice. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan menores concentraciones en el mes de agosto, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de setiembre se observaron las menores concentraciones de potasio, cobre, manganeso y plomo, mientras que en el mes de octubre se observaron los menores valores de pH, cloruros, nitrito y zinc.

En el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de octubre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de agosto se observaron las mayores concentraciones de nitrito, sílice, aluminio, manganeso, plomo, titanio y zinc, mientras que en el mes de setiembre se observaron los mayores valores de pH y bicarbonatos. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan menores concentraciones en el mes de setiembre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de agosto se observaron los menores valores de pH, bicarbonatos, nitrato, magnesio, estroncio y cobre, mientras que, en el mes de octubre se observó la menor concentración de sílice.

Finalmente, la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), se observa que, la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan mayores concentraciones en el mes de octubre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de agosto se observaron las mayores concentraciones de bicarbonato, nitrito, arsénico, manganeso, plomo y zinc, mientras que, en el mes de setiembre se observaron las mayores concentraciones de pH, sílice y cromo. Por otro lado, se observa que la mayoría de componentes químicos del agua de niebla presentan menores concentraciones en el mes de setiembre, entre componentes mayoritarios y elementos trazas. En el mes de octubre se observaron las menores concentraciones de pH, sílice y cromo.

4.7. Análisis de correlaciones entre componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María

A continuación, se muestran las correlaciones realizadas entre los parámetros de campo y componentes químicos del agua de niebla captada en las Lomas de Villa María, durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, con el objetivo de asociar componentes químicos que puedan ser emitidos por una misma fuente. Esta asociación se realiza según el valor del coeficiente de correlación de Pearson, considerando valores superiores a 0,70 e inferiores a -0.7 en los coeficientes de correlación para indicar que existe correlación entre dos componentes químicos, como indica Safai et al. (2004).

Las correlaciones realizadas entre los parámetros de campo y componentes químicos del agua de niebla, en los meses de agosto, setiembre y octubre, se muestran en el Anexo 16.

Para los componentes químicos del agua de niebla, además de evaluar las correlaciones existentes entre ellos, se agruparon según los valores positivos que arrojaban sus coeficientes de correlación, como se explica en la metodología del estudio. De este modo, se obtiene la Tabla 41, donde se muestran las agrupaciones de componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María, según su coeficiente de correlación de Pearson.

Cada grupo donde se asocian dos o más componentes químicos del agua de niebla indica que los componentes químicos mencionados podrían provenir de una misma fuente. Se observaron 8 grupos identificados en el mes de agosto, 21 grupos en el mes de setiembre, y 12 grupos en el mes de octubre. El análisis de determinación de fuentes contaminantes en relación a cada contaminante del agua de niebla se realiza en conjunto con los anteriores análisis, en el punto 4.9.

Tabla 41: Agrupación de los componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María según su coeficiente de correlación de Pearson

Mes	Grupo	CE (µS/cm)	STD (mg/L)	HCO3 T	F T	Cl T	NO3 T	SO4 T	NO2 T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	B T	Ba T	Cd T	Ce T	Co T	Cr T	Cu T	Fe T
Agosto	Grupo 1																X									X
	Grupo 2	X						X					X	X						X						
	Grupo 3																									
	Grupo 4																									
	Grupo 5	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X			X							
	Grupo 6																			X					X	
	Grupo 7																									
	Grupo 8	X			X	X	X	X				X		X	X					X						
Setiembre	Grupo 1	X	X	X				X			X	X	X	X	X	X		X								
	Grupo 2	X	X			X				X	X				X			X	X							
	Grupo 3				X												X		X							X
	Grupo 4									X									X							
	Grupo 5	X	X									X		X	X	X		X						X		
	Grupo 6																X									X
	Grupo 7																					X				
	Grupo 8				X													X				X				X
	Grupo 9											X		X		X								X		
	Grupo 10																			X					X	
	Grupo 11																X								X	X
	Grupo 12							X					X													
	Grupo 13	X	X									X		X	X	X			X							
	Grupo 14																									
	Grupo 15				X														X			X				
	Grupo 16																						X		X	
	Grupo 17																				X					
	Grupo 18																					X				
	Grupo 19			X				X				X	X						X							
	Grupo 20				X																X					
	Grupo 21						X																			
Octubre	Grupo 1	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X					X			X
	Grupo 2				X												X					X				X
	Grupo 3																X					X				X
	Grupo 4																					X	X			
	Grupo 5																								X	
	Grupo 6								X																X	
	Grupo 7						X		X																	
	Grupo 8						X		X	X	X															
	Grupo 9																									
	Grupo 10	X	X	X				X				X	X			X		X			X		X			
	Grupo 11											X													X	
	Grupo 12						X		X																	

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Sn T	Ti T	TIT	U T	V T	W T	Zn T	HCO3 D	F D	Cl D	NO3 D	SO4 D	NO2 D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D	SiO2 D
				X				X										X		X			X			
X			X										X						X							
				X										X	X	X	X	X			X	X	X	X		X
				X																						
	X			X							X			X		X	X	X			X	X	X	X	X	X
					X			X		X					X	X					X	X		X	X	
	X					X						X									X			X	X	X
			X		X			X		X			X										X	X	X	X
							X																X	X	X	X
X				X											X								X	X	X	X
					X		X				X															
		X		X										X				X					X	X		
			X					X																		
	X	X				X			X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
			X					X																		
X											X	X														
		X									X	X														
	X	X				X			X							X	X			X	X					
					X		X							X									X	X		X
				X							X	X									X	X				

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

NO2 ss	Na ss	Mg ss	K ss	Ca ss	Sr ss	Li ss	SiO2 ss	Al ss	As ss	B ss	Bas s	Cd ss	Ce ss	Co ss	Cr ss	Cu ss	Fe ss	Mn ss	Mo ss	Ni ss	Pb ss	S ss	Sb ss	Se ss	Sn ss	Tl ss		
X	X	X	X	X	X		X	X		X	X					X	X	X				X	X					
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
												X																
												X																
												X																
												X																
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
																								X				
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
												X																
													X															
														X														

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

U ss	V ss	W ss	Zn ss	Mg sp	K sp	Ca sp	Sr sp	Li sp	SiO ₂ sp	Al sp	As sp	Ba sp	Cd sp	Co sp	Cr sp	Cu sp	Fe sp	Mn sp	Mo sp	Ni sp	Pb sp	Sb sp	Ti sp	Tl sp	V sp	W sp
				X	X		X		X	X		X				X	X	X			X		X			
			X																							
					X	X	X					X										X				
X	X	X	X																							
		X		X	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
X	X	X	X			X							X													X
																										X
			X																							X
				X																						X
																										X
			X																							X
																										X
																										X
X	X	X	X																							
				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X		X																								
X		X																								
X	X	X	X																							
X		X																								

FUENTE: Elaboración propia

Continuación

Sb int	Se int	Sn int	U int	V int	W int	Zn int
						X
				X		
	X				X	
						X
						X
	X			X	X	
		X				
X			X			X
	X					
X		X	X			
			X			
			X			
	X		X	X	X	
			X		X	
			X		X	
X						
X						
X		X				
			X	X		
			X		X	
X						

FUENTE: Elaboración propia

4.8. Análisis de determinación de fuentes contaminantes del agua de niebla en Lomas de Villa María

A continuación, se realiza el análisis para determinar las fuentes contaminantes del agua de niebla en Lomas de Villa María, en base a los análisis realizados anteriormente.

En primer lugar, se analizan los resultados del análisis de trayectorias de masas de aire que transportan humedad hacia las Lomas de Villa María, recopilándose estos resultados en la Tabla 42. Los tipos de masa de aire fueron especificados según la trayectoria que se fueron descritos en la Tabla 34, Tabla 36 y Tabla 38.

Tabla 42: Tipos de trayectoria de masas de aire que transportan humedad hacia las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015

Estaciones de monitoreo	Tipos de trayectoria de masas de aire					
	Mes de agosto		Mes de setiembre		Mes de octubre	
	Tipo	%	Tipo	%	Tipo	%
1°	1	68.24	1	52.4	1	57.82
2°	3	15.88	3	24.72	3	19.43
3°	2	8.24	2	18.45	6	12.32
4°	4	4.71	5	1.85	2	9.95
5°	5	2.94	4	1.48	8	3.32

FUENTE: Elaboración propia

Las masas de aire de trayectoria tipo 1 fueron las más frecuentes, las cuales consisten en masas de aire que permanecen muchas horas sobre el océano y entran al continente por el sur, hacia el ecosistema de Lomas de Villa María, pasando por el valle de Lurín y por la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, tal y como fue graficado en la Figura 106.

Considerando que las masas de aire, según estos resultados, se desplazaron mayormente de sur a norte durante el tiempo de recolección de muestras de agua de niebla, se considera que, las masas de aire transportan las emisiones o partículas que se originan de aquellas posibles fuentes de contaminación del agua de niebla que se ubiquen al sur del ecosistema; de modo que, se esperarían mayores concentraciones de los elementos y compuestos químicos en el agua de niebla, en las estaciones de monitoreo ubicadas al sur del área de estudio, mientras

sus concentraciones vayan disminuyéndose a medida que la estación de monitoreo se ubique más al norte.

De las posibles fuentes de componentes químicos o contaminantes del agua de niebla, se descarta que el suelo del ecosistema de lomas, la quema y disposición inadecuada de residuos sólidos, las emisiones atmosféricas por actividad porcícola o la contaminación atmosférica de Lima, tengan la tendencia de disminuir sus concentraciones a medida que se ubiquen al norte de la zona de estudios, debido a que, ninguno de estos se ubica exclusivamente al sur del ecosistema de lomas. Este patrón de variación temporal de la calidad del agua de niebla es acorde con las emisiones provenientes de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, así como de fuentes marinas, pues tanto el mar como la fábrica se ubican al sur del ecosistema, y las trayectorias de masa de aire obtenidas muestran que las masas de aire que llegan al ecosistema pasan por la fábrica y por el océano.

Por tanto, en este primer análisis se alcanza a afirmar que:

- Los componentes químicos del agua de niebla que presentan mayores concentraciones al sur del ecosistema de Lomas de Villa María, y que disminuyen sus concentraciones a medida de desplazarse hacia el norte, provienen de fuentes marinas, o de las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
- Los componentes químicos del agua de niebla que provienen del suelo del ecosistema de lomas, la quema y disposición inadecuada de residuos sólidos, las emisiones atmosféricas por actividad porcícola o la contaminación atmosférica de Lima, no siguen el patrón de variación espacial antes mencionado.

En segundo lugar, se tienen que, los parámetros y componentes químicos que superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, fueron el pH, CE, STD, Al, As, Cl⁻, F⁻, Fe, NO₂⁻, NO₃⁻, Pb, SO₄²⁻, tal y como fue analizado en la Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23.

Para el caso del pH, se observa que sus valores se incrementan a medida que se acerca al sur de la zona de estudio, mientras que, los menores valores de pH se ubican al noroeste. En comparación, hacia el sur de la zona de estudio se encuentran los menores valores de pAi en todos los meses, mientras que, los mayores valores de pAi se ubican al norte. Mientras que

la variación espacial del pH indica que el agua de niebla es más alcalina al sur del ecosistema de Lomas de Villa María, el pAi indica que, de considerarse solo a los ácidos sulfúrico y nítrico como generadores de acidez de la niebla, y despreciando a los generadores de neutralización en el agua de niebla, al sur del ecosistema de Lomas de Villa María se encontraría el agua de niebla más ácido del ecosistema. Para ambos parámetros, hacia el norte suceden situaciones viceversas.

La principal diferencia entre el pH y el pAi es que el primero considera a agentes neutralizadores del agua de niebla, mientras el segundo no; de modo que, la razón por la cual hacia el sur el pH sea más alto, mientras que el pAi sea más bajo, es probablemente la emisión o el arrastre de agentes neutralizadores de sur a norte, lo cual coincide con las trayectorias de viento predominante. Esto significa que los valores de pH pueden estar influenciados por fuentes marinas o por emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.

No obstante, en el Anexo 15, se observa que las concentraciones de NO_3^- y SO_4^{2-} en el agua de niebla de las Lomas de Villa María, en la estación húmeda del año 2015, provienen principalmente de fuentes antrópicas. Considerando que los ácidos nítrico y sulfúrico, provenientes de los iones NO_3^- y SO_4^{2-} respectivamente, son los principales agentes acidificantes del agua atmosférica (Casas y Alarcón, 1999) y que además, tanto el calcio como el bicarbonato en el agua de niebla, relacionados con el CaCO_3 , el cual es uno de los principales fuentes de alcalinidad del agua de niebla (Al-Khashman, 2009), también provienen principalmente de fuentes antrópicas, se tiene en conclusión que el pH es principalmente influenciado por alguna fuente antrópica, más que por fuentes marinas. Y del análisis anterior, la única fuente antrópica que puede emitir contaminantes, cuyas tendencias sean incrementarse hacia el sur del ecosistema y disminuirse hacia el norte, es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.

En resumen, se muestra una tabla comparativa entre pH y pAi en la niebla, en la Tabla 43.

Tabla 43: Comparación entre las variaciones espaciales de los parámetros pH y pAi en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015

Parámetros	Características espaciales		
pH	Hacia el noreste se encuentra las zonas con menor pH	Hacia el sur se encuentran las zonas con mayores pH	Probablemente de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, por los grandes cambios del pH
pAi	Hacia el sur se encuentran las zonas con menor pAi	Hacia el norte se encuentran las zonas con mayores pAi	Probablemente de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, por los grandes contrastes entre el pH y el pAi, sobre todo al sur

FUENTE: Elaboración propia

Analizando los demás parámetros y componentes químicos que exceden los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, respecto a su variación temporal, se observan diferentes tendencias:

- Parámetros como CE y STD, además de componentes químicos como As, Cl⁻, F⁻ y NO₃⁻ en los meses de agosto y setiembre, y SO₄²⁻ en el mes de setiembre, presentan una tendencia en la variación espacial de sus concentraciones, a incrementarse hacia el sur, con excepción del AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), donde la concentración de estos componentes es mayor que la encontrada en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), una zona más al sur que el AA.HH. «Virgen de Chapi», y donde «P2» debería tener mayores concentraciones. Similar al caso del pH, la tendencia de aumentar las concentraciones hacia el sur, indica que estos contaminantes, en los meses de agosto y setiembre pueden provenir de fuentes marinas y/o de la fábrica de la compañía UNACEM; no obstante, el caso particular en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), puede deberse a que existe otra fuente contaminante del agua de niebla que afecte localmente a esta parte del ecosistema.
- Parámetros como CE y STD, además de componentes químicos como As, Cl⁻, F⁻, NO₃⁻ y SO₄²⁻, en el mes de octubre, presentan una tendencia en la variación espacial de sus concentraciones, a incrementarse hacia el sur, con excepción de la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), donde la concentración de estos componentes es mayor que la encontrada en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), una

zona más al sur que P4, y que debería tener mayores concentraciones. Similar al caso del pH, la tendencia de aumentar las concentraciones hacia el sur, indica que estos contaminantes, en el mes de octubre pueden provenir de fuentes marinas y/o de la fábrica de la compañía UNACEM; no obstante, el caso particular de la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), puede deberse a que existe otra fuente contaminante del agua de niebla que afecte localmente a esta parte del ecosistema.

- En el caso del Al y el Fe durante todos los meses, y el NO_2^- durante el mes de agosto no siguen una tendencia aparentemente, mientras que el NO_2^- durante el mes de setiembre presenta una tendencia a incrementar sus concentraciones en el agua de niebla, a medida que se desplace de noreste a suroeste en el ecosistema. Además, el NO_2^- durante el mes de octubre presenta una tendencia a incrementar sus concentraciones en el agua de niebla, a medida que se desplace de este a oeste en el ecosistema. Por otro lado, el Pb durante el tiempo de evaluación, presenta una tendencia a incrementar sus concentraciones en el agua de niebla, a medida que se desplace de sur a norte en el ecosistema. Preliminarmente, como no siguen el patrón de incrementarse de norte a sur, estos contaminantes podrían provenir de la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares.
- Finalmente, el SO_4^{2-} , en el mes de agosto, presenta una tendencia en la variación espacial de sus concentraciones, a incrementarse hacia el sur, con excepción del AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y de la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), donde la concentración de estos componentes es mayor que la encontrada en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), una zona más al sur que P4 y P3, y que debería tener mayores concentraciones. Similar al caso del pH, la tendencia de aumentar las concentraciones hacia el sur, indica que estos contaminantes, en el mes de agosto, pueden provenir de fuentes marinas y/o de la fábrica de la compañía UNACEM; no obstante, el caso particular del AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) y de la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), puede deberse a que existe otra fuente contaminante del agua de niebla que afecte localmente a esta parte del ecosistema.

Este segundo análisis de la calidad del agua de niebla en Lomas de Villa María en el año 2015 se resume en la Tabla 44.

Como tercer paso, se analizan las concentraciones procedentes de fuentes marinas, del suelo de lomas, y fuentes antrópicas, como se muestra en el Anexo 15. Este análisis fue realizado en la primera parte para NO_3^- y SO_4^{2-} en el agua de niebla, determinando que estos compuestos químicos provienen principalmente de fuentes contaminantes.

Realizando este mismo análisis para los componentes químicos señalados en la Tabla 45, que provengan de fuentes marinas y/o de la fábrica de la compañía UNACEM, se observa que todos, con excepción del cloruro, presentan más del 90 por ciento de su concentración procedente de fuentes antrópicas, mientras que el cloruro presenta más del 90 por ciento de su concentración procedente de fuentes marinas, como se observa en el Anexo 15.

La posibilidad de encontrar nitrato y sulfatos en la niebla, procedente de la producción de cemento es reforzada por Economopoulos (2002) y el Ministerio de Medio Ambiente de España (2004), los cuales señalan la presencia de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre de las emisiones de una fábrica de cemento. Además, el Ministerio de Medio Ambiente de España (2004) también señala las emisiones de ácido fluorhídrico de la fabricación de cemento, del cual puede provenir el flúor de origen antrópico en la niebla.

Para el caso del arsénico, si bien es un metal no volátil y, por ende, debería permanecer en el Clinker durante la fabricación del cemento (Ministerio de Medio Ambiente, 2004), fue reportado un caso donde, un porcentaje de la producción total de cemento de la fábrica de la compañía UNACEM, era succionado junto con los gases calientes hacia la atmósfera, llegando a ser alrededor del cinco por ciento de la producción total del cemento en 1993 (Heredia, 1993; citado por Chipana, 2013).

Tabla 44: Análisis de los patrones de variación espacial de los componentes químicos del agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015

Parámetros	Características espaciales	Análisis preliminar de fuentes
CE (ago y set), STD (ago* y set), As (ago* y set), Cl ⁻ (ago y set), F ⁻ (ago y set), NO ₃ ⁻ (ago y set), SO ₄ ²⁻ (set)	Con tendencia a incrementarse hacia el sur, con excepción en P3	Proviene de fuentes marinas y/o UNACEM, pero con influencia local en P3
CE (oct), STD (oct), As (oct), Cl ⁻ (oct), F ⁻ (oct), NO ₃ ⁻ (oct), SO ₄ ²⁻ (oct)	Con tendencia a incrementarse hacia el sur, con excepción de P4	Proviene de fuentes marinas y/o UNACEM
Al, Fe, NO ₂ ⁻ (ago)	Sin tendencia aparente	Proviene de quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares
NO ₂ ⁻ (set)	Con tendencia a incrementarse del noreste al suroeste	Proviene de quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares
NO ₂ ⁻ (oct)	Con tendencia a incrementarse de este al oeste	Proviene de quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares
Pb	Con tendencia a incrementarse hacia el norte	Proviene de quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares
SO ₄ ²⁻ (ago)	Con tendencia a incrementarse hacia el sur, con excepción en P3 y P4 crece por P3	Proviene de fuentes marinas y/o UNACEM, pero con influencia local en P3 y P4

FUENTE: Elaboración propia

Así, con este porcentaje de Clinker emitido al exterior, puede transportarse un metal no volátil, como el arsénico, hacia el ecosistema de Lomas de Villa María.

Tabla 45: Análisis de procedencia de arsénico, fluoruro, nitrato, sulfato y cloruro en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015

		Más del 90% por fuentes antrópicas	Más del 98% por fuentes antrópicas	Más del 90 % de fuentes marinas	
Proviene de fuentes marinas y/o UNACEM	CE	No aplica	No aplica	No aplica	Proviene de UNACEM
	STD	No aplica	No aplica	No aplica	
	As	Sí			
	F ⁻		Sí		
	NO ₃ ⁻		Sí		
	SO ₄ ²⁻	Sí			
	Cl ⁻			Sí	Proviene de fuentes marinas

FUENTE: Elaboración propia

Así, con este análisis se determina que:

- El nitrato y el fluoruro en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provinieron casi totalmente de la fábrica de la compañía UNACEM.
- El arsénico y el sulfato en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provinieron en su gran mayoría de la fábrica de la compañía UNACEM.
- El cloruro en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provino en su gran mayoría de fuentes marinas.

Repitiendo este mismo análisis para los componentes químicos señalados en la Tabla 46, que puedan provenir de la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proveniente de diferentes lugares, se observa que el aluminio y el hierro presentan más del 60 por ciento de su concentración procedente del suelo del ecosistema de lomas, mientras que el resto de sus concentraciones provienen de fuentes antrópicas, y en el caso del hierro para los meses de agosto y octubre, el porcentaje que proviene del suelo de lomas es casi total.

Tabla 46: Análisis de procedencia de aluminio, hierro, plomo y nitrito en el agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015

		Cerca del 60% por suelo de lomas, el resto por fuentes antrópicas	Más del 99% por fuentes antrópicas	Más del 99% por suelo de lomas	Más del 89% por fuentes antrópicas, el resto por el suelo de lomas	
Proviene de quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima y/o arrastre del suelo proviene de todos lados	Al	Sí				La mayoría proviene del suelo de lomas, el resto de la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima
	Fe (Ago y Oct)			Sí		Proviene del suelo de lomas
	Fe (Set)	Sí				La mayoría proviene del suelo de lomas, el resto de la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima
	Pb				Sí	La mayoría proviene de la contaminación atmosférica de Lima, el resto del suelo de lomas
	NO ₂ ⁻		Sí			La mayoría proviene de la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima

FUENTE: Elaboración propia

Por otro lado, el Pb y el NO₂⁻ provienen mayormente de quema de residuos y/o la contaminación atmosférica de Lima; no obstante, el plomo puede atribuirse principalmente a la contaminación atmosférica de Lima, debido a que se emiten diferentes proporciones de plomo de cada vehículo que circula por las calles (Economopoulos, 2002). A modo de ejemplo, para todo el 2010, se estimó que en Lima y Callao se emitirían 203 toneladas de plomo a la atmósfera (SENAMHI, 2013).

Así, con este análisis se determina que:

- El aluminio en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provino mayormente del suelo del ecosistema de lomas.
- El hierro en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provino en su gran mayoría del suelo del ecosistema de lomas, en los meses de agosto y octubre; mientras que, en el mes de setiembre, el porcentaje de procedencia del suelo se reduce, pero sigue siendo mayoritario.
- El plomo en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provino en su gran mayoría de la contaminación atmosférica de Lima.
- El nitrito en el agua de niebla de Lomas de Villa María en el año 2015 provino en su gran mayoría la quema de residuos y/o contaminación atmosférica de Lima.

Del análisis de composición química del agua de niebla, según sus fracciones suspendidas o fracciones disueltas, se observa que, tanto el aluminio como el hierro presentan la mayoría de sus concentraciones, a lo largo del tiempo de estudio, en suspensión. Esto último podría ser un indicio de que el viento en las Lomas de Villa María arrastra partículas de la capa superficial del suelo, de modo que, estas partículas son suspendidas en la niebla y también son captadas por la malla del sistema captador, quedando en forma de partículas, sin tener mucho tiempo para disolverse en el agua captada. Esto último toma mayor validez considerando que el titanio, elemento de referencia para procedencia del suelo en el estudio, también se encuentra, en su mayoría, suspendido en el agua captada de la niebla.

Dentro de los contaminantes que también se encuentran predominantemente en estado de suspensión, se encuentra el plomo, como se observa en la Tabla 47. Si bien, este elemento posee poco más del 10 por ciento de su concentración total proveniente del suelo de lomas, la alta proporción de plomo en estado de suspensión puede asociarse al material particulado producto de la contaminación atmosférica en Lima.

Tabla 47: Características de los componentes químicos del agua de niebla de las Lomas de Villa María durante la estación húmeda del 2015, según su fracción suspendida y fracción disuelta

Parámetros	Características según su fracción suspendida y fracción disuelta
Al, Fe, Pb, Ti	Más del 80% de su composición, por lo general, en suspensión
Mn, Se, Sn	Fracción disuelta y suspendida equiparada en ocasiones, pero por lo general, es mayor la fracción disuelta
As, B, Ba, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Ni, Sb, Sr, Tl, U, V, W, Zn	Fracción disuelta predominante, pero con menos del 80% de la concentración total
El resto de aniones y cationes	Más del 80% de su composición, por lo general, en disolución

FUENTE: Elaboración propia

Como cuarto paso, se analizan los resultados de las correlaciones entre componentes químicos del agua de niebla, según la Tabla 41 y el Anexo 16. Para esto, se analizó cada fuente que contribuye con componentes químicos al agua de niebla, y se escogieron los parámetros, elementos y compuestos químicos que tienen una alta correlación con el elemento o los elementos de referencia asociados a cada fuente, ya sea por referencia bibliográfica, o determinados en la Tabla 45 y en la Tabla 46.

Para el caso de las fuentes marinas, el sodio fue considerado el elemento de referencia de este tipo de fuente, según Watanabe et al. (2010); de modo que, todo aquel componente químico que tenga un alto coeficiente de correlación con el sodio, se le considerará como componente químico asociado a fuentes marinas. Un alto coeficiente de correlación será aquel coeficiente mayor a 0,70 (Safai et al., 2004).

En la Tabla 48, se analiza todos los grupos obtenidos de las correlaciones realizadas en la Tabla 41 que incluyan al sodio. De los grupos seleccionados, se señalan los elementos o compuestos químicos que se repiten en todos los grupos, o aquellos que están presente en al menos un grupo por mes, o aquellos que están presentes en algunos meses, pero que en otros meses no figuran por estar por debajo del límite de detección.

Tabla 48: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a fuentes marinas, durante la estación húmeda del 2015

Todos los grupos	Na T	Na D	HCO ₃ ⁻ ss	Cl ⁻ ss	NO ₃ ⁻ ss	SO ₄ ²⁻ ss	NO ₂ ⁻ ss	Na ss	Mg ss	K ss	Ca ss	
	Sr ss	SiO ₂ ss	Al ss	Ba ss	Cu ss	Fe ss	Mn ss	Pb ss	S ss	Zn ss		
Al menos un grupo por mes	CE (μS/cm)	Cl T	Mg T	F ⁻ D	Cl D	Mg D	Sr D	F ss				
En los anteriores, pero que no se ha analizado por LD	STD (mg/L)	Li T	As T	B T	Tl T	Li D	B D	Se D	Tl D	Li ss	As ss	Cd ss
	Ce ss	Co ss	Cr ss	Mo ss	Ni ss	Se ss	Sn ss	Tl ss	U ss	V ss	W ss	

FUENTE: Elaboración propia

De la Tabla 48, se observa que el cloruro, magnesio y fluoruro, en sus concentraciones totales, se relacionan en al menos un grupo por mes con el sodio; de modo que, estos elementos se relacionan directamente con las partículas procedentes de fuentes marinas. No obstante, se observó previamente que las mayores concentraciones de fluoruro en el agua de niebla provienen de la fábrica de la compañía UNACEM, y esto se explica pues, si bien existe una alta correlación entre el flúor y el sodio, no necesariamente implica que la mayor parte de la concentración de flúor esté relacionada con el sodio, y por ende, provenga de fuentes marinas.

En el análisis no se están considerando las fracciones de los componentes químicos procedentes de fuentes marinas (X ss), debido a que, por su propia definición, ya están asociados a fuentes marinas.

Otro elemento que puede estar asociado a fuentes marinas es el arsénico en concentraciones totales, aunque no aparezcan en todos los meses debido a que en alguno no superan el

respectivo límite de detección. Sin embargo, en el caso del arsénico, la mayor parte proviene de fuentes antrópicas, como se ha visto; así que nuevamente, si bien existe una alta correlación, no necesariamente implica que la mayor parte de la concentración de estos elementos este relacionada con el sodio, y por ende, provengan de fuentes marinas.

Para el caso de los componentes químicos provenientes del suelo del ecosistema de lomas, el titanio fue considerado el elemento de referencia de este tipo de fuente; de modo que, todo aquel componente químico que tenga un alto coeficiente de correlación con el titanio, se le considerará como componente químico asociado al suelo del ecosistema de lomas.

En la Tabla 49, se analiza todos los grupos obtenidos de las correlaciones realizadas en la Tabla 41, que incluyan al titanio. De los grupos seleccionados, se señalan los elementos o compuestos químicos que se repiten en todos los grupos, o aquellos que están presente en al menos un grupo por mes, o aquellos que están presentes en algunos meses, pero que en otros meses no figuran por estar por debajo del límite de detección

Tabla 49: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados al suelo del ecosistema de lomas, durante la estación húmeda del 2015

Todos los grupos	Al T	Fe T	Ti T											
Al menos un grupo por mes	Mg sp	K sp	SiO ₂ sp	Al sp	Ba sp	Cu sp	Fe sp	Mn sp	Pb sp	Ti sp				
En los anteriores, pero que no sea analizado por LD	Ce T	Li sp	As sp	Cd sp	Co sp	Mo sp	Ni sp	Sb sp	Tl sp	V sp	Zn sp	Al int	Ce int	

FUENTE: Elaboración propia

Del la Tabla 49, se observa que el aluminio y hierro, en sus concentraciones totales, se relacionan en todos los grupos de todos los meses con el titanio, de modo que, estos elementos se relacionan directamente con las partículas procedentes del suelo del ecosistema de lomas.

Esto último corrobora lo mencionado anteriormente sobre el aluminio y hierro como procedentes mayormente del suelo del ecosistema de lomas. En el análisis no se están considerando las fracciones de los componentes químicos procedentes del suelo del ecosistema de lomas (X sp), debido a que, por su propia definición, ya están asociados al suelo del ecosistema de lomas.

Para el caso de los componentes químicos provenientes de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, de la Tabla 45 se tuvo que tanto el arsénico, como el flúor, nitrato y sulfato provenían mayormente de esta fuente contaminante. De modo que, todo aquel componente químico que tenga un alto coeficiente de correlación con el arsénico, flúor, nitrato y sulfato, se le considerará como componente químico asociado a la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.

En la Tabla 50, se analiza todos los grupos obtenidos de las correlaciones realizadas en la Tabla 41, que incluyan al arsénico, flúor, nitrato y sulfato. De los grupos seleccionados, se señalan los elementos o compuestos químicos que se repiten en todos los grupos, o aquellos que están presente en al menos un grupo por mes, o aquellos que están presentes en algunos meses, pero que en otros meses no figuran por estar por debajo del límite de detección.

De la Tabla 50, se observa que el calcio y estroncio, en sus concentraciones totales y en sus concentraciones introducidas por fuentes antrópicas (X int), se relacionan en todos los grupos de todos los meses con el arsénico, flúor, nitrato y sulfato; así también, el bicarbonato y el sílice, en sus concentraciones totales, se relacionan en al menos un grupo por mes con el sodio. De modo que estos elementos se relacionan directamente con las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM. Esto último se corrobora al comprobar que la mayoría de la composición de estos componentes químicos proviene de fuentes antrópicas.

Otros elementos que puede estar asociado a la fábrica de cemento de la compañía UNACEM son el cromo y molibdeno en concentraciones totales y en sus concentraciones introducidas por fuentes antrópicas (X int), aunque no aparezca en todos los meses debido a que en alguno no supera el respectivo límite de detección.

Tabla 50: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, durante la estación húmeda del 2015

Todos los grupos	CE ($\mu\text{S/cm}$)	F T	Cl ⁻ T	NO ₃ ⁻ T	SO ₄ ²⁻ T	Mg T	Ca T	Sr T	F D	Cl ⁻ D	NO ₃ ⁻ D	SO ₄ ²⁻ D
	Mg D	Ca D	Sr D	F ⁻ int	NO ₃ ⁻ int	SO ₄ ²⁻ int	Ca int	Sr int				
Al menos un grupo por mes	HCO ₃ ⁻ T	Na T	K T	SiO ₂ T	HCO ₃ ⁻ D	Na D	K D	SiO ₂ D	HCO ₃ ⁻ ss	F ⁻ ss	Cl ss	NO ₃ ⁻ ss
	SO ₄ ²⁻ ss	NO ₂ ⁻ ss	Na ss	Mg ss	K ss	Ca ss	Sr ss	SiO ₂ ss	Al ss	Ba ss	Cu ss	Fe ss
	Mn ss	Pb ss	S ss	Zn ss	HCO ₃ ⁻ int	SiO ₂ int						
En los anteriores, pero que no sea analizado por LD	STD (mg/L)	Li T	As T	B T	Cr T	Mo T	Ni T	Se T	Tl T	U T	V T	W T
	Li D	As D	B D	Cr D	Mo D	Ni D	Se D	Ti D	Tl D	U D	V D	Li ss
	As ss	Cd ss	Ce ss	Co ss	Cr ss	Mo ss	Ni ss	Se ss	Sn ss	Tl ss	U ss	V ss
	W ss	Li int	As int	Cr int	Mo int	Ni int	Se int	U int	V int	W int		

FUENTE: Elaboración propia

De los anteriores elementos trazas mencionados, el arsénico y cromo están presentes en las emisiones de la fabricación de cemento (Ministerio de Medio Ambiente, 2004; Fernández y Hernández, 2008; Consulnima y Oficemen, 2013), lo cual respalda los resultados del análisis de correlaciones.

Para el caso de los componentes químicos provenientes de la contaminación atmosférica de Lima, de la Tabla 46 se tuvo que el plomo provenía mayormente de esta fuente contaminante. Así, todo aquel componente químico que tenga un alto coeficiente de correlación con el plomo, se le considerará como componente químico asociado a la contaminación atmosférica de Lima.

En la Tabla 51, se analiza todos los grupos obtenidos de las correlaciones realizadas en la Tabla 41, que incluyan al plomo. De los grupos seleccionados, se señalan los elementos o compuestos químicos que se repiten en todos los grupos, o aquellos que están presente en al menos un grupo por mes, o aquellos que están presentes en alguno de los meses.

Tabla 51: Análisis de correlaciones de componentes químicos de calidad de agua de niebla de las Lomas de Villa María, asociados a la contaminación atmosférica de Lima, durante la estación húmeda del 2015

Todos los grupos												
Agosto	Zn D	Pb T	Pb D	Zn T	Pb int	Zn int						
Setiembre	Cd T	Pb T	W ss	W sp	Pb int	Zn int	Cd int	Al int	Fe int	U T	Zn T	Cd D
Octubre	Al T	Pb T	Fe T	Ce T	Pb int	Ti T	Cd D	Al int	Ce int	Mg sp	K sp	Ca sp
	Sr sp	Li sp	SiO2 sp	Al sp	As sp	Ba sp	Cd sp	Co sp	Cr sp	Cu sp	Fe sp	Mn sp
	Mo sp	Ni sp	Pb sp	Sb sp	Ti sp	Tl sp	V sp	Zn sp				

FUENTE: Elaboración propia

Se observa que no existen elementos químicos asociados al plomo que tengan altas correlaciones en todos los meses. Esto puede indicar que la contaminación atmosférica de Lima es tan variable que no permite una clara predominancia por algún componente químico. Así, en el mes de agosto, se presenta una asociación con el zinc, en su concentración total como en su concentración introducida por fuentes antrópicas (Zn int); mientras en el mes de setiembre, se asocia al cadmio y zinc, en sus concentraciones totales como en sus concentraciones introducidas por fuentes antrópicas (Cd int y Zn int), y también al aluminio y hierro, en sus concentraciones introducidas por fuentes antrópicas (Al int y Fe int). Finalmente, se observa que, en el mes de octubre, el plomo se asocia a componentes como el aluminio, hierro y titanio, los cuales ya fueron asociados al suelo del ecosistema de lomas; de modo que, esta asociación puede indicar que el plomo, en este mes, está más asociado al suelo del ecosistema de lomas, que a la contaminación atmosférica de Lima.

No se han realizado el análisis de correlaciones para la mala disposición y quema de residuos, así como para emisiones por actividad porcícola, debido a que no se tiene información del tipo y proporción de residuos sólidos existentes en la zona de estudio; de modo que, la composición de los humos generados por la quema de estos residuos tendrá una composición variable, y a la vez, de alcance zonal, debido a que el volumen de quemado no es abundante, como fue observado durante la realización del diagnóstico ambiental de las Lomas de Villa María.

Como quinto paso, se compila todos los resultados realizados en los anteriores análisis, además de la información del Anexo 15, donde se presentan las concentraciones de cada componente químico del agua de niebla, en sus concentraciones provenientes de fuentes marinas, del suelo del ecosistema de lomas y de fuentes antrópicas.

Desde la Tabla 52 hasta la Tabla 72, se priorizan las fuentes aportantes de componentes químicos al agua de niebla, utilizando las siguientes descripciones:

- 1°: Indica que la fuente señalada es la mayor aportante del componente químico al agua de niebla.
- 2°: Indica que la fuente señalada es la segunda mayor aportante del componente químico al agua de niebla.
- 3°: Indica que la fuente señalada es la tercera mayor aportante del componente químico al agua de niebla.
- ND: Indica que el aporte del componente químico por parte de la fuente señalada no está determinado.
- ¿1?: Indica que la fuente señalada puede ser la mayor aportante del componente químico al agua de niebla, dependiendo de otras fuentes cuyo aporte no está determinado. Esto se da porque la fuente señalada no posee más del 50 por ciento del total de la concentración total del componente químico.
- ¿2?: Indica que la fuente señalada puede ser la segunda mayor aportante del componente químico al agua de niebla, dependiendo de otras fuentes cuyo aporte no está determinado. Esto se da porque la fuente señalada no posee más del 25 por ciento del total de la concentración total del componente químico.
- ¿3?: Indica que la fuente señalada puede ser la tercera mayor aportante del componente químico al agua de niebla, dependiendo de otras fuentes cuyo aporte no está determinado. Esto se da porque la fuente señalada no posee más del 10 por ciento del total de la concentración total del componente químico.
- 0: Indica que la fuente señalada no influye significativamente en la concentración del componente químico el agua de niebla.

En la Tabla 52 y en la Tabla 58, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de agosto, para el AA.HH. «12 de junio» (P1), y para la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), ambas ubicadas al sur de la zona de estudio, se muestran resultados similares. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, flúor, nitrato, sulfato, calcio, estroncio, sílice y arsénico al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015; debido a que esta fuente contaminante emite la mayor cantidad de agentes acidificantes en el agua de niebla (nitrato y sulfato), como de agentes neutralizantes (bicarbonatos), en el agua de niebla.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- El mar peruano es la segunda fuente importante que aporta sulfato, calcio, estroncio y arsénico al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta silicio y plomo al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo y zinc al agua de niebla, al sur de las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.

- Existe influencia de fuentes marinas en las concentraciones de potasio encontradas en estas zonas; no obstante, no es posible determinar si son superiores o no a los aportes de potasio al agua de niebla por la quema de residuos de la zona, o por las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM. No es posible determinar la mayor fuente de potasio de las antes mencionadas, pues si bien la principal fuente de potasio en el agua atmosférica es, probablemente, la quema de biomasa (Norman et al., 2001), tanto la quema de residuos de la zona, o las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM implican quema de biomasa, de residuos o de materiales de combustión para el horno.
- Debido a que el aluminio presenta concentraciones significativas diferentes, y tiene una baja correlación frente a las fuentes ya mencionadas (con excepción del suelo del ecosistema de lomas), otro tipo de fuente podría aportar estas concentraciones de aluminio al agua de niebla. Una probable fuente puede ser el arrastre de partículas de suelo en zonas sin cobertura vegetal, ubicadas al exterior del ecosistema de lomas, o en los suelos cuya cobertura vegetal ha sido removida por las invasiones existentes en la zona. Si bien, el suelo sin cobertura vegetal tendría una composición química diferente al suelo superficial del ecosistema de lomas, la alta presencia de aluminio en este último podría corroborar la influencia de la degradación del suelo en el agua de niebla. Esta sería la segunda mayor fuente de aluminio en el agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), y en la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7).
- Existe influencia del suelo del ecosistema de lomas en las concentraciones encontradas de cobre y manganeso en estas zonas; no obstante, debido a su bajo porcentaje respecto a la concentración total de estos metales, probablemente el suelo del ecosistema de lomas sea una menor fuente de estos metales, en comparación con las fuentes antrópicas, como la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, la quema de residuos, la contaminación atmosférica de Lima, entre otros. Esto último no ha sido determinado por falta de información.

En la Tabla 53, Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57 se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de agosto, para el circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2 y P4), la parte alta de las Lomas de Villa María (P5) y el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), respectivamente. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, nitrato, sulfato, calcio y estroncio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015. También es la principal fuente de sílice para las áreas mencionadas, con excepción de la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4).
- A pesar que la fábrica de cemento de la compañía UNACEM emite la mayor cantidad de agentes acidificantes en el agua de niebla (nitrato y sulfato), como de agentes neutralizantes (bicarbonatos), en el agua de niebla; en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) se reportan valores más elevados de pH del agua de niebla que en otras zonas más al sur. Probablemente esto se deba a emisiones de amoníaco proveniente de la actividad porcícola encontrada cerca a esta zona. Sanes (2014) menciona que el NH_3 es un producto gaseoso producido por la crianza de porcinos. Ginés y Mariscal-Sancho (2002) mencionan que, ante la reacción del amoníaco con el agua, se liberan iones hidroxilos. Estos iones podrían alcalinizar el agua de niebla e incrementar su pH, afectando también al agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) por la proximidad a la zona de actividad porcícola.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- El mar peruano es la segunda fuente importante que aporta sulfato y estroncio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015. También es la segunda fuente importante que aporta calcio al agua de niebla en estas zonas, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4).
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015. También es la principal fuente aportante de aluminio al agua de niebla en estas zonas, excepto en

la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5).

- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta sílice al agua de niebla en estas zonas, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4). También es la segunda fuente importante que aporta aluminio al agua de niebla en estas zonas, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6); no obstante, en estos últimos lugares mencionados, el suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta plomo al agua de niebla.
- Probablemente, el suelo del ecosistema de lomas también sea la segunda fuente importante que aporta cobre y manganeso al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de cobre y manganeso al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo y zinc al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- Existe influencia de fuentes marinas en las concentraciones encontradas de potasio en estas zonas; no obstante, no es posible determinar si son superiores o no a los aportes de potasio al agua de niebla por la quema de residuos de la zona, o por las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM. No es posible determinar la mayor fuente de potasio de las antes mencionadas, pues si bien la principal fuente de potasio en el agua atmosférica es, probablemente, la quema de biomasa (Norman et al., 2001), tanto la quema de residuos de la zona, o las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM implican quema de biomasa, de residuos o de materiales de combustión para el horno.
- Debido a que el aluminio presenta concentraciones significativas diferentes, y tiene una baja correlación frente a las fuentes ya mencionadas (con excepción del suelo del ecosistema de lomas), otro tipo de fuente podría aportar estas concentraciones de aluminio al agua de niebla. Una probable fuente puede ser el arrastre de partículas de suelo en zonas sin cobertura vegetal, ubicadas al exterior del ecosistema de lomas, o

en los suelos cuya cobertura vegetal ha sido removida por las invasiones existentes en la zona. Si bien, el suelo sin cobertura vegetal tendría una composición química diferente al suelo superficial del ecosistema de lomas, la alta presencia de aluminio en este último podría corroborar la influencia de la degradación del suelo en el agua de niebla. Esta sería la principal fuente de aluminio en el agua de niebla, en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5). Así también, sería la segunda fuente importante que aporta aluminio al agua de niebla, en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6).

En la Tabla 54, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de agosto, para el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se muestran resultados diferentes a los vistos en otras zonas de ecosistema en este mes. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de silicio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- Debido a que, en esta zona, algunos de los contaminantes del agua de niebla han incrementado sus concentraciones, respecto a las encontradas en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2) que se ubica más al sur, se observa que existe otra fuente de emisiones que afecta localmente al AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), siendo esta, probablemente, la quema de residuos de la zona, o la actividad porcícola ubicada al oeste del ecosistema. Debido a esto, no es posible determinar si es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, la quema de residuos o la actividad porcícola, la mayor responsable de las concentraciones de bicarbonato, fluoruro, nitrato, sulfato, potasio, calcio y estroncio, así como del nivel de pH, al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- El mar peruano es probablemente la segunda fuente importante que aporta sulfato, potasio, calcio y estroncio al agua de niebla, pero no es posible determinar si es

superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.

- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta sílice y plomo al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015. Probablemente el suelo del ecosistema de lomas también sea la segunda fuente importante que aporta cobre y manganeso al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo y zinc al agua de niebla, durante el mes de agosto del 2015.
- Debido a que el aluminio presenta concentraciones significativas diferentes, y tiene una baja correlación frente a las fuentes ya mencionadas (con excepción del suelo del ecosistema de lomas), otro tipo de fuente podría aportar estas concentraciones de aluminio al agua de niebla. Una probable fuente puede ser el arrastre de partículas de suelo en zonas sin cobertura vegetal, ubicadas al exterior del ecosistema de lomas, o en los suelos cuya cobertura vegetal ha sido removida por las invasiones existentes en la zona. Si bien, el suelo sin cobertura vegetal tendría una composición química diferente al suelo superficial del ecosistema de lomas, la alta presencia de aluminio en este último podría corroborar la influencia de la degradación del suelo en el agua de niebla. Esta sería la segunda mayor fuente de aluminio en el agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3).

En resumen, del análisis de determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el mes de agosto del 2015, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, flúor, nitrato, sulfato, calcio, estroncio, sílice y arsénico al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015, salvo en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), donde la quema de residuos y las emisiones por actividad porcícola también influyen considerablemente.
- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015, salvo en la zona oeste del ecosistema, donde las emisiones de la actividad porcícola también influirían considerablemente.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015, salvo en la ladera izquierda del circuito ecoturístico de «Lomas de Paraíso» (P2) y la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), donde el aluminio sería mayormente influenciado por el arrastre de partículas de suelo en zonas sin cobertura vegetal.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo y zinc al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015.

Tabla 52: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

	P1 - AA.HH. «12 de junio»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	0	0
K T	¿1?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	2°	1°	0	0	0
Sr T	2°	3°	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	0	0	2° Suelo sin cobertura vegetal
As T	2°	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	2°	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 53: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

P2 - Ladera Izq. Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T						
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	2°	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	2°	0	0	0	1° Suelo sin cobertura vegetal
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	0	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 54: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

P3 - AA.HH. «Virgen de Chapi»						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	¿1?	ND	ND	¿1? Actividad porcícola
HCO₃⁻ T	0	0	ND	0	ND	0
F⁻ T	0	0	ND	0	ND	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	0	ND	0
SO₄²⁻ T	¿2?	0	ND	0	ND	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Sr T	¿2?	0	ND	0	ND	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	0	0	2° Suelo sin cobertura vegetal
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 55: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

P4 - Parte alta Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	¿1?	ND	ND	¿1? Actividad porcícola
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	ND	ND
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	2°	0	0	1°	0
K T	¿2?	¿3?	ND	0	ND	0
Ca T	0	2°	1°	0	0	0
Sr T	2°	3°	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	1°	2°	0	0	0
Al T	0	1°	0	0	0	2° Suelo sin cobertura vegetal
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 56: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de agosto del 2015

P5 - Parte alta Lomas de Villa María						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	2°	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	3°	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	2°	0	0	0	1° Suelo sin cobertura vegetal
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	ND	ND
Mn T	0	0	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	0	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 57: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

	P6 - AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	0	0	2° Suelo sin cobertura vegetal
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 58: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de agosto del 2015

P7 - Asociación Agroindustrial Llanavilla						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	0	0	2°	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	0	0	2° Suelo sin cobertura vegetal
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cr T	0	0	ND	ND	ND	ND
Cu T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	¿2?	0	ND	ND	ND	ND
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	0	1°	0	0

FUENTE: Elaboración propia

Desde la Tabla 59 hasta la Tabla 65, se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de setiembre del 2015, en las Lomas de Villa María.

En la Tabla 61, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de setiembre, para el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), se muestran resultados diferentes a los existentes en otras zonas de ecosistema en este mes. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de cromo al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- Debido a que, en esta zona, algunos de los contaminantes del agua de niebla han incrementado sus concentraciones, respecto a las encontradas en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2) que se ubica más al sur, se observa que existe otra fuente de emisiones que afecta localmente al AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), siendo esta, probablemente, la quema de residuos de la zona, o la actividad porcícola ubicada al oeste del ecosistema. Debido a esto, no es posible determinar si es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, la quema de residuos o la actividad porcícola, la mayor responsable de las concentraciones de bicarbonato, fluoruro, nitrato, sulfato, potasio, calcio, estroncio, sílice, arsénico y molibdeno, así como del nivel de pH al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- El mar peruano, probablemente, sea la segunda fuente importante que aporta sulfato, potasio, estroncio, y arsénico al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.

- Probablemente el suelo del ecosistema de lomas también sea la segunda fuente importante que aporta sílice, arsénico, cadmio, manganeso y plomo al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- En el caso del cobre, para el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), no presenta correlaciones altas con la fábrica de cemento, ni con la contaminación atmosférica de Lima, ni con el suelo, ni con las fuentes marinas. De modo que, la mayor fuente probable de cobre en el agua de niebla sea la mala disposición y la quema de residuos en el AA.HH. «Virgen de Chapi» y/o en alrededores.

En la Tabla 59, Tabla 60, Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64 y Tabla 65, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de setiembre, en las Lomas de Villa María, salvo en el AA.HH. «Virgen de Chapi», se muestran resultados similares. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, sulfato, calcio, estroncio, sílice, arsénico, cromo y molibdeno al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- En el caso de fluoruro y nitrato en el agua de niebla, estos no tienen altas correlaciones con otros elementos procedentes de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, para este mes, como los antes mencionados. Por esto, no es posible saber si el aporte de nitrato y fluoruro proveniente de la fábrica es superior o no al aporte de nitrato y fluoruro al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015; debido a que esta fuente contaminante emite la mayor cantidad de agentes acidificantes en el agua de niebla (sulfato), como de agentes neutralizantes (bicarbonatos), en el agua de niebla. No obstante, el pH del agua de niebla en la parte alta del circuito

ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4) presenta valores más elevados de pH que en otras zonas más al sur. Probablemente esto se deba a emisiones de amoníaco proveniente de la actividad porcícola encontrada cerca a esta zona, similar al mes de agosto.

- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro y sodio al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015. También es la principal fuente de magnesio para las áreas mencionadas, con excepción del AA.HH. «12 de junio» (P1) y de la Asociación Agroindustrial Llanavilla (P7), donde la principal fuente de magnesio es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
- El mar peruano es la segunda fuente importante que aporta sulfato, estroncio, y arsénico al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015. También es la principal fuente aportante de aluminio al agua de niebla en estas zonas, excepto en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), donde las concentraciones de aluminio introducido por fuentes antrópicas son similares o superiores al aluminio procedente del suelo del ecosistema de lomas; de modo que, otra fuente considerable en estas zonas, además del suelo del ecosistema de lomas, pueden ser el arrastre de partículas de suelo sin cobertura vegetal, o la contaminación atmosférica de Lima, puesto que las concentraciones de aluminio y plomo introducidos por fuentes antrópicas tienen una alta correlación.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta plomo al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla, durante el mes de setiembre del 2015.
- En el caso del cobre, no presenta correlaciones altas con la fábrica de cemento, ni con la contaminación atmosférica de Lima, ni con el suelo, ni con las fuentes marinas.

De modo que, la mayor fuente probable de cobre en el agua de niebla sea la mala disposición y la quema de residuos.

En resumen, del análisis de determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el mes de setiembre del 2015, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, sulfato, calcio, estroncio, sílice, arsénico, cromo y molibdeno al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015, salvo en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), donde la quema de residuos y la actividad porcícola también influyen considerablemente.
- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015, salvo en la zona oeste del ecosistema, donde las emisiones de la actividad porcícola también influirían considerablemente.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015, excepto al sur del ecosistema, donde la principal fuente de magnesio es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015, salvo en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), donde el aluminio sería mayormente influenciado por el arrastre de partículas de suelo en zonas sin cobertura vegetal, o por la contaminación atmosférica de Lima.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015.
- La mala disposición y la quema de residuos es la principal fuente aportante de cobre al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015.

Tabla 59: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

	P1 - AA.HH. «12 de junio»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	2°	0	1°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	0	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 60: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

P2 - Ladera Izq. Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	2°	0	1°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 61: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

	P3 - AA.HH. «Virgen de Chapi»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO ₃ ⁻ T	0	0	ND	0	ND	0
F ⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Cl ⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO ₃ ⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO ₄ ²⁻ T	¿2?	0	ND	0	ND	0
NO ₂ ⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	ND	0	ND	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	ND	0	ND	0
Sr T	¿2?	0	ND	0	ND	0
SiO ₂ T	0	¿2?	ND	0	ND	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	¿2?	¿2?	ND	0	ND	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Ce T	0	0	0	ND	0	ND
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	ND	0	ND	0
Pb T	0	¿2?	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 62: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

P4 - Parte alta Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	¿2?	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	2°	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 63: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de setiembre del 2015

P5 - Parte alta Lomas de Villa María						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	3°	2°	0	0	0
K T	¿2?	¿3?	ND	0	ND	0
Ca T	0	2°	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	2°	0	ND	0	ND
As T	2°	2°	1°	0	0	0
Cd T	0	0	ND	ND	ND	ND
Ce T	0	0	0	ND	0	ND
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	2°	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 64: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

P6 - AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	1°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 65: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de setiembre del 2015

P7 - Asociación Agroindustrial Llanavilla						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	ND
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	2°	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	0	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cr T	0	0	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	1°	0
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Desde la Tabla 66 hasta la Tabla 72, se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de octubre del 2015, en las Lomas de Villa María.

En la Tabla 69, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de octubre, para la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se muestran resultados diferentes a los existentes en otras zonas de ecosistema en este mes. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.
- Debido a que, en esta zona, algunos de los contaminantes del agua de niebla han incrementado sus concentraciones, respecto a las encontradas en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) que se ubica más al sur, se observa que existe otra fuente de emisiones que afecta localmente a la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), siendo esta, probablemente, la quema de residuos de la zona, o la actividad porcícola ubicada al oeste del ecosistema. Debido a esto, no es posible determinar si es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, la quema de residuos o la actividad porcícola, la mayor responsable de las concentraciones de nitrato, sulfato, potasio, calcio, estroncio, sílice, arsénico, cromo, molibdeno, así como del nivel de pH, al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.
- Probablemente, el mar peruano sea la segunda fuente importante que aporta sulfato, potasio, estroncio, y arsénico al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.

- El suelo del ecosistema de lomas es la segunda mayor fuente aportante de plomo al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015. Así también, probablemente, el suelo del ecosistema de lomas también sea la segunda fuente importante que aporta sílice, arsénico, cadmio, cromo, cobre, manganeso y molibdeno al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.

En la Tabla 66, Tabla 67, Tabla 68, Tabla 70, Tabla 71 y Tabla 72, donde se determinan y priorizan las fuentes contaminantes del agua de niebla durante el mes de octubre, en las Lomas de Villa María, salvo en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), se muestran resultados similares. De este modo, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, fluoruro, nitrato, sulfato, calcio, estroncio, arsénico, cromo y molibdeno al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015. También es la principal fuente de sílice para las áreas mencionadas, con excepción de la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), donde predomina la fracción de estos componentes químicos, provenientes del suelo del ecosistema de lomas.
- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015, debido a que esta fuente contaminante emite la mayor cantidad de agentes acidificantes en el agua de niebla (sulfato), como de agentes neutralizantes (bicarbonatos), en el agua de niebla. No obstante, el pH del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), y en AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3) presentan valores más elevados de pH que en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), ubicada más al sur. Probablemente esto se deba a emisiones de amoníaco proveniente de la actividad porcícola encontrada cerca a esta zona, similar a los meses de agosto y setiembre.

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la segunda fuente importante que aporta magnesio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.
- El mar peruano es la segunda fuente importante que aporta sulfato y estroncio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015. Así también, el mar peruano probablemente sea la segunda fuente importante que aporta potasio al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015. También es la principal fuente aportante de sílice al agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5).
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la segunda fuente importante que aporta sílice, cobre, y plomo al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015. Así también, el suelo del ecosistema de lomas probablemente sea la segunda fuente importante que aporta cadmio, cobre y manganeso al agua de niebla, pero no es posible determinar si es superior o no al aporte de estos componentes químicos al agua de niebla por otras fuentes antrópicas.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla, durante el mes de octubre del 2015.

En resumen, del análisis de determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en las Lomas de Villa María, en el mes de octubre del 2015, se tiene que:

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal fuente aportante de bicarbonato, fluoruro, nitrato, sulfato, calcio, estroncio, sílice, arsénico, cromo y molibdeno al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015, salvo en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4),

donde la quema de residuos y la actividad porcícola también influyen considerablemente.

- La fábrica de cemento de la compañía UNACEM es la principal responsable de las variaciones del pH en el agua de niebla las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015, salvo en la zona oeste del ecosistema, donde las emisiones de la actividad porcícola también influirían considerablemente.
- El mar peruano es la principal fuente aportante de cloruro, sodio y magnesio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.
- El suelo del ecosistema de Lomas de Villa María es la principal fuente aportante de aluminio, hierro y titanio al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.
- La contaminación atmosférica de Lima es la principal fuente aportante de plomo al agua de niebla en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015.

Tabla 66: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «12 de junio» (P1), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

	P1 - AA.HH. «12 de junio»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	ND	ND
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	2°	1°	0	0	0
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	¿2?	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 67: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la ladera izquierda del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P2), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

P2 - Ladera Izq. Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cd T	0	0	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	ND	0	ND
Mn T	0	0	ND	ND	ND	ND
Mo T	2°	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 68: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Virgen de Chapi» (P3), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

P3 - AA.HH. «Virgen de Chapi»						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	2°	1°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	2°	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	0	2°	1°	0	0	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	¿2?	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	2°	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 69: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta del circuito ecoturístico «Lomas de Paraíso» (P4), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

P4 - Parte alta Lomas de Paraíso						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	ND	0	ND	0
SO₄²⁻ T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	ND	0	ND	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	0	0	ND	0	ND	0
Sr T	¿2?	0	ND	0	ND	0
SiO₂ T	0	¿2?	ND	0	ND	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	¿2?	¿2?	ND	0	ND	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	¿2?	ND	0	ND	0
Cu T	0	¿2?	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	¿2?	ND	0	ND	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 70: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la parte alta de las Lomas de Villa María (P5), durante el mes de octubre del 2015

P5 - Parte alta Lomas de Villa María						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	2°	3°	0	0	0
K T	¿2?	¿2?	ND	0	ND	0
Ca T	0	2°	1°	0	0	0
Sr T	2°	2°	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	1°	0	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	0	2°	1°	0	0	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	¿2?	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	0	2°	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 71: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en el AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico» (P6), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

	P6 - AA.HH. «Villa Lourdes Ecológico»					
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	0	0	ND	ND	ND	ND
HCO ₃ ⁻ T	0	0	1°	0	0	0
F ⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl ⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO ₃ ⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO ₄ ²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO ₂ ⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO ₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	2°	1°	0	0	0
Cd T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	0	0	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	0	ND	ND	ND	ND
Mo T	2°	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	0	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 72: Determinación y priorización de fuentes contaminantes del agua de niebla en la Asociación Agroindustrial Llanavilla - ASALL (P7), en las Lomas de Villa María, durante el mes de octubre del 2015

P7 - Asociación Agroindustrial Llanavilla						
	Fuentes marinas	Suelo de lomas	UNACEM	Contaminación del aire de Lima	Quema de residuos	Otros
pH	ND	0	1°	ND	ND	0
HCO₃⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
F⁻ T	0	0	1°	0	0	0
Cl⁻ T	1°	0	0	0	0	0
NO₃⁻ T	0	0	1°	0	0	0
SO₄²⁻ T	2°	0	1°	0	0	0
NO₂⁻ T	0	0	ND	ND	ND	0
Na T	1°	0	0	0	0	0
Mg T	1°	0	2°	0	0	0
K T	¿2?	0	ND	0	ND	0
Ca T	2°	0	1°	0	0	0
Sr T	2°	0	1°	0	0	0
SiO₂ T	0	2°	1°	0	0	0
Al T	0	1°	0	ND	0	ND
As T	2°	0	1°	0	0	0
Cr T	0	2°	1°	0	0	0
Cu T	¿2?	0	0	0	ND	ND
Fe T	0	1°	0	0	0	0
Mn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND
Mo T	2°	0	1°	0	0	0
Pb T	0	2°	0	1°	0	0
Ti T	0	1°	0	0	0	0
Zn T	0	¿2?	ND	ND	ND	ND

FUENTE: Elaboración propia

De los tres meses evaluados, se encuentran muchas similitudes respecto a la determinación de las principales fuentes de los componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María. En el caso del arsénico y otros elementos químicos que no han presentado correlaciones en todos los meses, debido a que en muchas zonas no se superaba el límite de detección, se evalúa el comportamiento presentado en los otros meses.

De esta manera, se presenta en la Tabla 73, a los componentes químicos del agua de niebla que fueron categorizados como contaminantes del agua de niebla, al presentar al menos en un mes, concentraciones por encima de lo estipulado en los Estándares Nacionales de

Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1, y/o, para la categoría 3, subcategorías D1 y D2. Junto a estos contaminantes, se muestra la principal fuente de procedencia de estos contaminantes según el análisis realizado anteriormente. Cabe mencionar que todos los contaminantes presentados en la Tabla 73 rebasan, de la mencionada normativa, el valor indicado para la categoría 1, subcategoría A1, Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, con excepción del fluoruro, el cual rebasa lo indicado en la misma normativa, pero para la categoría 3, subcategoría D1, riego de vegetales. Los valores de pH, en algunos casos, incumplen con la categoría 1, subcategoría A1, así como con la categoría 3, subcategorías D1 y D2.

Tabla 73: Determinación de contaminantes del agua de niebla en la zona de estudio y sus respectivas fuentes contaminantes principales, durante la estación húmeda del 2015

Contaminante del agua de niebla	Principal fuente
pH	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM y granja porcina al oeste de las Lomas de Villa María.
Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM y el mar peruano.
As, F ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
Al, Fe	Suelo del ecosistema de Lomas de Villa María.
NO ₂ ⁻	Proviene de fuentes antrópicas. No se ha podido identificarlas.
Cl ⁻	Mar peruano.
Pb	Contaminación atmosférica de Lima Metropolitana.

FUENTE: Elaboración propia

Sin embargo, es necesario recordar que la Asociación Agroindustrial «Llanavilla» (P7), si bien se encuentra dentro de la zona de estudio, no se encuentra dentro de los límites del ecosistema de Lomas de Villa María, de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI. Debido a esto, para determinar contaminantes en las Lomas de Villa María, de la Tabla 73 no se deben considerar a aquellos componentes químicos que solo superan los estándares de calidad ambiental en Asociación Agroindustrial «Llanavilla» y no lo superan en otra zona dentro del ecosistema. Por este motivo, no se consideran de la anterior tabla al fluoruro, nitrato, sulfato, cloruro, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos. No obstante, es necesario resaltar que la comunidad que vive en la Asociación Agroindustrial

«Llanavilla» y en alrededores están expuestos a estos contaminantes presentes en el aire y en el agua de la niebla, emitidos por la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, con excepción del cloruro, que proviene de fuentes marinas.

Haciendo las respectivas depuraciones, se presenta en la Tabla 74, a los componentes químicos del agua de niebla dentro de las Lomas de Villa María que fueron categorizados como contaminantes del agua de niebla, al presentar al menos en un mes, concentraciones por encima de lo estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1; así como para la categoría 3, subcategorías D1 y D2, e incluyendo al pH, el cual muestra valores fuera del rango estipulado. Así también, se muestran las principales fuentes de procedencia de estos contaminantes.

Tabla 74: Determinación de contaminantes del agua de niebla en las Lomas de Villa María y sus respectivas fuentes contaminantes principales, durante la estación húmeda del 2015

Contaminante del agua de niebla	Principal fuente
pH	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM y granja porcina al oeste de las Lomas de Villa María.
As	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
Al, Fe	Suelo del ecosistema de Lomas de Villa María.
NO ₂ ⁻	Proviene de fuentes antrópicas. No se ha podido identificarlas.
Pb	Contaminación atmosférica de Lima Metropolitana.

FUENTE: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 75, se presentan los componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María, con sus respectivas fuentes aportantes. En esta tabla se consideran tanto los componentes químicos categorizados como contaminantes, como aquellos que no han sido categorizados como contaminantes, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1, y/o, para la categoría 3, subcategorías D1 y D2.

Tabla 75: Determinación de componentes químicos del agua de niebla en las Lomas de Villa María y sus respectivas fuentes aportantes principales, durante la estación húmeda del 2015

Componente químico del agua de niebla	Principal fuente
HCO ₃ ⁻ , F ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Ca, Sr, Li, SiO ₂ , As, Cr, Mo	Fábrica de cemento de la compañía UNACEM.
Na, Mg, Cl ⁻	Mar peruano.
Al, Fe, Ti	Suelo del ecosistema de Lomas de Villa María.
Pb	Contaminación atmosférica de Lima Metropolitana.

FUENTE: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 75, los elementos y compuestos químicos mayoritarios del agua de niebla proceden, en su mayoría, de las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM (HCO₃⁻, F⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Ca, Sr), y del mar peruano (Na, Mg, Cl⁻). Es por esta razón que en la Tabla 73, se afirma que los elevados valores de conductividad eléctrica y sólidos totales en el agua de niebla, tienen como principales responsables a las emisiones de la fábrica de cemento de la compañía UNACEM y del mar peruano.

V. CONCLUSIONES

1. La calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María varía en el espacio; de modo que, en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, los elementos y compuestos químicos HCO_3^- , F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na, Mg, Ca, Sr, Li, SiO_2 , As, Cr y Mo presentan sus mayores concentraciones en el agua de niebla hacia el sur del ecosistema, y van reduciéndose a medida que la niebla se desplaza al norte del ecosistema de Lomas de Villa María, mientras que otros elementos químicos presentes en el agua de niebla no presentan una tendencia definida de variación espacial en las Lomas de Villa María.
2. La calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María varía en el tiempo; de modo que, en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2015, las máximas y mínimas concentraciones cada uno de los elementos y compuestos químicos presentes en el agua de niebla se alternan entre estos meses, y varían también, según la localización del análisis de la calidad del agua de niebla dentro de las Lomas de Villa María.
3. Tras el diagnóstico ambiental de las Lomas de Villa María, se determina que este ecosistema presenta una atmósfera sobresaturada de humedad en varios días durante el invierno, con el cual se abastece de agua la flora existente en el ecosistema, captando el agua de la niebla en diferentes partes de su estructura externa; de este modo, el ecosistema de Lomas de Villa María posee un gran potencial de captación de agua de niebla, el cual es comprometido por fuentes de contaminación atmosféricas, tanto fuera del ecosistema, por la contaminación atmosférica de Lima Metropolitana o por las emisiones de la fábrica de la compañía UNACEM, de donde provienen flujos de aire que ingresan a las lomas por su periferia, como de fuentes contaminantes dentro del ecosistema, como residuos mal dispuestos y quemados por las comunidades que viven dentro de las lomas, como por la emisión y generación de residuos de granjas porcinas dentro del ecosistema, así como la degradación del suelo por la presencia de trochas carrozables e invasiones, las cuales ya han removido

el 67.45 hectáreas de cobertura vegetal propia del ecosistema de Lomas de Villa María.

4. Según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1, y para la categoría 3, subcategorías D1 y D2, el agua de niebla en las Lomas de Villa María presenta contaminación por valores de pH menores al límite inferior en el mes de agosto, y por valores de pH mayores al límite superior en el mes de setiembre. Además, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM, para la categoría 1, subcategoría A1, en al menos un mes durante la realización del estudio, las concentraciones en el agua de niebla de arsénico, nitrito, aluminio, hierro y plomo superaron los niveles establecidos por la mencionada normativa.
5. La principal fuente de contaminación del agua de niebla en las Lomas de Villa María por arsénico es la fábrica de cemento de la compañía UNACEM, mientras que la principal fuente de contaminación del agua de niebla por aluminio y hierro es el arrastre de partículas del suelo del ecosistema de Lomas de Villa María. Por otro lado, la principal fuente de contaminación del agua de niebla por plomo es la contaminación atmosférica de Lima Metropolitana; mientras que, los valores de pH fuera de los límites establecidos en la normativa señalada se deben a las emisiones procedentes de fábrica de cemento de la compañía UNACEM, así como a las emisiones de la granja porcina ubicada al oeste de las Lomas de Villa María. Finalmente, no se ha podido determinar la principal fuente de nitrito existente en el agua de niebla de las Lomas de Villa María.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones permanentes de captación de agua de niebla en las zonas cercanas a las comunidades que viven en la periferia del ecosistema de Lomas de Villa María, con el fin de calcular el rendimiento de captación de agua de niebla y proyectar la captación de agua de niebla para fines agropecuarios o domésticos, donde estos últimos no impliquen el consumo humano.
2. Incorporar al amoniaco a los parámetros de calidad de agua de niebla a evaluar, para considerar posibles fuentes aportantes de alcalinidad al agua de niebla.
3. Realizar análisis microbiológicos al agua de niebla captada, puesto que influyen en la calidad del agua captada de la niebla. Además, se recomienda analizar el tiempo, desde la puesta del atrapanieblas, en el cual se incorporan microorganismos en la malla, en las canaletas, al interior de las tuberías y/o en los contenedores, para afectar finalmente a la calidad del agua de niebla, con el fin de obtener frecuencias óptimas de limpieza de los atrapanieblas.
4. Analizar la viabilidad económica de captación de agua de niebla en las diferentes comunidades cercanas a las Lomas de Villa María, para fines agropecuarios o domésticos, donde estos últimos no impliquen el consumo humano.
5. Replicar este tipo de estudios en los diferentes ecosistemas de lomas costeras y ecosistemas con presencia de nieblas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adzuhata, T; Okamura, T; Inotsume, J; Kikuchi, R; Ozeki, T; Kajikawa, M; Ogawa, N. 2001. Chemical characterization of acid fog and rain in Northern Japan using back trajectory and oblique rotational factor analysis (en línea). *Atmospheric Environment* 38: 4215-4222. Consultado 11 set. 2016. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1013812613373>
- Ali, K; Momin, GA; Tiwari, S; Safai, PD; Chate, DM; Rao, PSP. 2004. Fog and precipitation chemistry at Delhi, North India (en línea). *Water, Air, and Soil Pollution* 130: 337-342. Consultado 11 set. 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231004002481>
- Alimón e.V., DE. 2009? Desierto Verde. Vinculando objetivos ecológicos con intereses económicos en las lomas costeras de Perú (en línea). Aachen, DE. Consultado 11 nov. 2014. Disponible en <http://www.Alimon.org/10.html>
- Al-Khashman, OA. 2009. Chemical characteristics of rainwater collected at a western site of Jordan (en línea). *Atmospheric Research* 91: 53-61. Consultado 30 set. 2016. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0169809508001294/1-s2.0-S0169809508001294-main.pdf?_tid=0fa7172a-89be-11e6-bb09-00000aacb360&acdnat=1475536188_4624b19da178e3f91712e1a6396a04b8
- Àvila, A. 1999. Las lluvias de barro y el transporte y deposición de material sahariano sobre el nordeste de la península Ibérica (en línea). *Orsis* 14: 105-127. Consultado 30 set. 2016. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/orsis/02134039v14/02134039v14p105.pdf>
- Beiderwieden, E; Wrzesinsky, T; Klemm, O. 2005. Chemical characterization of fog and rain water collected at the eastern Andes cordillera. Institute for Landscape Ecology, University of Münster, Münster, AL.
- Black, G. 2011. Life and death in a dry land (en línea). *OnEarth* 32(4):28-42. Consultado 12 dic. 2014. Disponible en http://issuu.com/onearth/docs/wntr11_issuepdf_optimized

- Błaś, M; Sobik, M; Quiel, F; Netzel, P. 2002. Temporal and spatial variations of fog in the Western Sudety Mts., Poland (en línea). *Atmospheric Research* 64: 19-28. Consultado 30 set. 2016. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/232387800_Temporal_and_spatial_variations_of_fog_in_the_Western_Sudety_Mts_Poland
- _____; Polkowska, Ż; Sobik, M; Klimaszewska, K; Nowiński, K; Namieśnik, J. 2010. Fog water chemical composition in different geographic regions of Poland (en línea). *Atmospheric Research* 95: 455–469. Consultado 25 set. 2016.
Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809509003287>
- Bridges, KS; Jickells, TD; Davies, TD; Zeman, Z; Hunova, I. 2002. Aerosol, precipitation and cloud water chemistry observations on the Czech Krusne Hory plateau adjacent to a heavily industrialised valley (en línea). *Atmospheric Environment* 36: 353-360. Consultado 12 set. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231001003880>
- Calle, V; Unsihuay Tovar, F. 2012. *Teoría – Meteorología General*. La Molina, Lima, PE. UNALM. 143 p.
- Canziani, C. 2002. Las Lomas de Atiquipa: un caso de paisaje cultural en la costa sur del Perú. *Paisajes Culturales en los Andes* (En línea). Ed. E Mujica. Lima, PE. UNESCO. Centro del Patrimonio Mundial. p. 159-177. Consultado 16 set. 2016.
Disponible en:
<http://www.condesan.org/unesco/Cap%2015%20Canziani%20atiquipa.pdf>
- Casas, MC; Alarcón, M. 1999. *Meteorología y clima*. Barcelona, ES. Universitat Politècnica de Catalunya. 162 p.
- Cementos Lima S.A.A. PE. 2011. *Reporte de sostenibilidad 2011* (en línea). Lima, PE. 132 pp. Consultado 10 ago. 2014. Disponible en:
<http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/cl-reporte-2011.pdf>
- Cereceda, P; Schemenauer, RS; Suit, M. 1993. Producción de agua de nieblas costeras en Perú (en línea). *Alisios* 3: 63-74. Consultado 25 set. 2016. Disponible en: <http://www.fogquest.org/wp-content/uploads/2012/11/Peru-Alisios-1993.pdf>
- Chipana, J. 2013. *Agricultura & minería en una zona ecológica de Lima: las Lomas de Atocongo (1912 - 1942)*. Lima, PE. Instituto ICHSMA. 167 p.
- Clark, KL; Nadkarnit, NM; Schaefer, D; Giiolz, HL. 1997. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde,

- Costa Rica (en línea). *Journal of Tropical Ecology* 14: 1-19. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en: http://academic.evergreen.edu/n/nadkarnn/cv/pdfs_science/atmospheric_deposition_journal_of_tropical_ecology_1997.pdf
- Collett Junior, JL; Bator, A; Sherman, DE; Moore, KF; Hoag, KJ; Demoz, BB; Rao, X; Reilly, JE. 2002. The chemical composition of fogs and intercepted clouds in the United States (en línea). *Atmospheric Research* 64: 29-40. Consultado 22 ago. 2016. Disponible en: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileID/14528
 - Consulnima; Oficemen. 2012. Guía de Métodos de medición y Factores de emisión del sector cementero en España (en línea). España. 124 p. Consultado 16 abr. 2017. Disponible en: <http://www.prtr-es.es/Data/images/GuiaMetodosMedicionyFEdiciembre2013.pdf>
 - Curso Internacional de Hidrogeoquímica Ambiental (2015, Lima, PE). 2015. A Cardona. Lima, PE.
 - Draxler, RR; Hess GD. 1998. An Overview of the HYSPLIT_4 Modelling System for Trajectories, Dispersion, and Deposition (en línea). *Australian Meteorological Magazine* 47: 295-308. Consultado 15 set. 2016. Disponible en: <http://www.arl.noaa.gov/documents/reports/MetMag.pdf>
 - Economopoulos, AP. 2002. Evaluación de fuentes de contaminación del aire. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Consultado 15 abr. 2017.
 - Eugster, W. 2008. Fog Research (en línea). *DIE ERDE* 139:1-10. Consultado 10 ago. 2016. Disponible en <http://homepage.usys.ethz.ch/eugsterw/publications/fog/01-Eugster-001-010.pdf>
 - Escobar, C. 2012. El cielo. *Revista Somos*: 27-28. Fecha: 4 de agosto del 2012
 - Feng, G; Sharratt, B; Wendling, L. 2011. Fine Particle Emission Potential from Loam Soils in a Semiarid Region (en línea). *Soil Science Society of America Journal* 75(6): 2262-2270. Consultado 29 abr. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275730729_Fine_Particle_Emission_Potential_from_Loam_Soils_in_a_Semiarid_Region
 - Fenn, ME; Poth, MA; Schilling, SL; Grainger, DB. 2000. Throughfall and fog deposition of nitrogen and sulfur at an N-limited and N-saturated site in the San

- Bernardino Mountains, southern California (en línea). *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1476-1488. Consultado 10 jul. 2016. Disponible en:
<http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/24292>
- Fernández, BA; Hernández, KA. 2008. Diagnóstico de la industria del cemento en Colombia y evaluación de alternativas tecnológicas para el cumplimiento de la norma de emisión de fuentes fijas (en línea). Tesis Ing. Amb. Bogotá, CO. Universidad de La Salle. 154 p. Consultado 16 abr. 2017. Disponible en:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/13962/T41.08%20F391d.pdf?sequence=1>
 - Fessehaye, M; Abdul-Wahab, SA; Savage, MJ; Kohler, T; Gherezghiher, T; Hurni, H. 2014. Fog water collection for community use (en línea). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29:52-62. Consultado 10 jul. 2014. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113006035#>
 - Ficklin, WH; Mosier, EL. 1999. Field Methods for Sampling and Analysis of Environmental Samples for Unstable and Selected Stable Constituents. In *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part A.: Society of Economic Geologists. Reviews in Economic Geology* 6A: 249-264. Consultado 30 abr. 2017.
 - Fisak, J; Tesar, M; Rezacova, D; Elias, V; Weignerova, V; Fottova, D. 2002. Pollutant concentrations in fog and low cloud water at selected sites of the Czech Republic (en línea). *Atmospheric Research* 64: 75-87. Consultado 13 set. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809502000819>
 - Foro «Agua y Biodiversidad» (2013, Lima, PE). 2013. Gestión del agua y biodiversidad en lomas. Reserva Nacional de Lachay. D Claros. Memorias. (correo electrónico). Lima, PE.
 - Furey, SG. 1998. Fogwater harvesting for community water supply (en línea). Bedfordshire, Reino Unido. Cranfield University. 43 p. Consultado 9 mar. 2015. Disponible en:
https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/4727/3/Fog_Harvesting-Silsoe-1998.pdf
 - García, R; Miyashiro, J; Orejón, C; Pizarro, F. 2014. Crecimiento urbano, cambio climático y ecosistemas frágiles: el caso de las lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur. In *Perú Hoy. Cambio Climático. Poder, discursos y prácticas* (en línea).

Lima, PE. Desco. 330 p. Consultado 27 set. 2016. Disponible en:

https://issuu.com/hansmejiaguerrero/docs/cambio_climatico_phdic14_vf

- Ginés, I; Mariscal-Sancho, I. 2002. Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo (en línea). Fertiberia S.A, 2002: 1-9. Consultado 17 abr. 2017. Disponible en: http://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf
- Gioda, A; Espejo, E; Acosta, A. 1993. Fog Collectors in Tropical Areas (en línea). In Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evaporation (1993, Bratislava, SK). 3:273-278. Consultado 10 jun. 2016. Disponible en: <http://rexresearch.com/fog/fog-collector.pdf>
- González, SM; Torres, J. 2009. Gestión ambiental de las tierras secas del sur del Perú: cosecha del agua de neblinas en lomas de Atiquipa (en línea). Ingeniería Hidráulica y Ambiental 3(3): 34-38. Consultado 13 set. 2016. Disponible en: <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/70>
- Gundel, LA; Benner, WH; Hansen, ADA. 1994. Chemical composition of fog water and Interstitial aerosol in Berkeley, California (en línea). Atmospheric Environment 28(16): 2715-2725. Consultado 13 set. 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/135223109490443X>
- Hainly, RA; Ritter, JR. 1986. Areal and temporal variability of selected water-quality characteristics in two hydrologic-benchmark basins in the northeastern United States (en línea). Pennsylvania, US. USGS. 22 p. Consultado 30 set. 2016. Disponible en: <http://pubs.usgs.gov/wri/1985/4025/report.pdf>
- Hara, H; Kitamura, M; Mori, A; Noguchi, I; Ohizumi, T; Seto, S; Takeuchi, T; Deguchi, T. 1995. Precipitation chemistry in Japan 1989-1993 (en línea). Water, Air and Soil Pollution 85: 2307-2312. Consultado 13 set. 2016. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01186178>
- Kimre, Inc., US. 2008. Kimre (en línea). Florida, US. Consultado el 4 jun. 2016. Disponible en: http://kimre.com/products/tower_packing.html
- Klemm, O; Schemenauer, RS; Lummerich, A; Cereceda, P; Marzol, V; Corell, D; Heerden, J van; Reinhard, D; Gherezghiher, T; Olivier, J; Osses, P; Sarsour, J; Frost, E; Estrela, MJ; Valiente, JA; Fessehay, GM. 2012. Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives (en línea). AMBIO 41: 221-234. Consultado 30 set. 2016. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s13280-012-0247-8>

- Kulshrestha, MJ; Sekar, R; Krishna, D; Hazarika, AK; Dey, NC; Rao, PG. 2005. Deposition fluxes of chemical components of fog water at a rural site in north-east India. Institute of Chemical Technology, Hyderabad, India
- Kulshrestha, U; Kumar, B. 2014. Airmass Trajectories and Long Range Transport of Pollutants: review of Wet Deposition Scenario in South Asia (en línea). *Advances in Meteorology* Vol 2014: 1-14. Consultado 25 set. 2016. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amete/2014/596041/>
- La República. 2016. Lima es la segunda capital más contaminada de América Latina (en línea). Fecha: 13 de Mayo de 2016. Disponible en: <http://larepublica.pe/sociedad/767293-lima-es-la-segunda-capital-mas-contaminada-de-america-latina>
- Lekouch, I; Kabbachi, B; Milimouk-Melnytchouk, I, Muselli, M; Beysens, D. 2010. Influence of temporal variations and climatic conditions on the physical and chemical characteristics of dew and rain in South-West Morocco (en línea). In 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew (2010, Münster, DE). (4p). Consultado 10 jun. 2016. Disponible en <http://meetingorganizer.copernicus.org/FOGDEW2010/FOGDEW2010-27-2.pdf>
- Lenntech, NL. 1998a? Strontium - Sr (en línea). Rotterdamseweg, NL. Consultado 1 may. 2017. Disponible en: <http://www.lenntech.com/periodic/elements/sr.htm>
- _____, NL. 1998b? Titanium - Ti (en línea). Rotterdamseweg, NL. Consultado 1 may. 2017. Disponible en: <http://www.lenntech.com/periodic/elements/ti.htm>
- Manrique, R; Ferrari, C; Pezzi, G. 2010. The influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) on fog oases along the Peruvian and Chilean coastal deserts (en línea). In 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew (2010, Münster, DE). (4p). Consultado 10 jun. 2016. Disponible en <http://meetingorganizer.copernicus.org/FOGDEW2010/FOGDEW2010-75.pdf>
- Milhaud, J. 1975. On the formation of CH_4^+ , CH_3^+ , CH_2^+ , CH^+ and C^+ secondary ions in methane. *International Journal of Mass Spectrometry and Ion Physics* 16(3): 327-337. Consultado 14 abr. 2017. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0020738175870306>
- Millet, M; Sanusi, A; Wortham, Y. 1996. Chemical composition of fogwater in an urban area: Strasbourg (France) (en línea). *Environmental Pollution* 94(3): 345-354. Consultado 27 set. 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749196000644>

- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2013. Guía de Flora de las Lomas Costeras de Lima. Lima, PE. 98 p. Consultado 04 may 2014.
- MINAM, UP - Centro de Investigación (Ministerio del Ambiente, Universidad del Pacífico - Centro de Investigación). 2012. La evaluación de necesidades tecnológicas ante el cambio climático. Informe final sobre tecnologías en adaptación (en línea). Perú. 279 p. Consultado 14 set. 2016. Disponible en: http://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/TNR_CRE/e9067c6e3b97459989b2196f12155ad5/3566fee0705e40dbac1cd33076536323.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente. 2004. Guía de mejoras técnicas disponibles en España de fabricación de cemento (en línea). Catalunya, ES. Centro de Publicaciones Secretaría Técnica General Ministerio de Medio Ambiente. 127 p. Consultado 16 abr. 2017. Disponible en: <http://www.prtr-es.es/data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Sector%20Cemento-BA18C5917BE0DC9D.pdf>
- MML (Municipalidad Metropolitana de Lima, PE). 2014. Estructura ecológica en Lima (en línea). Lima, PE. Consultado 15 may. 2014. Disponible en <http://www.mml.pe/ambiente/observatorio/indicadores/extension-de-ecosistemas-naturales/>
- Mohan, M; Payra, S. 2009. Influence of aerosol spectrum and air pollutants on fog formation in urban environment of megacity Delhi, India. (en línea). Environmental Monitoring and Assessment 151: 265-277. Consultado el 21 abr. 2016. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10661-008-0268-8>
- Molina, JM; Escobar, CM. 2008. Fog collection variability in the Andean Mountain Range of Southern Colombia. (en línea). DIE ERDE 139: 127-140. Consultado el 21 abr. 2015. Disponible en: <http://homepage.agrl.ethz.ch/~eugsterw/publications/fog/07-Molina-127-140.pdf>
- Morazán, HJ. 2014. Emisión de amoníaco (NH₃) y gases con efecto invernadero (CH₄ y N₂O) en cerdos en crecimiento: efecto del nivel de proteína y fibra de la ración (en línea). Ph.D. Tesis. Lleida, ES. Universitat de Lleida. 223 p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/285580/Thjmn1de3.pdf;jsessionid=AAE75D6C7E6B4BA1B63596B0B2E8319E?sequence=5>
- Munger, JW; Collett Junior, J; Daube Junior, B; Hoffmann, MR. 1989. Chemical composition of coastal stratus clouds: dependence on droplet size and distance from

- the coast (en línea). *Atmospheric Environment* 23(10): 2305-2320. Consultado 12 abr. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0004698189901923>
- Norman, M; Das, SN; Pillai, AG; Granat, L; Rodhe, H. 2001. Influence of air mass trajectories on the chemical composition of precipitation in India (en línea). *Atmospheric Environment* 35: 4223-4235. Consultado 12 jul. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231001002515>
 - Okay, C; Akkoyunlu, BO; Tayanc, M. 2002. Composition of wet deposition in Kaynarca, Turkey (en línea). *Environmental Pollution* 118: 401-410. Consultado 12 ago. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749101002925>
 - Olivier, J. 2002. Fog-water harvesting along the West Coast of South Africa: A feasibility study (en línea). *Water SA* 28(4): 349-360. Consultado el 10 mar. 2015. Disponible en: <http://www.ajol.info/index.php/wsa/article/viewFile/4908/69355>
 - _____; Heerden, J Van; Rautenbach, JC de W.; Jonker, CZ. 2012. Fog as an alternative water source (en línea). In 16th SANCIAHS National Hydrology Symposium (2012, Pretoria, ZA). Consultado 10 mar. 2015. Disponible en http://www.ru.ac.za/static/institutes/iwr/SANCIAHS/2012/documents/039_Olivier.pdf
 - Ordoñez, JL; Fautino, J. 1983. Evaluación del Potencial Hídrico en Lomas Costeras del Perú (Lomas de Lachay-Iguanil) (en línea). *Zonas Áridas* no. 3: 32-50. Consultado 26 set. 2016. Disponible en:
<http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/pdf/ZONAS%20ARIDAS%20VOLUME N%20III.pdf>
 - Padhy, PK; Varshney, CK. 2005. Emission of volatile organic compounds (VOC) from tropical plant species in India (en línea). *Chemosphere* 59: 1643-1653. Consultado 22 ago. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653505001876>
 - Pan, YP; Wang, YS; Tang, GQ; Wu, D. 2013. Spatial distribution and temporal variations of atmospheric sulfur deposition in Northern China: insights into the potential acidification risks (en línea). *Atmospheric Chemistry and Physics* 13: 1675-1688. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en: <http://www.atmos-chem-phys.net/13/1675/2013/acp-13-1675-2013.pdf>

- Park, S; Leovy, CB. 2004. Marine Low-Cloud Anomalies Associated with ENSO (en línea). American Meteorological Society 17: 3448-3469. Consultado 20 set. 2016. Disponible en: <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0442%282004%29017%3C3448%3AMLAAWE%3E2.0.CO%3B2>
- Parkhurst, DL; Appelo, CAJ. 2013. Description of input and examples for PHREEQC version 3—A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations (en línea). Estados Unidos. U.S. Geological Survey. 497 p. Consultado 01 dic. 2016. Disponible en: <http://pubs.usgs.gov/tm/06/a43/>.
- Pinche, C. 1996. Captación de agua de niebla en lomas de la costa peruana (en línea). Ingeniería Hidráulica en México 11(2): 49-54. Consultado 16 set. 2016. Disponible en: <http://server2.docfoc.com/uploads/Z2015/12/17/B4nc1Xhfnf/e05a7796961646745282dee60d048959.pdf>
- _____; Ruiz, L. 1996. Fog on the brine. Fog-catching systems for arid lands (en línea). Waterlines 14(4): 4-7. Consultado 25 set. 2016. Disponible en: <http://www.ircwash.org/resources/fog-brine-fog-catching-systems-arid-lands>
- Proyecto Lomas, PE. 2014? Lomas de Lima (en línea). Lima, PE. Consultado 4 abr. 2015. Disponible en: <http://proyectolomas.weebly.com/lima-y-sus-lomas.html>
- Quan, J; Zhang, Q; He, H; Liu, J; Huang, M; Jin, H. 2011. Analysis of the formation of fog and haze in North China Plain (NCP) (en línea). Atmospheric, Chemistry and Physics 11: 8205-8214. Consultado el 27 ago. 2016. Disponible en: <http://www.atmos-chem-phys.net/11/8205/2011/acp-11-8205-2011.pdf>
- Quispe, N; Chira, J. 2004. Entornos sinópticos en la ocurrencia de niebla en Lima. In Boletín Meteorológico e Hidrológico del Perú (en línea). Lima, PE. 65 p. Consultado 26 set. 2016. Disponible en: <http://www.wamis.org/countries/peru/PER200401.pdf>
- Safai, PD; Rao, PSP; Momin, GA; Ali, K; Chate, DM; Praveen, PS. 2004. Chemical composition of precipitation during 1984–2002 at Pune, India (en línea). Atmospheric Environment 38: 1705-1714. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231004000020>
- Sanes, D. 2014. Análisis de las emisiones de amoníaco a la atmósfera procedente de las explotaciones de porcino de la Comunidad Valenciana utilizando metodologías SIG (En línea). Tesis Ing. Agr. Valencia, ES. Universitat Politècnica de València. 48

- p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39998/Memoria.pdf?sequence=1>
- Sasakawa, M; Uematsu, M. 2005. Relative contribution of chemical composition to acidification of sea fog (stratus) over the northern North Pacific and its marginal seas (en línea). *Atmospheric Environment* 39: 1357-1362. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231004010817>
 - Schemenauer, RS; Cereceda, P. 1992. The quality of fog water collected for domestic and agricultural use in Chile (en línea). *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 31: 275-290. Consultado 14 mar. 2014. Disponible en: [http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0450\(1992\)031%3C0275%3ATQOFWC%3E2.0.CO%3B2](http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0450(1992)031%3C0275%3ATQOFWC%3E2.0.CO%3B2)
 - _____; Cereceda, P. 1994a. A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions (en línea). *American Meteorological Society* 33: 1313-1322. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en: [http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450\(1994\)033%3C1313%3AAPSFCF%3E2.0.CO%3B2](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450(1994)033%3C1313%3AAPSFCF%3E2.0.CO%3B2)
 - _____; Cereceda, P. 1994b. Fog collection's role in water planning for developing countries (en línea). *Natural Resources Forum* 18(2): 91-100. Consultado 15 mar. 2016. Disponible en: <http://es.ircwash.org/sites/default/files/213.0-94FO-18917.pdf>
 - Seinfeld, JH; Pandis, SN. 2006. *Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change*. 2 ed. New Jersey, US. WILEY. 1232 p.
 - SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2013. Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2011 (en línea). Perú. 69 p. Consultado 15 abr. 2017. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/usr/dgia/pdf_dgia_eval2011.pdf
 - _____. 2014. El fenómeno El Niño en el Perú (en línea). Perú. 33 p. Consultado 14 set. 2016. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf
 - _____. 2015. Boletín informativo monitoreo del Fenómeno «El Niño/ La Niña». Setiembre 2015 (en línea). Perú. 12 p. Consultado 24 set. 2016. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-24.pdf>

- Seto, S; Hara, H; Sato, M; Noguchi, I; Tonooka, Y. 2004. Annual and seasonal trends of wet deposition in Japan (en línea). *Atmospheric Environment* 38: 3543-3556. Consultado el 15 jun. 2016. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231004003103>
- Soto, G. 2000. Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile. In FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina* (en línea). Santiago de Chile, CL. 194 p. Consultado 14 set. 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>
- Stein, AF; Draxler, RR; Rolph, GD; Stunder, BJB; Cohen, MD; Ngan, F. 2015. NOAA'S HYSPLIT Atmospheric Transport and Dispersion Modeling System (en línea). *American Meteorological Society* dic. 2015: 2059-2077. Consultado 22 set. 2016. Disponible en: <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-14-00110.1>
- Tropentag 2009 Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development (2009, Hamburgo, DE) 2009? Fog farming: linking sustainable land management with ecological renaturation in arid areas by means of reforestation. A Lummerich; K Tiedemann. *Memorias* (en línea). Alemania. 4 p. Consultado 5 dic. 2014. Disponible en <http://www.tropentag.de/2009/abstracts/full/218.pdf>
- U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). 1989. *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I. Human Health Evaluation Manual (Part A). Interim Final* (en línea). Estados Unidos. 291 p. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf
- UNACEM (Unión Andina de Cementos S.A.A., PE). 2013a. *Asociación UNACEM por el Desarrollo Sostenible. Responsabilidad Social Corporativa*. (en línea). Lima, PE. 6 pp. Consultado 06 may 2014. Disponible en:
<http://www.asociacionunacem.org/Documentos/Bolet%C3%ADn%20n%C2%B0%201%20Responsabilidad%20Social%20Asociaci%C3%B3n%20UNACEM.pdf>
- _____. 2013b. *Informe especial marzo 2013*. (en línea). Lima, PE. 17 pp. Consultado 28 may 2014. Disponible en:
http://www.asocem.org.pe/web/_infor_esp/Informe%20Especial_marzo2013.pdf

- Valverde, D. 1983. Evaluación de la Fauna de Vertebrados de las Lomas de Iguanil (Lomas de Iguanil-Pacta) (en línea). *Zonas Áridas* no. 3: 101-110. Consultado 26 set. 2016. Disponible en:
[http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/pdf/ZONAS%20ARIDAS%20VOLUME N%20III.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/pdf/ZONAS%20ARIDAS%20VOLUME%20N%20III.pdf)
- Vásquez Morera, T; Alfaro Solís, R; Sibaja Brenes, JP; Esquivel Hernández, G; Valdés González, J. 2012. Composición química del agua de lluvia y de niebla recolectada en la reserva biológica Monteverde. (en línea). *Uniciencia* 26: 51-63. Consultado el 24 mar. 2015. Disponible en:
http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:ojs.www.una.ac.cr:article/3862&oai_iden=oai_revista1009
- Walmsley, JL; Schemenauer, RS; Bridgman, HA. 1996. A Method for Estimating the Hydrologic Input from Fog in Mountainous Terrain (en línea). *Journal of Applied Meteorology* 35: 2237-2249. Consultado el 15 mar. 2016. Disponible en:
[http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450\(1996\)035%3C2237%3AAMFETH%3E2.0.CO%3B2](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0450(1996)035%3C2237%3AAMFETH%3E2.0.CO%3B2)
- Watanabe, K; Honoki, H; Iwai, A; Tomatsu, A; Noritake, K; Miyashita, N; Yamada, K; Yamada, H; Kawamura, H; Aoki, K. 2010. Chemical Characteristics of Fog Water at Mt. Tateyama, near the Coast of the Japan Sea in Central Japan (en línea). *Water Air Soil Pollution* 211: 379-393. Consultado el 25 mar. 2016. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11270-009-0307-2>
- Whaley, O; Orellana, A; Pérez, E; Tenorio, M; Quinteros, F; Mendoza, M; Pecho, O. 2010. Plantas y Vegetación de Ica, Perú – Un recurso para su restauración y conservación (en línea). Richmond, UK. Royal Botanic Gardens, Kew. 95 p. Consultado 25 set. 2016. Disponible en:
http://www.kew.org/science/tropamerica/peru/resources/Plantas_de_Ica_ed2_book_vlr.pdf
- _____; Beresford-Jones, DG; Milliken, W; Orellana, A; Smyk, A; Leguía, J. 2011. An ecosystem approach to restoration and sustainable management of dry forest in southern Peru (en línea). *Kew Bulletin* 65: 1-29. Consultado 22 set. 2016. Disponible en:
http://www.kew.org/science/tropamerica/peru/resources/KEWB%20Peru%2012225_2010_9235_OnlinePDF.pdf

- Yue, Y; Niu, S; Zhao, L; Zhang, Y; Xu, F. 2012. Chemical Composition of Sea Fog Water along the South China Sea (en línea). Pure and Applied Geophysics 169: 2231-2249. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en:
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00024-012-0486-4>
- Yuwono, AS; Amaliah, L; Rochimawati, NR; Kurniawan, A; Mulyanto, B. 2014. Determination of Emission Factors for Soil Borne Dustfall and Suspended Particulate in Ambient Air (en línea). ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 9(9): 1417-1422. Consultado el 29 abr. 2017. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/287287402_Determination_of_Emission_Factors_for_Soil_Borne_Dustfall_and_Suspended_Partaculate_in_Ambient_Air
- Zabalketa; Ner Group. 2013. Captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia. Informe Técnico (en línea). s.n.t. 30 p. Consultado 13 set. 2016. Disponible en:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B0F868A4B8BAE93705257CBC004FA71A/\\$FILE/1_INFORME_TECNICO_FINAL.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B0F868A4B8BAE93705257CBC004FA71A/$FILE/1_INFORME_TECNICO_FINAL.pdf)

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Carta de compromiso entre el investigador principal y los representantes de las comunidades cercanas a las estaciones de monitoreo dentro de la zona de estudio

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

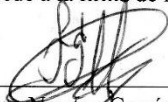



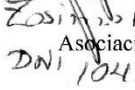


Villa María, 06 de agosto del 2015

Carta de compromiso

Bajo la presente carta de compromiso mutuo, el Sr. **Franz Newton García Huazo**, bachiller en ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y los señores **dirigentes** de diferentes sectores circundantes al ecosistema de Lomas de Villa María, nos reunimos para asumir compromisos para la ejecución de la investigación titulada: “Estudio de la Variación Temporal y Espacial de la Captación y Calidad del Agua de Niebla en las Lomas de Villa María”.

De este modo, el Sr. García se compromete a la realización y sustentación de la presente investigación ante la Universidad Nacional Agraria La Molina, así también se compromete a compartir con los señores dirigentes, los resultados de la investigación realizada, una vez que la investigación haya culminada y esté publicada bajo la modalidad de artículo científico. Por el otro lado, los dirigentes que firman esta carta, aceptan estar informados de los alcances de la presente investigación, así como se comprometen a brindarle al Sr. García, las facilidades respectivas para la instalación y conservación de los equipos atrapanieblas, así como apoyos menores para la investigación, mientras estén a su alcance.

Reunidos la mayoría de los dirigentes, junto con el Sr. García, con fecha 06 de agosto de 2015, se procede a la firma de la carta.

 _____ Bach. Franz Newton García Huazo Universidad Nacional Agraria La Molina	 _____ Dirigente 08066960 Comunidad del Cercado de Villa María <i>Presidente del proyecto de agua</i>
 _____ Dirigente Villa Lourdes <i>EDWIN MORALES P. DNI 10640057</i>	 _____ Dirigente Mirador de las Lomas CIRCUITO ECOTURISTICO LOMAS DE PARAISO Villa María del Triunfo Lima - Perú
 _____ Dirigente Asociación Agroindustrial Llanavilla <i>Zosimar M DNI 10489092</i>	 _____ Dirigente Asociación Ecoturística "Lomas de Paraiso" <i>Georgina Huayhuac DNI 09713178</i>
 Asoc. Ecoturística Lomas de Paraiso <i>Noe Neira Tocto</i> NOE NEIRA TOCTO DNI. 09712659 - VICE-PRESIDENTE	

Anexo 2: Ficha de campo para monitoreo de calidad de agua de niebla

FICHA DE MUESTREO DE AGUA DE NIEBLA										
1.- Código de la estación										
2.- Coordenadas UTM		Zona		N	3.- Fecha					
				E						
4.- Ubicación										
Sitio de muestreo										
Distrito										
Provincia										
Departamento										
Número de muestras a tomar										
Problemas encontrados										
Modificaciones realizadas durante el muestreo										
5.- Condiciones meteorológicas		Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4					
Estado del tiempo	Unidades									
Humedad										
Precipitación										
Temperatura ambiental										
Temperatura del punto de rocío										
Intensidad de luz solar										
Dirección del viento										
Velocidad del Viento										
6.- Análisis <i>in situ</i> de calidad de agua				Hora						
Código de muestra	Variable	Método usado	Lectura de la variable	Unidades	Preservante	Condiciones de almacenamiento				
	pH									
	T									
	CE									
	SDT									
7.- Rendimiento de captación	Volúmenes captados									
	V1	V2	V3	V4	V5	Vol. total				
Hora de recojo de muestra			Hora de puesta de nuevo envase							
Daños al captador										
Observaciones en las medidas <i>in situ</i>										
Observaciones generales										
Responsable del muestreo		Fecha		Firma						


Anexo 3: Fichas de registro de información para diagnóstico ambiental

FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOMAS DE VILLA MARÍA					
1.- Código de la estación					
2.- Coordenadas UTM		Zona		N	3.- Fecha
				E	
4.- Ubicación					
Sitio de muestreo					
Distrito					
Provincia					
Departamento					
Problemas encontrados					
Modificaciones realizadas durante la toma de información					
5.- Componente Biológico					
Porcentaje aproximado de cobertura de vegetación en la estación de muestreo	Porcentaje aproximado de cobertura				
	Altura de plantas				
	Estado de las plantas				
	Otros				
Registro de especies encontradas durante la campaña de campo	Especie	N. común	Observaciones		

Continuación

6.- Componente Meteorológico					
Estado del tiempo	Unidades	Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4
Humedad					
Precipitación					
Temperatura ambiental					
Temperatura del punto de					
Intensidad de luz solar					
Dirección del viento					
Velocidad del Viento					
Frecuencia de la niebla					
Humedad					
Vientos					
Otros					
7.- Componente Ambiental					
Suelo y uso del suelo					
Invasiones					
Presencia de basura					
Presencia de humo					
Ruido					
Fábrica UNACEM					
Otros					
8.- Componente Social					
Asociaciones humanas cercanas					
Actividades relacionadas al ambiente					
Otros					
Observaciones generales					
Responsable de la toma de información		Fecha		Firma	

Anexo 4: Cadena de custodia para monitoreo de calidad de agua

	FORMATO										Código: DL-F-244			
	CADENA DE CUSTODIA - ANÁLISIS DE AGUA										Versión: 01 Fecha de aprob.: 7/7/2015 Página: 1 de 1			
PROYECTO														
RESPONSABLE														
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS											FECHA:			
PROCEDENCIA														
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA					LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA									
Recibido por:	Firma:	Fecha:	Recibido por:	Firma:	Fecha:									
ANÁLISIS SOLICITADOS														
Condición de Recepción de Muestras														
Muestreado por:		Matriz	Origen de la Fuente	CANTIDAD DE FRASCOS	*** Metales Totales. Método ICP-OES / ICP-MS	**Metales Disueltos. Cationes + Elementos Trazas: Método ICP-OES / ICP-MS	*Aniones: Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ (Mét. Cromatografía Iónica)	*Aniones: CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ (Método Titrimétrico)	MERCURIO (Hidruros-Hg/Apor Frio) (AFPS)	PH / C.E. (Medido en el Laboratorio de Química Analítica.)	Estado de frascos (Reservado para LAB QUÍMICA)	OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS (Indicar el preservante usado)		
E-mail:														
Muestras dentro del periodo de análisis:	Si												No	
Resultados - Enviar vía e-mail	Si												No	
Conservación de las muestras:		Refrigerada	Ambiente											
N°	CÓDIGO	Coordenadas UTM		Fecha de muestreo	Preserv.		Preserv.		Preserv.		Preserv.		B	M
		Norte	Este		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
1														5
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

*Refrigeración a 4°C

**Filtrar con membrana 0.45 um y preservar con HNO₃, pH <2., (8-10 gotas de HNO₃ o 1.5-2.0 mL/L) APHA. Standard Methods of Water of Wastewater.


*** Preservación HNO₃ 3m/L, pH <2. (sin filtrar) APHA. Standard Methods of Water of Wastewater.

Director de Línea

Responsable del Proyecto

V°B° Dir. Laboratorios

Anexo 5: Cadena de custodia para monitoreo de calidad de suelo

	FORMATO										Código:	DL-F-212				
	SOLICITUD PARA ANÁLISIS GEOQUÍMICO										Versión:	02				
										Fecha de aprob.:	9/25/2015					
										Página:	1 de 1					
REFERENCIA: SOLICITUD N° -2015-INGEMMET/DGAR PROYECTO: RESPONSABLE: CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS: 7 bolsas conteniendo muestras de Suelos FECHA: 11/17/2015 PROCEDENCIA:												RECEPCIÓN SECRETARÍA DIRECCIÓN LABORATORIOS				
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS				PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS				LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA								
Recibido por:		Firma:		Fecha:		Recibido por:		Firma:		Fecha:						
						Entregado al Lab. por:										
ANÁLISIS SOLICITADOS																
Condición de Recepción de Muestras						CANTIDAD (Kg)	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRA	ICP-OES	ICP-OES/ AAS	ICP-OES	ICP-MS	FA/AAS	AFS -AAS	AAS	OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS	
Muestreado por: Franz N. Garcia Huazo								ROCA TOTAL* (18 Elementos)	ROCA Y SEDIMENTOS TOTALES** Dig. Multiacida	SEDIMENTOS** Dig. Agua Regia	ROCA Y SEDIMENTOS*** Dig. por Fusión (Tierras Raras)	ANÁLISIS DE ORO	ANÁLISIS DE MERCURIO (vapor frío)	MENAS Pb,Zn,Cu,Fe,Ag		
E-mail: fgarcia@ingemmet.gob.pe																
Resultados - Enviar vía e-mail								<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No								
N°	CÓDIGO	Coordenadas UTM		Fecha de muestreo												
		Norte	Este													
1	1375534-001N			11/15/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
2	1375534-002N			11/14/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
3	1375534-003N			11/14/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
4	1375539-001N			11/14/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
5	1375539-002N			11/14/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
6	1375539-003N			11/14/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
7	1375539-004N			11/15/2015	2.50	X		X				X		Antes de analizar, tamizar con malla 10		
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
*Al ₂ O ₃ , Ba, CaO, Co, Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, MgO, MnO, Na ₂ O, Ni, P ₂ O ₅ , SiO ₂ , Sr, TiO ₂ , Y, Zn, Zr, LOI **Ag, Al, As, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Si, Sr, Ti, Tl, V, W, Y, Zn, Zr ***Be, Ce, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, In, Lu, Nb, Nd, Pr, Sm, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, Yb												FeO: Método volumétrico (se efectuará ha pedido)	LOI (PXC): Método Gravimétrico			
Director de Línea				Responsable del Proyecto				V°B° Dir. Laboratorios								

Anexo 6: Etiqueta para botellas de toma de muestra

	
UBICACIÓN: _____	
CODIGO DE MUESTRA: _____	
FECHA: _____	HORA: _____
MUESTREADO POR: _____	
TIPO DE ANÁLISIS: _____	FILTRADO: _____

Anexo 7: Datos meteorológicos observados y calculados del ecosistema de Lomas de Villa María

Parámetros meteorológicos calculados con los datos obtenidos durante el trabajo de campo en las Lomas de Villa María.

Parámetros meteorológicos	Abreviatura
Temperatura del bulbo seco	T bs
Temperatura del bulbo húmedo	T bh
Temperatura de rocío	Td
Presión atmosférica estimada a la altura «z»	P(z)
Presión de saturación a la temperatura del bulbo húmedo	esh
Presión de saturación a la temperatura del bulbo seco	es
Presión parcial del vapor de agua	ea
Humedad relativa	HR
Humedad específica	q
Relación de mezcla	r
Densidad del vapor de agua	ρ_v
Densidad del aire atmosférico	ρ
Concentración de agua en el aire atmosférico	%agua

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P1

Fecha	13/08/2015	14/08/2015	16/09/2015	04/10/2015	10/10/2015	11/10/2015	20/10/2015
Hora	12:30 p.m.	10:32 a.m.	03:48 p.m.	05:41 p.m.	11:03 a.m.	07:24 p.m.	10:35 a.m.
Altitud	475.56	475.56	475.56	475.56	475.56	475.56	475.56
Presencia de niebla	Niebla	NR	Niebla	Neblina	Sin niebla	Niebla	Neblina
Precipitación	Nula	NR	Nula	Nula	Nula	Llovizna	Nula
Intensidad de luz solar	Nula	NR	Nula	Baja	Baja	Nula	Baja
Dirección del viento	NR	NR	27	342	27	27	27
Velocidad del Viento	NR	NR	NR	Alta - Muy alta	Moderada	Moderada-Alta	Baja
T_{bs} (°C)	16.20	15.00	13.55	15.25	20.29	15.06	21.42
T_{bh} (°C)	NR	NR	13.99	15.41	19.06	15.22	16.40
T_d (°C)	NC	NC	14.25	15.50	18.48	15.30	13.49
P(z) (hPa)	959.88	959.88	959.88	959.88	959.88	959.88	959.88
esh (hPa)	NC	NC	15.96	17.50	22.04	17.28	18.64
es (hPa)	NC	NC	15.52	17.32	23.79	17.11	25.50
ea (hPa)	NC	NC	16.24	17.60	21.25	17.38	15.46
HR (%)	NC	NC	104.63	101.66	89.35	101.56	60.61
q (g/kg)	NC	NC	10.59	11.49	13.89	11.34	10.08
r (g/kg)	NC	NC	10.70	11.62	14.08	11.47	10.18
ρ_v (g/m³)	NC	NC	12.28	13.23	15.70	13.07	11.38
ρ (g/m³)	NC	NC	1158.85	1151.42	1129.99	1152.26	1128.24
%_{agua} (%g/g)	NC	NC	1.06	1.15	1.39	1.13	1.01

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P2

Fecha	15/08/2015	11/09/2015	14/09/2015	18/09/2015	27/09/2015	08/10/2015	21/10/2015
Hora	05:41 p.m.	11:35 a.m.	05:30 p.m.	12:01 p.m.	02:37 p.m.	01:37 p.m.	05:48 p.m.
Altitud	615.94	615.94	615.94	615.94	615.94	615.94	615.94
Presencia de niebla	Niebla	Sin niebla	Neblina	NR	Niebla	Sin niebla	Niebla
Precipitación	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Llovizna
Intensidad de luz solar	Nula	Moderada - Alta	Nula	Moderada	Nula	Baja	Nula
Dirección del viento	NR	115	115	115	115	115	115
Velocidad del Viento	NR	Moderada	Baja	Baja	Baja	Muy Baja	Muy Baja
T_{bs} (°C)	14.60	20.51	13.99	19.90	14.34	19.96	14.88
T_{bh} (°C)	NR	17.54	14.45	18.61	14.64	18.72	15.02
T_d (°C)	NC	16.01	14.72	18.00	14.81	18.14	15.10
P(z) (hPa)	944.24	944.24	944.24	944.24	944.24	944.24	944.24
esh (hPa)	NC	20.04	16.45	21.43	16.65	21.58	17.07
es (hPa)	NC	24.11	15.96	23.22	16.33	23.30	16.91
ea (hPa)	NC	18.18	16.74	20.63	16.84	20.81	17.16
HR (%)	NC	75.39	104.87	88.84	103.10	89.31	101.45
q (g/kg)	NC	12.06	11.10	13.70	11.17	13.82	11.38
r (g/kg)	NC	12.21	11.23	13.89	11.30	14.02	11.51
ρ_v (g/m³)	NC	13.42	12.64	15.26	12.70	15.39	12.91
ρ (g/m³)	NC	1111.97	1137.89	1113.18	1136.45	1112.88	1134.18
%_{agua} (%g/g)	NC	1.21	1.11	1.37	1.12	1.38	1.14

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P3

Fecha	19/08/2015	12/09/2015	18/09/2015	27/09/2015	08/10/2015	11/10/2015	24/10/2015	25/10/2015
Hora	07:12 p.m.	02:07 p.m.	10:28 a.m.	08:07 p.m.	11:01 a.m.	10:24 a.m.	05:06 p.m.	06:25 p.m.
Altitud	557.56	557.56	557.56	557.56	557.56	557.56	557.56	557.56
Presencia de niebla	Niebla	Sin niebla	Sin niebla	Neblina	Sin niebla	Sin niebla	Niebla	Niebla
Precipitación	NR	Nula	Nula	Llovizna	Nula	Nula	Llovizna	Llovizna
Intensidad de luz solar	Nula	Muy Alta	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Dirección del viento	NR	37	37	82	37	37	307	307
Velocidad del Viento	NR	Baja - Moderado	Baja	Baja	Baja	Moderada	Alta	Baja
T_{bs} (°C)	15.00	23.21	16.86	13.29	21.08	17.45	14.43	17.40
T_{bh} (°C)	NR	24.19	NR	13.71	18.94	18.40	15.41	21.90
T_d (°C)	NC	24.53	NC	13.96	17.93	18.84	15.95	23.59
P(z) (hPa)	950.71	950.71	950.71	950.71	950.71	950.71	950.71	950.71
esh (hPa)	NC	30.16	NC	15.68	21.88	21.14	17.50	26.26
es (hPa)	NC	28.43	19.19	15.26	24.97	19.92	16.43	19.86
ea (hPa)	NC	30.78	NC	15.94	20.54	21.74	18.11	29.08
HR (%)	NC	108.25	NC	104.45	82.28	109.11	110.25	146.40
q (g/kg)	NC	20.39	NC	10.49	13.55	14.35	11.94	19.25
r (g/kg)	NC	20.81	NC	10.61	13.74	14.55	12.08	19.62
ρ_v (g/m³)	NC	22.52	NC	12.06	15.14	16.22	13.65	21.70
ρ (g/m³)	NC	1103.84	NC	1148.89	1116.44	1129.83	1143.35	1126.69
%_{agua} (%g/g)	NC	2.04	NC	1.05	1.36	1.44	1.19	1.93

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P4

Fecha	13/08/2015	14/09/2015	29/09/2015	09/10/2015	11/10/2015	20/10/2015
Hora	05:04 p.m.	01:00 p.m.	01:55 p.m.	12:06 p.m.	01:17 p.m.	06:42 p.m.
Altitud	733.56	733.56	733.56	733.56	733.56	733.56
Presencia de niebla	Niebla	Sin niebla	Niebla	Niebla	Sin niebla	Niebla
Precipitación	Llovizna	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Intensidad de luz solar	Nula	Muy Alta	Nula	Nula	Alta	Nula
Dirección del viento	NR	37	37	37	37	37
Velocidad del Viento	Moderada	Baja - Moderada	Baja - Moderada	Moderada	Baja-Moderada	Baja
T_{bs} (°C)	13.80	21.08	15.06	16.18	20.62	15.80
T_{bh} (°C)	NR	22.00	15.31	15.43	16.81	15.90
T_d (°C)	NC	22.35	15.45	15.01	14.76	15.95
P(z) (hPa)	931.34	931.34	931.34	931.34	931.34	931.34
esh (hPa)	NC	26.41	17.39	17.52	19.13	18.06
es (hPa)	NC	24.97	17.11	18.38	24.28	17.95
ea (hPa)	NC	26.98	17.54	17.06	16.78	18.12
HR (%)	NC	108.06	102.52	92.80	69.13	100.97
q (g/kg)	NC	18.22	11.80	11.47	11.29	12.19
r (g/kg)	NC	18.56	11.94	11.61	11.42	12.34
ρ_v (g/m³)	NC	19.88	13.20	12.78	12.39	13.59
ρ (g/m³)	NC	1090.61	1117.68	1113.58	1096.86	1114.55
%_{agua} (%g/g)	NC	1.82	1.18	1.15	1.13	1.22

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P5

Fecha	16/08/2015	13/09/2015	29/09/2015	09/10/2015	11/10/2015	20/10/2015	24/10/2015
Hora	01:14 p.m.	12:50 p.m.	05:00 p.m.	02:18 p.m.	02:54 p.m.	04:07 p.m.	02:18 p.m.
Altitud	852.31	857.06	857.06	857.06	857.06	857.06	857.06
Presencia de niebla	Niebla	Sin niebla	Niebla	Niebla	Sin niebla	Sin niebla	Niebla
Precipitación	Llovizna	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Llovizna
Intensidad de luz solar	Nula	Muy Alta	Nula	Nula	Alta - Muy Alta	Moderada	Nula
Dirección del viento	NR	27	27	27	27	No hay viento	27
Velocidad del Viento	Nula	Baja - Moderada	Moderada	Moderada-Alta	Baja - Moderada	Nula	Alta - Muy alta
T_{bs} (°C)	13.50	27.20	13.55	15.25	19.42	23.21	14.34
T_{bh} (°C)	NR	23.27	14.26	13.99	18.18	17.43	14.64
T_d (°C)	NC	21.82	14.67	13.23	17.60	14.39	14.81
P(z) (hPa)	918.48	918.48	918.48	918.48	918.48	918.48	918.48
esh (hPa)	NC	28.53	16.25	15.96	20.86	19.90	16.65
es (hPa)	NC	36.03	15.52	17.32	22.53	28.43	16.33
ea (hPa)	NC	26.12	16.68	15.20	20.11	16.38	16.84
HR (%)	NC	72.50	107.51	87.80	89.24	57.62	103.07
q (g/kg)	NC	17.89	11.38	10.37	13.74	11.18	11.49
r (g/kg)	NC	18.22	11.51	10.47	13.93	11.30	11.62
ρ_v (g/m³)	NC	18.86	12.62	11.43	14.90	11.99	12.70
ρ (g/m³)	NC	1053.26	1107.73	1101.90	1083.99	1071.75	1104.62
%_{agua} (%g/g)	NC	1.79	1.14	1.04	1.37	1.12	1.15

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P6

Fecha	14/08/2015	15/09/2015	18/09/2015	04/10/2015	09/10/2015	11/10/2015	18/10/2015
Hora	04:17 p.m.	03:07 p.m.	04:39 p.m.	01:07 p.m.	04:40 a.m.	04:25 p.m.	12:17 p.m.
Altitud	656.56	656.56	656.56	656.56	656.56	656.56	656.56
Presencia de niebla	Niebla	Niebla	NR	Sin niebla	Niebla	Sin niebla	Sin niebla
Precipitación	Llovizna	Llovizna	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Intensidad de luz solar	Nula	Nula	Moderada	Muy Alta	Nula	Baja	Moderada - Alta
Dirección del viento	NR	Variable	284	284	14	329	284
Velocidad del Viento	Nula	Moderada	Moderada	Baja	Baja-Moderada	Baja-Moderada	Moderada
T_{bs} (°C)	NR	14.16	17.35	22.36	15.15	18.05	21.65
T_{bh} (°C)	NR	14.74	17.54	20.78	16.81	16.91	16.00
T_d (°C)	NC	15.06	17.63	20.12	17.64	16.32	12.68
P(z) (hPa)	939.76	939.76	939.76	939.76	939.76	939.76	939.76
esh (hPa)	NC	16.76	20.04	24.52	19.13	19.26	18.17
es (hPa)	NC	16.15	19.80	27.00	17.21	20.70	25.86
ea (hPa)	NC	17.11	20.15	23.54	20.16	18.55	14.66
HR (%)	NC	105.96	101.79	87.15	117.11	89.63	56.67
q (g/kg)	NC	11.40	13.45	15.73	13.45	12.37	9.76
r (g/kg)	NC	11.54	13.63	15.98	13.63	12.53	9.85
ρ_v (g/m³)	NC	12.91	15.04	17.27	15.16	13.81	10.78
ρ (g/m³)	NC	1131.60	1117.81	1097.34	1126.32	1115.82	1103.94
%agua (%g/g)	NC	1.14	1.35	1.57	1.35	1.24	0.98

NR: No registrado NC: No calculado

Datos meteorológicos obtenidos durante los días del trabajo de campo en las Lomas de Villa María, para la estación de monitoreo P7

Fecha	19/08/2015	28/09/2015	18/09/2015	28/09/2015	11/10/2015	18/10/2015
Hora	12:34 p.m.	03:07 p.m.	05:50 p.m.	03:50 p.m.	04:25 p.m.	10:16 a.m.
Altitud	469.56	478.06	478.06	478.06	478.06	478.06
Presencia de niebla	Niebla	Sin niebla	NR	Niebla	Sin niebla	Neblina
Precipitación	Llovizna	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Intensidad de luz solar	Nula	Baja	Nula	Nula	Nula	Baja
Dirección del viento	NR	4	4	49	4	4
Velocidad del Viento	NR	Baja	Baja - Moderada	Baja - Moderada	NR	Baja-Moderada
T_{bs} (°C)	16.00	17.65	14.97	13.90	20.62	19.63
T_{bh} (°C)	NR	17.02	NR	14.45	16.30	18.07
T_d (°C)	NC	16.69	NC	14.78	13.81	17.29
P(z) (hPa)	959.60	959.60	959.60	959.60	959.60	959.60
esh (hPa)	NC	19.39	NC	16.45	18.53	20.72
es (hPa)	NC	20.18	17.01	15.87	24.28	22.84
ea (hPa)	NC	18.98	NC	16.80	15.78	19.73
HR (%)	NC	94.09	NC	105.84	65.00	86.39
q (g/kg)	NC	12.40	NC	10.96	10.29	12.89
r (g/kg)	NC	12.55	NC	11.08	10.40	13.06
ρ_v (g/m³)	NC	14.15	NC	12.69	11.65	14.61
ρ (g/m³)	NC	1140.94	NC	1156.85	1130.83	1132.88
%agua (%g/g)	NC	1.24	NC	1.10	1.03	1.29

NR: No registrado NC: No calculado

Anexo 8: Información recopilada en campo de la flora en las estaciones de monitoreo dentro del ecosistema de Lomas de Villa María

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P1

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
29/07/2015	12:00:00 PM	475.56	60%.	<i>Solanum multifidum</i>	Papita silvestre	No	Pocos individuos alrededor de los caminos y rocas.	Los caminos y las marcas en el terreno para futuras invasiones han reducido la cobertura vegetal de la zona. Se encuentran tallos secos de las plantas del año anterior.
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No	Pocos individuos vistos y dispersos. Es la especie más alta, con 27 cm. aprox.	
13/08/2015	12:30:00 PM	475.56	75%	<i>Solanum multifidum</i>	Papita silvestre	No	Pocos individuos alrededor de los caminos y rocas.	No existe cobertura vegetal en las cercanías a las viviendas.
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No	Pocos individuos vistos y dispersos. Es la especie más alta.	

Continuación

16/09/2015	3:48:00 PM	475.56	75%.	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Se evidencia captación de agua en flores y hojas	Hay presencia de una vivienda cercana nueva, la cual no existía en la anterior evaluación.
				<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No		
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	Sí	Se evidencia captación de agua en toda la planta	
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Rostraria trachyantha</i>	Pasto de loma	Sí	Se evidencia captación de agua en hojas	
10/10/2015	11:03:00 AM	475.56	85%	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No		En este mes, la especie más abundante es <i>Sonchus oleraceus</i> "Cerraja", junto con <i>Anthericum eccremorrhizum</i> , "Varita de San José", y <i>Rostraria trachyantha</i> , "Pasto de loma".
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	No		
				<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No	Se muestra marchitez en esta especie.	
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Anagallis arvensis</i>	Pimpinela	No		
				<i>Rostraria trachyantha</i>	Pasto de loma	No		
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P2

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
13/08/2015	5:32:00 PM	615.94	99%	<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No	Esta especie es la única que floreció en la ladera de la estación de monitoreo.	
				Especie no identificada		No	Se encontraron setas naranjas de hongos en la zona de estudio	
14/09/2015	5:30:00 PM	615.94	99%	<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No		Existe una gran variedad de plantas, sin una clara predominancia de alguna de ellas.
				<i>Solanum multifidum</i>	Papita Silvestre	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No		
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Fuertesimalva peruviana</i>	Malva	No		

Continuación

08/10/2015	1:37:00 PM	615.94	96%	<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No	Existe una gran variedad de plantas, sin una clara predominancia de alguna de ellas.
				<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No	
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No	
				<i>Nolana humifusa</i>	Nolana	No	
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	No	
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	No	
				<i>Fuertesimalva peruviana</i>	Malva	No	

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P3

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
15/08/2015	10:21:00 AM	557.56	95%	<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No	Cubre gran extensión de la ladera donde está el atrapanieblas, junto con <i>Solanum multifidum</i> .	
				<i>Solanum multifidum</i>	Papita Silvestre	No	Cubre gran extensión de la ladera donde está el atrapanieblas, junto con <i>Solanum montanum</i> .	

Continuación

12/09/2015	2:07:00 PM	557.56	95%	<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No	Cubre gran extensión de la ladera donde está el atrapanieblas, junto con <i>Solanum multifidum</i> .	La mayor parte del área de estudio está cubierta de vegetación, solo hay unos caminos y un hueco en la zona. Las especies que más abundan son <i>Sonchus oleraceus</i> "Cerraja", <i>Solanum montanum</i> "Papa silvestre" y <i>Solanum multifidum</i> "Papita Silvestre".
				<i>Solanum multifidum</i>	Papita Silvestre	No	Cubre gran extensión de la ladera donde está el atrapanieblas, junto con <i>Solanum montanum</i> . Es la especie de menor altura encontrada.	
				<i>Fuertesimalva peruviana</i>	Malva	No		
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No	Es la especie de mayor altura encontrada.	
				<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No		
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		

Continuación

08/10/2015	11:01:00 AM	557.56	90%	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Es la especie de mayor altura encontrada. Se evidencia captación de agua de niebla en flores y hojas.	Las especies que más abundan son <i>Sonchus oleraceus</i> "Cerraja" y <i>Solanum montanum</i> "Papa silvestre".
				<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	No		
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	No		
11/10/2015	10:24:00 AM	557.56	90%	<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		Las especies que más abundan son <i>Sonchus oleraceus</i> "Cerraja" y <i>Solanum montanum</i> "Papa silvestre".
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Es la especie de mayor altura encontrada. Evidencia de captación de agua en hojas.	
				<i>Fuertesimalva peruviana</i>	Malva	No		
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	No		
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	No		

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P4

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
13/08/2015	11:58:00 AM	733.56	75%	<i>Nasa urens</i>	Ortiga negra	No		La especie que más abunda es <i>Nasa urens</i> "Ortiga negra".
14/09/2015	1:00:00 PM	733.56	90%	<i>Nasa urens</i>	Ortiga negra	No		La especie que más abunda es <i>Nasa urens</i> "Ortiga negra", seguida luego por <i>Solanum montanum</i> "Papa silvestre" y <i>Solanum multifidum</i> . "Papita Silvestre".
				<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No	Se evidencia captación de agua en toda la planta	
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Solanum multifidum</i>	Papita Silvestre	No	Se evidencia captación de agua en hojas	
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	No		

Continuación

09/10/2015	12:06:00 PM	733.56	70%	<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No	Se muestra marchitez en esta especie.	Existe una gran variedad de plantas, sin una clara predominancia de alguna de ellas.
				<i>Nasa urens</i>	Ortiga negra	Sí	Es la especie de mayor altura encontrada, junto con <i>Villanova oppositifolia</i> "Villanova". Se observa evidencia de captación de agua en toda la planta.	
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Se observa evidencia de captación de agua en toda la planta.	
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	Sí	Es la especie de mayor altura encontrada, junto con <i>Nasa urens</i> "Ortiga negra". Se evidencia captación de agua en tallos.	
				<i>Salvia rhombifolia</i>	Kuma	No		
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P5

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
16/08/2015	1:14:00 PM	852.31	45	<i>Nolana humifusa</i>	Nolana	No		
				<i>Exodeconus prostratus</i>	Campanilla Olorosa	Sí	Evidencia de captación de agua en flores	
				<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		
				<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova	Sí	Evidencia de captación de agua en hojas	
				<i>Cryptantha limensis</i>	Criptanta	Sí	Evidencia de captación de agua en toda la planta	
				<i>Alternanthera halimifolia</i>	Hierba Blanca	No		

Continuación

13/09/2015	12:50:00 PM	857.06	55%	<i>Cryptantha limensis</i>	Criptanta	No		<i>Nolana humifusa</i> "Nolana" es la especie de menor tamaño.
				<i>Alternanthera halimifolia</i>	Hierba Blanca	No		
				<i>Nolana humifusa</i>	Nolana	No		
09/10/2015	2:18:00 PM	857.06	40%	<i>Nolana humifusa</i>	Nolana	No		.
				<i>Alternanthera halimifolia</i>	Hierba Blanca	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí		

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P6

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
14/08/2015	4:28:00 PM	656.56	85%	<i>Sicyos baderoa</i>	Caigua Silvestre	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No		
				<i>Galinsoga Caligensis</i>	Galinsoga	No		
15/09/2015	3:07:00 PM	656.56	90%	<i>Sicyos baderoa</i>	Caigua Silvestre	Sí	Solo se le observa captando agua en sus vellosidades cercanas al tallo o flores	Existe una gran variedad de plantas, sin una clara predominancia de alguna de ellas.
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Evidencia de captación de agua en flores y hojas	
				<i>Solanum multifidum</i>	Papita Silvestre	No		
				<i>Galinsoga Caligensis</i>	Galinsoga	Sí	Rastro de captación de agua en las hojas	

Continuación

				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Astrephia chaerophylloides</i>	Arvejilla	Sí	Rastro de captación de agua en las hojas	
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	Sí	Rastro de captación de agua en toda la planta	
09/10/2015	4:40:00 PM	656.56	95%	<i>Sicyos baderoa</i>	Caigua Silvestre	No		Cerca del 80% del total de especies son <i>Sonchus oleraceus</i> "Cerraja"
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Evidencia de captación de agua en flores y hojas	
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Galinsoga Caligensis</i>	Galinsoga	No		
				<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		

Información recopilada en campo de la flora, para la estación de monitoreo P7

Fecha	Hora	Altitud (m.s.n.m.)	Porcentaje aproximado de cobertura vegetal en la zona	Especie	Nombre común	¿Se evidencia en campo la captación de agua de niebla por la planta?	Observaciones en las plantas	Observaciones generales
19/08/2015	11:46:00 AM	469.56	55%	<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	Sí	Evidencia de captación de agua en flores y tallo	En ese mes, el lugar de estudio tenía cerca un camino de trocha grande, a parte de una vivienda cerca y de atrapanieblas de abastecimiento de agua cercanos.
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Evidencia de captación de agua en toda la planta	
				<i>Caesalpinia spinosa</i>	Tara	No		
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Solanum peruvianum</i>	Tomate silvestre	Sí	Evidencia de captación de agua en hojas y tallo	

Continuación

28/09/2015	3:07:00 PM	478.06	80%	<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		Se cambió la estación de monitoreo a una ladera hacia el sur. Aquí, existe una gran variedad de plantas, sin una clara predominancia de alguna de ellas.
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Solanum montanum</i>	Papa Silvestre	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	Sí	Evidencia de captación de agua en flores y hojas	
				<i>Solanum peruvianum</i>	Tomate silvestre	No		
				<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		
				<i>Oxalis corniculata</i>	Vinagrillo	No		
11/10/2015	4:25:00 PM	478.06	90%	<i>Acmella alba</i>	Flor de nieve	No		En este mes, la especie más abundante es <i>Acmella alba</i> "Flor de nieve"
				<i>Nicotiana paniculata</i>	Tabaco Silvestre	No		
				<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José	No		
				<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla	No		
				<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja	No		

Anexo 9: Datos de entrada para el programa PHREEQC

Description	pH	Temperature	CO3-2	Alkalinity	F	Cl	NO3-	SO4-2	NO2-
P1	8.31	16	0	98.432	0.6634	100.8304	31.4829	206.4381	1
P2	7.24	14.9	0	0	0	31.7189	25.5559	74.9069	0
P3	7.52	15.3	0	48.8634	0.6079	72.545	33.7979	261.0565	1.8443
P4	7.81	14.1	0	37.8581	0	30.418	16.0366	108.9146	1.5022
P5	6.34	18	0	14.0534	0	8.5929	7.0187	24.4579	0
P6	6.34	16.7	0	62.9554	0	57.5913	18.1994	172.9048	2.1815
P7	8.12	17.1	0	127.7389	1.0012	208.0729	68.197	402.8808	1.6305

Continuación

Description	Na	Mg	K	Ca	Sr	Li	Si	Ag	Al
P1	99.7586	9.5576	12.8792	110.402	0.301	0	35.0897	0	0
P2	22.1942	2.5942	3.7463	50.6525	0.0932	0	8.9539	0	0.1322
P3	66.0344	6.7125	7.0998	109.198	0.2458	0	20.5811	0	0
P4	11.8534	2.3139	2.7229	59.0836	0.1069	0	10.1614	0	0.0289
P5	5.6572	1.2091	2.6059	12.2037	0	0	1.5714	0	0.1038
P6	45.8595	3.9796	7.5412	84.2031	0.1871	0	18.4882	0	0.112
P7	107.114	17.1232	15.3914	184.825	0.5339	0	51.0448	0	0

Continuación

Description	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
P1	0.0156	0.0924	0.0238	0	0	0	0	0.0127	0.0302
P2	0	0	0.017	0	0	0	0	0.011	0.0748
P3	0	0.0605	0.0332	0	0	0	0	0.0204	0.0251
P4	0	0	0.0167	0	0	0	0	0.0057	0.0152
P5	0	0	0.0118	0	0	0	0	0.0066	0.0947
P6	0	0	0.0229	0	0	0	0	0.0097	0.0657
P7	0.0136	0.1325	0.0284	0	0	0	0.0138	0.0137	0.0123

Continuación

Description	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Tl	U	V	Zn
P1	0.0808	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0578
P2	0.0631	0	0	0.0247	0	0	0	0	0	0	0.3005
P3	0.1157	0	0	0	0.0079	0	0	0	0	0	0.4595
P4	0.0518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2053
P5	0.113	0	0	0.0363	0	0	0	0	0	0	0.5803
P6	0.1514	0	0	0.0244	0	0	0	0	0	0	0.2955
P7	0.0163	0.0054	0	0.0103	0	0	0	0	0	0.0341	0.0646

Anexo 10: Análisis de muestras duplicadas

Análisis de muestras duplicadas para el mes de agosto

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
CO3 Total	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Total	mg/L	1	5	48	44	9.07
F Total	mg/L	0.5	2.5	0.5	0.5	0.00
Cl Total	mg/L	0.5	2.5	34.9	35.2	0.72
NO3 Total	mg/L	1	5	26	25	3.55
SO4 Total	mg/L	2	10	81	82	0.34
NO2 Total	mg/L	1	5	1	1	9.32
Na Total	mg/L	0.1	0.5	27.8	24.1	13.95
Mg Total	mg/L	0.1	0.5	4.6	3.1	38.00
K Total	mg/L	0.2	1	4.3	4.1	6.53
Ca Total	mg/L	0.3	1.5	51.4	54.3	5.53
Sr Total	mg/L	0.02	0.1	0.11	0.11	1.10
Li Total	mg/L	0.02	0.1	0.02	0.02	0.00
SiO2 Total	mg/L	0.5	2.5	10.9	10.3	5.44
Ag Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Al Total	mg/L	0.02	0.1	0.45	1.46	105.15
As Total	mg/L	0.01	0.05	0.01	0.01	0.00
B Total	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Ba Total	mg/L	0.003	0.015	0.020	0.022	11.76
Be Total	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Bi Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Cd Total	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Ce Total	mg/L	0.03	0.15	0.03	0.03	0.00
Co Total	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Cr Total	mg/L	0.01	0.05	0.01	0.01	0.00
Cu Total	mg/L	0.002	0.01	0.012	0.017	33.44
Fe Total	mg/L	0.01	0.05	0.21	0.46	74.93
La Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Mn Total	mg/L	0.001	0.005	0.070	0.085	18.36
Mo Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Ni Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Pb Total	mg/L	0.005	0.025	0.026	0.079	102.07

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
S Total	mg/L	0.5	2.5	37.4	39.3	4.92
Sb Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Se Total	mg/L	0.03	0.15	0.03	0.03	0.00
Sn Total	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	4.17
Th Total	mg/L	0.05	0.25	0.050	0.050	0.00
Ti Total	mg/L	0.005	0.025	0.016	0.054	109.11
Tl Total	mg/L	0.02	0.1	0.020	0.020	0.00
U Total	mg/L	0.05	0.25	0.050	0.050	0.00
V Total	mg/L	0.02	0.1	0.020	0.020	0.00
W Total	mg/L	0.05	0.25	0.050	0.050	0.00
Y Total	mg/L	0.02	0.1	0.020	0.020	0.00
Zn Total	mg/L	0.003	0.015	0.308	0.346	11.61
CO3 Disuelto	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Disuelto	mg/L	1	5	1	39	190.12
F Disuelto	mg/L	0.5	2.5	0.5	0.5	0.00
Cl Disuelto	mg/L	0.5	2.5	31.7	35.2	10.28
NO3 Disuelto	mg/L	1	5	26	25	3.55
SO4 Disuelto	mg/L	2	10	75	82	8.67
NO2 Disuelto	mg/L	1	5	1	1	12.72
Na Disuelto	mg/L	0.1	0.5	22.2	19.6	12.31
Mg Disuelto	mg/L	0.1	0.5	2.6	2.4	7.84
K Disuelto	mg/L	0.2	1	3.7	3.4	9.37
Ca Disuelto	mg/L	0.3	1.5	50.7	47.3	6.86
Sr Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.09	0.09	1.59
Li Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.02	0.02	0.00
SiO2 Disuelto	mg/L	0.5	2.5	9.0	8.6	4.48
Ag Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Al Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.13	0.33	84.77
As Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.01	0.01	0.00
B Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Ba Disuelto	mg/L	0.003	0.015	0.017	0.020	15.39
Be Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Bi Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Cd Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Ce Disuelto	mg/L	0.03	0.15	0.03	0.03	0.00

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
Co Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.001	0.001	0.00
Cr Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.01	0.01	0.00
Cu Disuelto	mg/L	0.002	0.01	0.011	0.013	15.08
Fe Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.07	0.19	85.65
La Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Mn Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.063	0.068	7.72
Mo Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Ni Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Pb Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.025	0.068	93.15
S Disuelto	mg/L	0.5	2.5	34.4	36.3	5.63
Sb Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Se Disuelto	mg/L	0.03	0.15	0.03	0.03	0.00
Sn Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.005	0.00
Th Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Ti Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.005	0.009	61.18
Tl Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.02	0.02	0.00
U Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
V Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.02	0.02	0.00
W Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Y Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.02	0.02	0.00
Zn Disuelto	mg/L	0.003	0.015	0.301	0.333	10.29

Análisis de muestras duplicadas para el mes de setiembre

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P7	P8	DPR (%)
CO3 Total	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Total	mg/L	1	5	97	100	3.08
F Total	mg/L	0.2	1	0.4	0.4	3.90
Cl Total	mg/L	0.2	1	69.8	70.3	0.75
NO3 Total	mg/L	0.5	2.5	20.8	21.4	2.83
SO4 Total	mg/L	1	5	162	169	4.34
NO2 Total	mg/L	0.5	2.5	0.7	0.9	18.14
Na Total	mg/L	0.1	0.5	43.5	44.6	2.54
Mg Total	mg/L	0.1	0.5	8.1	8.5	4.90
K Total	mg/L	0.2	1	12.2	11.7	4.19
Ca Total	mg/L	0.3	1.5	93.0	89.4	3.97
Sr Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.4010	0.5004	22.05
Li Total	mg/L	0.0004	0.002	0.0074	0.0084	12.99
SiO2 Total	mg/L	0.5	2.5	56.4	55.1	2.27
Ag Total	mg/L	0.0003	0.0015	0.0003	0.0003	0.00
Al Total	mg/L	0.005	0.025	0.210	0.172	19.67
As Total	mg/L	0.001	0.005	0.005	0.004	40.18
B Total	mg/L	0.05	0.25	0.09	0.10	10.28
Ba Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0194	0.0175	10.10
Be Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Bi Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Cd Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Ce Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Co Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0004	0.0004	1.25
Cr Total	mg/L	0.001	0.005	0.019	0.018	7.79
Cu Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0091	0.0096	5.76
Fe Total	mg/L	0.01	0.05	0.14	0.14	3.19
La Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Mn Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0064	0.0056	13.51
Mo Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0036	0.0039	10.13
Ni Total	mg/L	0.0007	0.0035	0.0030	0.0027	12.01
Pb Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0014	0.0014	0.23
S Total	mg/L	0.3	1.5	67.4	65.9	2.20
Sb Total	mg/L	0.0008	0.004	0.0018	0.0023	20.73

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P7	P8	DPR (%)
Se Total	mg/L	0.002	0.01	0.005	0.006	11.71
Sn Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0011	0.0010	7.70
Th Total	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Ti Total	mg/L	0.0006	0.003	0.0074	0.0078	6.08
Tl Total	mg/L	0.0001	0.00025	0.0001	0.0001	0.00
U Total	mg/L	0.0001	0.00025	0.0002	0.0003	16.09
V Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0294	0.0310	5.26
W Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
Y Total	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
Zn Total	mg/L	0.001	0.005	0.011	0.012	4.27
CO3 Disuelto	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Disuelto	mg/L	1	5	97	98	1.23
F Disuelto	mg/L	0.2	1	0.3	0.4	9.29
Cl Disuelto	mg/L	0.2	1	69.8	70.3	0.75
NO3 Disuelto	mg/L	0.5	2.5	20.8	21.4	2.83
SO4 Disuelto	mg/L	1	5	162	169	4.34
NO2 Disuelto	mg/L	0.5	2.5	0.7	0.9	18.14
Na Disuelto	mg/L	0.1	0.5	42.5	39.9	6.50
Mg Disuelto	mg/L	0.1	0.5	7.4	6.9	7.61
K Disuelto	mg/L	0.2	1	11.2	11.0	1.75
Ca Disuelto	mg/L	0.3	1.5	92.5	89.1	3.68
Sr Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.3804	0.3714	2.40
Li Disuelto	mg/L	0.0004	0.002	0.0071	0.0068	4.98
SiO2 Disuelto	mg/L	0.5	2.5	55.1	54.9	0.34
Ag Disuelto	mg/L	0.0003	0.0015	0.0003	0.0003	0.00
Al Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.015	0.015	0.70
As Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.004	0.003	5.01
B Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.08	0.08	0.78
Ba Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0185	0.0175	5.68
Be Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Bi Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Cd Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Ce Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Co Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0003	0.0004	31.84

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P7	P8	DPR (%)
Cr Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.015	0.015	3.59
Cu Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0084	0.0085	2.07
Fe Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.01	0.01	1.73
La Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Mn Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0047	0.0044	6.30
Mo Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0032	0.0033	5.06
Ni Disuelto	mg/L	0.0007	0.0035	0.0020	0.0026	26.07
Pb Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
S Disuelto	mg/L	0.3	1.5	67.4	64.5	4.35
Sb Disuelto	mg/L	0.0008	0.004	0.0017	0.0014	17.39
Se Disuelto	mg/L	0.002	0.01	0.002	0.002	1.31
Sn Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
Th Disuelto	mg/L	0.0002	0.001	0.0002	0.0002	0.00
Ti Disuelto	mg/L	0.0006	0.003	0.0024	0.0030	19.52
Tl Disuelto	mg/L	0.0001	0.00025	0.0001	0.0001	0.00
U Disuelto	mg/L	0.0001	0.00025	0.0002	0.0002	2.94
V Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0281	0.0277	1.39
W Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
Y Disuelto	mg/L	0.0005	0.0025	0.0005	0.0005	0.00
Zn Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.008	0.007	7.36

Análisis de muestras duplicadas para el mes de octubre

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
CO3 Total	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Total	mg/L	1	5	56	57	2.89
F Total	mg/L	0.5	2.5	0.3	0.3	3.15
Cl Total	mg/L	1	2.5	61.9	63.2	2.15
NO3 Total	mg/L	1.0	5	20.6	20.9	1.63
SO4 Total	mg/L	2	10	122	122	0.08
NO2 Total	mg/L	1.0	5	1.1	1.0	9.59
Na Total	mg/L	0	0.5	38.3	38.4	0.40
Mg Total	mg/L	0	0.5	6.5	6.6	1.04
K Total	mg/L	0	1	15.0	16.1	6.66
Ca Total	mg/L	0	1.5	55.9	56.3	0.77
Sr Total	mg/L	0.02	0.1	0.1305	0.1313	0.58
Li Total	mg/L	0.0200	0.1	0.0034	0.0032	5.68
SiO2 Total	mg/L	0.5	2.5	11.3	11.3	0.49
Ag Total	mg/L	0	0.025	0.0003	0.0003	0.00
Al Total	mg/L	0.020	0.1	0.197	0.207	5.28
As Total	mg/L	0.010	0.05	0.006	0.006	5.10
B Total	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Ba Total	mg/L	0.0030	0.015	0.0103	0.0106	2.44
Be Total	mg/L	0.0010	0.005	0.0002	0.0002	0.00
Bi Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0002	0.0002	0.00
Cd Total	mg/L	0.0010	0.005	0.0004	0.0004	1.30
Ce Total	mg/L	0.0300	0.15	0.0002	0.0002	0.00
Co Total	mg/L	0.0010	0.005	0.0007	0.0007	0.18
Cr Total	mg/L	0.010	0.05	0.001	0.001	1.63
Cu Total	mg/L	0.0020	0.01	0.0301	0.0298	1.09
Fe Total	mg/L	0.01	0.05	0.12	0.13	6.28
La Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0002	0.0002	0.00
Mn Total	mg/L	0.0010	0.005	0.0998	0.0990	0.75
Mo Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0016	0.0016	1.64
Ni Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0031	0.0031	0.13
Pb Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0021	0.0020	0.61
S Total	mg/L	1	2.5	42.5	43.8	3.14
Sb Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0018	0.0018	3.10

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
Se Total	mg/L	0.030	0.15	0.006	0.006	8.36
Sn Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0012	0.0013	5.82
Th Total	mg/L	0.0500	0.25	0.0002	0.0002	0.00
Ti Total	mg/L	0.0050	0.025	0.0071	0.0075	5.40
Tl Total	mg/L	0.0200	0.1	0.0001	0.0001	3.03
U Total	mg/L	0.0500	0.25	0.0001	0.0001	0.00
V Total	mg/L	0.0200	0.1	0.0057	0.0057	0.71
W Total	mg/L	0.0500	0.25	0.0005	0.0005	0.00
Y Total	mg/L	0.0200	0.1	0.0005	0.0005	0.00
Zn Total	mg/L	0.003	0.015	0.218	0.216	1.17
CO3 Disuelto	mg/L	1	5	1	1	0.00
HCO3 Disuelto	mg/L	1	5	55	56	0.41
F Disuelto	mg/L	0.5	2.5	0.3	0.3	3.15
Cl Disuelto	mg/L	0.5	2.5	61.9	63.2	2.15
NO3 Disuelto	mg/L	1	5	20.6	20.9	1.63
SO4 Disuelto	mg/L	2	10	122	122	0.08
NO2 Disuelto	mg/L	1	5	1.0	1.0	3.18
Na Disuelto	mg/L	0.1	0.5	36.2	35.5	1.90
Mg Disuelto	mg/L	0.1	0.5	6.2	6.6	5.55
K Disuelto	mg/L	0.2	1	14.0	14.8	5.21
Ca Disuelto	mg/L	0.3	1.5	55.4	55.9	0.97
Sr Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.1262	0.1242	1.65
Li Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.0028	0.0028	0.39
SiO2 Disuelto	mg/L	0.5	2.5	10.9	10.8	1.44
Ag Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0003	0.0003	0.00
Al Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.009	0.008	11.34
As Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.004	0.004	1.39
B Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.05	0.05	0.00
Ba Disuelto	mg/L	0.003	0.015	0.0103	0.0103	0.09
Be Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.0002	0.0002	0.00
Bi Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0002	0.0002	0.00
Cd Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.0003	0.0003	1.24
Ce Disuelto	mg/L	0.03	0.15	0.0002	0.0002	0.00
Co Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.0006	0.0006	2.50
Cr Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.001	0.001	0.00

Continuación

Parámetros	Unidades	Límite de detección (LD)	Valor de comparación (5 LD)	P2	P8	DPR (%)
Cu Disuelto	mg/L	0.002	0.01	0.0288	0.0298	3.26
Fe Disuelto	mg/L	0.01	0.05	0.02	0.01	20.98
La Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0002	0.0002	0.00
Mn Disuelto	mg/L	0.001	0.005	0.0960	0.0987	2.82
Mo Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0014	0.0015	4.22
Ni Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0027	0.0027	0.69
Pb Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0009	0.0010	1.76
S Disuelto	mg/L	0.5	2.5	41.9	43.6	3.98
Sb Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0013	0.0013	2.83
Se Disuelto	mg/L	0.03	0.15	0.003	0.003	3.70
Sn Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0008	0.0008	0.99
Th Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.0002	0.0002	0.00
Ti Disuelto	mg/L	0.005	0.025	0.0019	0.0020	4.94
Tl Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.0001	0.0001	4.24
U Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.0001	0.0001	0.00
V Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.0053	0.0053	0.50
W Disuelto	mg/L	0.05	0.25	0.0005	0.0005	0.00
Y Disuelto	mg/L	0.02	0.1	0.0005	0.0005	0.00
Zn Disuelto	mg/L	0.003	0.015	0.134	0.133	1.05

Anexo 11: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, DS 015-2015-MINAM

Parámetros	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua DS 015-2015-MINAM		
	ECA 2015 Cat.1-A A1	ECA 2015 Cat.3 D1	ECA 2015 Cat.3 D2
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
CE (µS/cm)	1500	2500	5000
STD (mg/L)	1000		
HCO3 Total		518	
F Total	1.5	1.0	
Cl Total	250	500	
NO3 Total	50	100	100
SO4 Total	250	1000	1000
NO2 Total	3.0	10.0	10.0
Mg Total			250.0
Li Total		2.50	2.50
Al Total	0.9	5.0	5.0
As Total	0.01	0.10	0.20
B Total	2.40	1.00	5.00
Ba Total	0.70	0.70	
Be Total	0.012	0.10	0.10
Cd Total	0.003	0.01	0.05
Co Total		0.05	1.00
Cr Total	0.05	0.10	1.00
Cu Total	2.0	0.20	0.50
Fe Total	0.3	5.00	
Mn Total	0.4	0.20	0.20
Mo Total	0.07		
Ni Total	0.07	0.20	1.00
Pb Total	0.01	0.05	0.05
Sb Total	0.02		
Se Total	0.04	0.02	0.05
U Total	0.02		
Zn Total	3.0	2.0	24.0

**Anexo 12: Concentraciones de elementos y compuestos químicos en el agua de niebla,
agua de mar y blanco de campo**

**Concentraciones de elementos y compuestos químicos en el agua de niebla, agua de
mar y blanco de campo para el mes de agosto**

Parámetros	Estaciones de monitoreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
pH	8.31	7.24	7.52	7.81	6.34	6.34	8.12		7.96
Temp. Agua (°C)	16.0	14.9	15.3	14.1	18.0	16.7	17.1		16.3
CE (µS/cm)	771.9	384.7	799.6	431.3	149	638	1569		53570
STD (mg/L)									
CO3 Total (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Total (mg/L)	114	48	52	42	16	65	131	6	169
F Total (mg/L)	0.7	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	<0.5	0.7
Cl Total (mg/L)	100.9	34.9	72.5	30.7	9.7	60.3	213.1	<0.5	20733
NO3 Total (mg/L)	31	26	34	16	8	18	68	<1	2
SO4 Total (mg/L)	207	81	265	110	28	175	406	<2	2812
NO2 Total (mg/L)	<1	1	2	4	<1	3	2	<1	<1
Na Total (mg/L)	103.9	27.8	75.5	14.5	7.5	49.3	122.2	0.7	10814
Mg Total (mg/L)	10.0	4.6	7.6	3.5	1.5	4.2	19.1	<0.1	1206.2
K Total (mg/L)	13.1	4.3	7.9	3.6	2.8	8.2	17.5	<0.2	472.0
Ca Total (mg/L)	110.9	51.4	125.4	63.3	12.2	92.3	191.3	1.5	433.8
Sr Total (mg/L)	0.35	0.11	0.28	0.14	0.02	0.20	0.62	<0.02	7.04
Li Total (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.17
SiO2 Total (mg/L)	38.4	10.9	24.1	13.4	2.2	21.9	55.4	<0.5	1.5
Ag Total (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Al Total (mg/L)	1.65	0.45	0.97	2.77	0.30	0.47	0.40	<0.02	0.30
As Total (mg/L)	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.10
B Total (mg/L)	0.10	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	0.14	<0.05	4.00
Ba Total (mg/L)	0.025	0.020	0.038	0.027	0.013	0.023	0.033	<0.003	0.009
Be Total (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Bi Total (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cd Total (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ce Total (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Co Total (mg/L)	<0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
Cr Total (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Cu Total (mg/L)	0.016	0.012	0.027	0.021	0.009	0.011	0.017	<0.002	0.030
Fe Total (mg/L)	0.38	0.21	0.33	0.72	0.20	0.14	0.17	0.02	0.04
La Total (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Mn Total (mg/L)	0.083	0.070	0.139	0.103	0.130	0.167	0.023	<0.001	0.004
Mo Total (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	0.016
Ni Total (mg/L)	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006
Pb Total (mg/L)	0.006	0.026	0.022	0.034	0.037	0.025	0.023	<0.005	0.005
S Total (mg/L)	88.4	37.4	117.4	50.4	13.4	72.8	185.0	<0.5	1152.6
Sb Total (mg/L)	0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Se Total (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Sn Total (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006
Th Total (mg/L)	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Ti Total (mg/L)	0.061	0.016	0.042	0.117	0.010	0.018	0.019	<0.005	0.040
Tl Total (mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
U Total (mg/L)	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
V Total (mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.04	<0.020	<0.020
W Total (mg/L)	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Y Total (mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Zn Total (mg/L)	0.078	0.308	0.497	0.322	0.613	0.322	0.115	0.010	0.013
CO3 Disuelto (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Disuelto (mg/L)	98	<1	49	38	14	63	128	5	156
F Disuelto (mg/L)	0.7	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	<0.5	0.7
Cl Disuelto (mg/L)	100.8	31.7	72.5	30.4	8.6	57.6	208.1	<0.5	20484
NO3 Disuelto (mg/L)	31	26	34	16	7	18	68	<1	<1
SO4 Disuelto (mg/L)	206	75	261	109	24	173	403	<2	2799
NO2 Disuelto (mg/L)	1	<1	2	2	<1	2	2	<1	<1
Na Disuelto (mg/L)	99.8	22.2	66.0	11.9	5.7	45.9	107.1	0.7	10243
Mg Disuelto (mg/L)	9.6	2.6	6.7	2.3	1.2	4.0	17.1	<0.1	1182.0
K Disuelto (mg/L)	12.9	3.7	7.1	2.7	2.6	7.5	15.4	<0.2	435.5
Ca Disuelto (mg/L)	110.4	50.7	109.2	59.1	12.2	84.2	184.8	1.1	412.0
Sr Disuelto (mg/L)	0.30	0.09	0.25	0.11	<0.02	0.19	0.53	<0.02	6.99
Li Disuelto (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.17
SiO2 Disuelto (mg/L)	35.1	9.0	20.6	10.2	1.6	18.5	51.0	<0.5	1.4

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
Ag Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Al Disuelto (mg/L)	<0.02	0.13	<0.02	0.03	0.10	0.11	<0.02	<0.02	<0.02
As Disuelto (mg/L)	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.09
B Disuelto (mg/L)	0.09	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	0.13	<0.05	3.69
Ba Disuelto (mg/L)	0.024	0.017	0.033	0.017	0.012	0.023	0.028	<0.003	0.008
Be Disuelto (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Bi Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cd Disuelto (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ce Disuelto (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Co Disuelto (mg/L)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002
Cr Disuelto (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Cu Disuelto (mg/L)	0.013	0.011	0.020	0.006	0.007	0.010	0.014	<0.002	0.030
Fe Disuelto (mg/L)	0.03	0.07	0.03	0.02	0.09	0.07	0.01	<0.01	<0.01
La Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Mn Disuelto (mg/L)	0.081	0.063	0.116	0.052	0.113	0.151	0.016	<0.001	0.002
Mo Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.015
Ni Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006
Pb Disuelto (mg/L)	<0.005	0.025	<0.005	<0.005	0.036	0.024	0.010	<0.005	<0.005
S Disuelto (mg/L)	84.8	34.4	109.3	48.7	12.1	70.8	164.6	<0.5	1041.2
Sb Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Se Disuelto (mg/L)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Sn Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Th Disuelto (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ti Disuelto (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.017
Tl Disuelto (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
U Disuelto (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
V Disuelto (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02
W Disuelto (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Y Disuelto (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Zn Disuelto (mg/L)	0.058	0.301	0.460	0.205	0.580	0.295	0.065	0.007	0.008

Concentraciones de elementos y compuestos químicos en el agua de niebla, agua de mar y blanco de campo para el mes de setiembre

Parámetros	Estaciones de monitoreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
pH	8.79	7.45	7.47	7.70	6.99	7.26	8.70		7.50
Temp. Agua (°C)	18.2	16.0	14.7	17.9	17.0	23.0	15.4		17.9
CE (µS/cm)	770	500	790	370	240	620	970		
STD (mg/L)	390	250	390	190	120	310	490		
CO3 Total (mg/L)	4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Total (mg/L)	107	90	92	56	24	82	97	5	149
F Total (mg/L)	0.3	<0.2	0.4	<0.2	<0.2	0.3	0.4	<0.2	1.4
Cl Total (mg/L)	28.8	24.6	45.2	20.7	14.7	37.9	69.8	<0.2	19896
NO3 Total (mg/L)	18.8	11.1	18.9	9.1	18.2	21.0	20.8	<0.5	<0.5
SO4 Total (mg/L)	224	108	215	80	44	146	162	<1	2799
NO2 Total (mg/L)	1.7	1.2	1.0	0.7	0.8	0.8	0.7	<0.5	<0.5
Na Total (mg/L)	18.1	14.8	28.1	16.7	12.2	22.6	43.5	0.8	9930
Mg Total (mg/L)	4.7	3.9	6.8	3.7	2.1	5.6	8.1	<0.1	1230
K Total (mg/L)	12.4	8.5	9.9	2.7	1.7	5.6	12.2	<0.2	416.0
Ca Total (mg/L)	123	65.8	112	49.1	24.0	83.2	93.0	1.3	398
Sr Total (mg/L)	0.4332	0.1707	0.3199	0.1039	0.0508	0.2210	0.4010	0.00	7.11
Li Total (mg/L)	0.0072	0.0028	0.0061	0.0019	0.0012	0.0040	0.0074	<0.0004	0.1878
SiO2 Total (mg/L)	70.9	19.1	27.4	14.2	4.9	20.9	56.4	<0.5	1.4
Ag Total (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Al Total (mg/L)	0.107	0.241	0.459	0.216	0.410	0.114	0.210	0.013	0.525
As Total (mg/L)	0.005	0.004	0.005	0.002	0.002	0.003	0.005	<0.001	0.053
B Total (mg/L)	0.07	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	0.05	0.09	<0.05	5.81
Ba Total (mg/L)	0.0201	0.0157	0.0295	0.0127	0.0170	0.0196	0.0194	<0.0005	0.0070
Be Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bi Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0002
Cd Total (mg/L)	<0.0002	0.0002	0.0003	<0.0002	0.0005	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ce Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	0.0003	<0.0002	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0003
Co Total (mg/L)	0.0004	0.0007	0.0006	<0.0002	0.0003	0.0004	0.0004	<0.0002	0.0048
Cr Total (mg/L)	0.026	0.006	0.008	0.005	0.005	0.007	0.019	0.002	<0.001
Cu Total (mg/L)	0.0097	0.0212	0.0234	0.0065	0.0072	0.0159	0.0091	<0.0005	0.0142
Fe Total (mg/L)	0.09	0.16	0.32	0.13	0.30	0.07	0.14	<0.01	0.27
La Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
Mn Total (mg/L)	0.0047	0.0594	0.0310	0.0097	0.0321	0.0186	0.0064	<0.0002	0.0129
Mo Total (mg/L)	0.0045	0.0015	0.0027	0.0009	0.0010	0.0022	0.0036	<0.0002	0.0101
Ni Total (mg/L)	0.0036	0.0035	0.0047	0.0017	0.0019	0.0032	0.0030	<0.0007	0.0114
Pb Total (mg/L)	0.0024	0.0032	0.0042	0.0024	0.0067	0.0018	0.0014	<0.0005	<0.0005
S Total (mg/L)	80.2	39.7	72.6	29.5	16.4	52.8	67.4	<0.3	968
Sb Total (mg/L)	0.0019	0.0019	0.0026	0.0020	0.0022	0.0022	0.0018	<0.0008	0.0008
Se Total (mg/L)	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	<0.002	<0.002
Sn Total (mg/L)	0.0009	0.0011	0.0015	0.0008	0.0011	0.0014	0.0011	<0.0005	<0.0010
Th Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ti Total (mg/L)	0.0054	0.0096	0.0204	0.0075	0.0156	0.0050	0.0074	<0.0006	0.0567
Tl Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0008
U Total (mg/L)	0.0001	0.0002	0.0004	0.0002	<0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0025
V Total (mg/L)	0.0425	0.0105	0.0154	0.0064	<0.0047	0.0095	0.0294	<0.0005	0.0342
W Total (mg/L)	0.0021	0.0017	0.0012	<0.0005	0.0007	0.0009	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Y Total (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Zn Total (mg/L)	0.006	0.120	0.197	0.052	0.205	0.133	0.011	0.002	0.021
CO3 Disuelto (mg/L)	2.5344	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Disuelto (mg/L)	107	90	92	56	24	81	97	6	149
F Disuelto (mg/L)	0.3	<0.2	0.4	<0.2	<0.2	0.3	0.3	<0.2	1.4
Cl Disuelto (mg/L)	28.7	24.4	45.2	20.6	14.1	37.8	69.8	<0.2	19357
NO3 Disuelto (mg/L)	18.4	10.0	17.8	9.1	17.0	20.7	20.8	<0.5	<0.5
SO4 Disuelto (mg/L)	223	108	214	80	43	146	162	<1	2799
NO2 Disuelto (mg/L)	1.7	1.2	1.0	0.6	0.7	0.8	0.7	<0.5	<0.5
Na Disuelto (mg/L)	17.5	13.7	25.7	12.8	11.2	21.3	42.5	0.8	9705
Mg Disuelto (mg/L)	4.6	3.6	6.4	3.0	1.9	5.2	7.4	<0.1	1176
K Disuelto (mg/L)	11.9	7.9	9.2	2.6	1.7	5.3	11.2	<0.2	409
Ca Disuelto (mg/L)	120	62.0	105	45.5	22.3	79.2	92.5	1.2	395
Sr Disuelto (mg/L)	0.3569	0.1561	0.2916	0.0937	0.0486	0.2022	0.3804	<0.0005	6.9376
Li Disuelto (mg/L)	0.0066	0.0026	0.0055	0.0018	0.0009	0.0038	0.0071	<0.0004	0.1788
SiO2 Disuelto (mg/L)	67.4	18.7	26.2	14.0	4.6	19.6	55.1	<0.5	1.2
Ag Disuelto (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Al Disuelto (mg/L)	<0.005	0.026	0.024	0.040	0.022	0.018	0.015	<0.005	<0.005
As Disuelto (mg/L)	0.004	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.004	<0.001	0.051

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
B Disuelto (mg/L)	0.07	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	5.71
Ba Disuelto (mg/L)	0.0177	0.0143	0.0244	0.0111	0.0150	0.0191	0.0185	<0.0005	0.0061
Be Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bi Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cd Disuelto (mg/L)	<0.0002	0.0002	0.0002	<0.0002	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ce Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Co Disuelto (mg/L)	0.0002	0.0005	0.0003	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0003	<0.0002	0.0030
Cr Disuelto (mg/L)	0.019	0.003	0.004	0.002	<0.001	0.002	0.015	<0.001	<0.001
Cu Disuelto (mg/L)	0.0070	0.0197	0.0214	0.0052	0.0050	0.0151	0.0084	<0.0005	0.0106
Fe Disuelto (mg/L)	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
La Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Mn Disuelto (mg/L)	0.0011	0.0550	0.0217	0.0057	0.0257	0.0158	0.0047	<0.0002	0.0115
Mo Disuelto (mg/L)	0.0036	0.0013	0.0023	0.0008	0.0008	0.0019	0.0032	<0.0002	0.0099
Ni Disuelto (mg/L)	0.0020	0.0026	0.0034	0.0012	0.0014	0.0026	0.0020	<0.0007	0.0090
Pb Disuelto (mg/L)	<0.0005	0.0008	0.0008	<0.0005	0.0007	0.0008	<0.0005	<0.0005	<0.0005
S Disuelto (mg/L)	76.7	37.0	72.2	28.7	16.3	52.0	67.4	<0.3	943
Sb Disuelto (mg/L)	0.0016	0.0015	0.0026	0.0016	0.0017	0.0016	0.0017	<0.0008	<0.0008
Se Disuelto (mg/L)	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002
Sn Disuelto (mg/L)	<0.0005	0.0006	0.0009	<0.0005	<0.0005	0.0008	<0.0005	<0.0005	0.0009
Th Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ti Disuelto (mg/L)	0.0020	0.0022	0.0033	0.0012	0.0010	0.0022	0.0024	<0.0006	0.0406
Tl Disuelto (mg/L)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002
U Disuelto (mg/L)	0.0001	0.0002	0.0004	0.0001	<0.0001	0.0003	0.0002	<0.0001	0.0021
V Disuelto (mg/L)	0.0371	0.0097	0.0137	0.0056	0.0038	0.0093	0.0281	<0.0005	0.0306
W Disuelto (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Y Disuelto (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Zn Disuelto (mg/L)	0.005	0.071	0.130	0.033	0.106	0.075	0.008	0.001	0.020

Concentraciones de elementos y compuestos químicos en el agua de niebla, agua de mar y blanco de campo para el mes de octubre

Parámetros	Estaciones de monitoreo								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
pH	7.45	6.75	7.05	7.00	6.75	7.09	7.78		7.45
Temp. Agua (°C)	18.7	17.1	16.0	21.7	19.0	25.0	18.9		17.2
CE (µS/cm)	1270	690	320	410	240	1150	2250		
STD (mg/L)	640	350	160	200	120	570	1130		
CO3 Total (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Total (mg/L)	70	56	45	35	21	78	113	2	129
F Total (mg/L)	0.5	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	0.6	1.2	<0.2	1.0
Cl Total (mg/L)	95.9	61.9	9.4	29.4	7.8	141	336	0.4	19917
NO3 Total (mg/L)	26.0	20.6	5.3	10.0	12.1	41.9	80.1	<0.5	2.4
SO4 Total (mg/L)	231	122	77	89	52	207	443	<1	2845
NO2 Total (mg/L)	0.7	1.1	0.6	<0.5	0.7	1.3	1.3	<0.5	<0.5
Na Total (mg/L)	38.9	38.3	7.1	21.1	12.8	84.7	189	0.5	10612
Mg Total (mg/L)	7.2	6.5	1.7	3.4	2.2	12.1	24.6	<0.1	1250
K Total (mg/L)	7.0	15.0	6.5	2.6	1.8	9.2	19.7	<0.2	466
Ca Total (mg/L)	109	55.9	44.0	47.7	25.1	105	202	0.5	395
Sr Total (mg/L)	0.2286	0.1305	0.0807	0.0959	0.0553	0.2874	0.6697	<0.0005	7.68
Li Total (mg/L)	0.0054	0.0034	0.0020	0.0023	0.0025	0.0075	0.0156	<0.0004	0.2614
SiO2 Total (mg/L)	30.4	11.3	5.8	7.9	4.7	18.4	47.9	<0.5	2.6
Ag Total (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Al Total (mg/L)	0.510	0.197	0.750	0.514	2.89	0.367	0.602	0.014	0.412
As Total (mg/L)	0.006	0.006	0.003	0.003	0.003	0.006	0.013	<0.001	0.038
B Total (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.11	<0.05	3.10
Ba Total (mg/L)	0.0159	0.0103	0.0120	0.0131	0.0290	0.0221	0.0296	<0.0005	0.0073
Be Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bi Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cd Total (mg/L)	<0.0002	0.0004	0.0002	0.0003	0.0005	0.0004	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ce Total (mg/L)	0.0003	<0.0002	0.0004	0.0003	0.0014	<0.0002	0.0003	<0.0002	0.0002
Co Total (mg/L)	0.0004	0.0007	0.0003	0.0003	0.0012	0.0007	0.0008	<0.0002	0.0024
Cr Total (mg/L)	0.005	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.011	<0.001	0.002
Cu Total (mg/L)	0.0101	0.0301	0.0160	0.0082	0.0188	0.0213	0.0229	<0.0005	0.0289
Fe Total (mg/L)	0.18	0.12	0.21	0.19	0.47	0.15	0.18	0.01	0.17
La Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	0.0007	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
Mn Total (mg/L)	0.0222	0.0998	0.0174	0.0271	0.0973	0.0636	0.0187	0.0002	0.0036
Mo Total (mg/L)	0.0020	0.0016	0.0006	0.0008	0.0011	0.0029	0.0066	<0.0002	0.0109
Ni Total (mg/L)	0.0031	0.0031	0.0022	0.0018	0.0026	0.0038	0.0061	<0.0007	0.0054
Pb Total (mg/L)	0.0015	0.0021	0.0053	0.0039	0.0163	0.0034	0.0025	<0.0005	<0.0005
S Total (mg/L)	76.9	42.5	27.1	32.7	54.0	213	153	0.8	1214
Sb Total (mg/L)	0.0009	0.0018	0.0013	0.0012	0.0024	0.0030	0.0026	<0.0008	<0.0008
Se Total (mg/L)	0.006	0.006	<0.002	0.004	0.003	0.009	0.016	<0.002	<0.002
Sn Total (mg/L)	0.0010	0.0012	0.0010	0.0010	0.0019	0.0016	0.0014	<0.0005	0.0005
Th Total (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ti Total (mg/L)	0.0183	0.0071	0.0306	0.0185	0.1530	0.0155	0.0233	<0.0006	0.0458
Tl Total (mg/L)	0.0001	0.0001	<0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	<0.0001	<0.0001
U Total (mg/L)	0.0003	<0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	0.0003	0.0006	<0.0001	0.0025
V Total (mg/L)	0.0126	0.0057	0.0036	0.0037	0.0067	0.0080	0.0256	<0.0005	0.0379
W Total (mg/L)	0.0005	<0.0005	0.0006	<0.0005	<0.0005	0.0007	0.0011	<0.0005	<0.0005
Y Total (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0007	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Zn Total (mg/L)	0.033	0.218	0.292	0.097	0.176	0.203	0.026	0.001	0.019
CO3 Disuelto (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HCO3 Disuelto (mg/L)	66	55	42	35	21	76	110	2	127
F Disuelto (mg/L)	0.4	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	0.6	1.1	<0.2	1.0
Cl Disuelto (mg/L)	53.7	61.9	9.4	29.4	7.8	141	336	0.2	19748
NO3 Disuelto (mg/L)	14.4	20.6	5.3	10.0	12.1	41.9	80.1	<0.5	1.6
SO4 Disuelto (mg/L)	171	122	77	89	52	207	443	<1	2810
NO2 Disuelto (mg/L)	0.5	1.0	<0.5	<0.5	0.6	1.2	1.3	<0.5	<0.5
Na Disuelto (mg/L)	35.0	36.2	6.2	19.3	11.5	81.8	173	0.5	9686
Mg Disuelto (mg/L)	6.0	6.2	1.7	3.1	2.1	11.9	24.1	<0.1	1130
K Disuelto (mg/L)	6.6	14.0	6.1	2.5	1.6	9.1	18.4	<0.2	447
Ca Disuelto (mg/L)	89.7	55.4	43.2	46.1	24.7	103.0	200.0	0.4	372
Sr Disuelto (mg/L)	0.1774	0.1262	0.0750	0.0881	0.0395	0.2616	0.5766	<0.0005	6.82
Li Disuelto (mg/L)	0.0036	0.0028	0.0014	0.0016	0.0007	0.0058	0.0126	<0.0004	0.2206
SiO2 Disuelto (mg/L)	28.0	10.9	5.0	7.6	2.9	17.7	47.1	<0.5	1.4
Ag Disuelto (mg/L)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Al Disuelto (mg/L)	0.005	0.009	0.025	0.011	0.006	0.009	<0.005	<0.005	<0.005
As Disuelto (mg/L)	0.005	0.004	0.002	0.002	0.002	0.004	0.010	<0.001	0.037

Continuación

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9 Blanco de campo	P10 Mar
B Disuelto (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.10	<0.05	2.58
Ba Disuelto (mg/L)	0.0129	0.0103	0.0097	0.0116	0.0137	0.0221	0.0273	<0.0005	0.0060
Be Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bi Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Cd Disuelto (mg/L)	<0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	0.0004	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ce Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Co Disuelto (mg/L)	0.0002	0.0006	<0.0002	<0.0002	0.000	0.0006	0.0005	<0.0002	0.0016
Cr Disuelto (mg/L)	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.009	<0.001	<0.001
Cu Disuelto (mg/L)	0.0072	0.0288	0.0133	0.0058	0.0058	0.0183	0.0195	<0.0005	0.0272
Fe Disuelto (mg/L)	<0.01	0.02	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
La Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Mn Disuelto (mg/L)	0.0112	0.0960	0.0038	0.0208	0.0237	0.0403	0.0100	<0.0002	0.0013
Mo Disuelto (mg/L)	0.0015	0.0014	0.0005	0.0008	0.0008	0.0026	0.0057	<0.0002	0.0099
Ni Disuelto (mg/L)	0.0021	0.0027	0.0018	0.0015	0.0013	0.0033	0.0046	<0.0007	0.0047
Pb Disuelto (mg/L)	<0.0005	0.0009	0.0008	<0.0005	<0.0005	0.0014	<0.0005	<0.0005	<0.0005
S Disuelto (mg/L)	57.4	41.9	26.1	31.5	52.9	213	150	0.7	940
Sb Disuelto (mg/L)	0.0009	0.0013	0.0010	0.0009	0.0022	0.0023	0.0022	<0.0008	<0.0008
Se Disuelto (mg/L)	0.003	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	0.004	0.009	<0.002	<0.002
Sn Disuelto (mg/L)	<0.0005	0.0008	0.0006	0.0007	<0.0005	0.0012	0.0007	<0.0005	<0.0005
Th Disuelto (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ti Disuelto (mg/L)	0.0016	0.0019	0.0018	0.0009	0.0008	0.0027	0.0039	<0.0006	0.0359
Tl Disuelto (mg/L)	<0.0001	0.0001	<0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001
U Disuelto (mg/L)	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.0006	<0.0001	0.0025
V Disuelto (mg/L)	0.0102	0.0053	0.0024	0.0030	0.0023	0.0068	0.0221	<0.0005	0.0283
W Disuelto (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001	<0.0005	<0.0005
Y Disuelto (mg/L)	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Zn Disuelto (mg/L)	0.032	0.134	0.198	0.069	0.154	0.141	0.026	<0.001	0.019

Anexo 13: Concentraciones de elementos en el suelo

Parámetros	Unidades	Estaciones de monitoreo						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Ag	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Al	%	5.32	4.81	3.87	5.92	5.69	5.21	4.21
As	ppm	20	23	25	23	28	24	25
Ba	ppm	396	275	230	334	352	263	333
Bi	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ca	%	5.29	6.48	14.00	5.92	7.54	8.25	12.02
Cd	ppm	2	3	2	3	3	3	3
Co	ppm	20	17	8	21	15	18	10
Cr	ppm	18	29	26	18	26	19	28
Cu	ppm	99	71	36	90	73	84	53
Fe	%	5.27	3.09	2.47	5.30	4.17	4.62	2.85
K	%	1.24	0.95	0.94	1.14	1.27	0.82	0.97
La	ppm	36	43	50	37	43	44	50
Li	ppm	21	21	20	21	24	20	21
Mg	%	1.64	1.09	0.91	1.42	1.32	0.98	0.93
Mn	%	0.10	0.07	0.04	0.11	0.08	0.08	0.06
Mo	ppm	<2	<2	<2	<2	3	<2	<2
Na	%	1.08	0.66	0.70	1.14	1.02	0.88	0.63
Ni	ppm	13	16	16	13	15	14	17
P	%	0.16	0.08	0.07	0.10	0.10	0.09	0.08
Pb	ppm	87	86	69	87	116	113	103
Sb	ppm	4	4	4	4	5	4	4
Si	%	16.39	13.39	12.00	18.29	16.64	13.27	11.77
Rb	ppm	84	58	64	72	80	62	69
Sr	ppm	267	265	388	285	287	334	359
Ti	%	0.48	0.27	0.24	0.41	0.38	0.37	0.26
Tl	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V	ppm	197	151	113	258	177	214	142
W	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Y	ppm	26	14	16	20	20	16	17
Zn	ppm	271	199	183	99	260	250	237
Zr	ppm	125	112	124	153	177	129	131

Anexo 14: Factores de enriquecimiento marino y del suelo

Factores de enriquecimiento marino para el mes de agosto

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
CO3	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
HCO3	70.2	109.8	44.3	186.9	135.2	84.5	68.7
F	97.3	271.9	125.8	520.9	999.9	153.0	125.1
Cl	0.5	0.7	0.5	1.1	0.7	0.6	0.9
NO3	1688.3	5129.7	2495.9	6167.1	6131.2	2056.2	3109.9
SO4	7.7	11.3	13.5	29.2	14.4	13.7	12.8
NO2	104.1	403.1	264.3	2678.4	1432.6	667.1	144.3
Na	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mg	0.9	1.5	0.9	2.2	1.8	0.8	1.4
K	2.9	3.6	2.4	5.7	8.4	3.8	3.3
Ca	26.6	46.1	41.4	108.9	40.4	46.6	39.0
Sr	5.2	5.9	5.6	14.6	4.7	6.3	7.8
Li	12.3	46.2	17.0	88.5	169.9	26.0	10.5
SiO2	2653.0	2811.1	2295.3	6645.5	2140.6	3187.6	3258.8
Ag	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Al	568.8	587.9	461.8	6861.7	1436.6	345.3	117.1
As	17.1	40.3	14.8	77.2	148.3	22.7	13.3
B	2.6	4.9	2.3	9.3	17.9	2.7	3.1
Ba	280.9	836.5	583.4	2190.1	2031.4	548.3	321.7
Be	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Bi	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Cd	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Ce	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Co	50.2	187.9	87.3	400.0	690.8	105.7	42.7
Cr	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	140.4
Cu	53.3	160.4	127.8	518.5	436.1	82.8	49.3
Fe	893.0	1827.2	1073.9	12183.4	6464.6	712.0	343.9
La	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Mn	2054.5	6537.1	4738.5	18230.4	44397.3	8712.3	475.3
Mo	32.9	123.0	45.3	235.7	452.3	69.2	33.5
Ni	91.4	342.2	143.3	719.9	1258.4	192.6	77.7
Pb	134.1	1992.5	632.5	5141.0	10574.0	1118.1	402.8
S	8.0	12.6	14.6	32.6	16.7	13.8	14.2

Continuación

Parámetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Sb	106.9	389.6	229.5	746.4	1432.6	219.3	88.5
Se	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Sn	93.9	351.3	129.2	673.2	1291.8	197.7	79.8
Th	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Ti	161.1	155.3	153.9	2204.2	373.1	100.2	43.6
Tl	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
U	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
V	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	159.0
W	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Y	104.1	389.6	143.3	746.4	1432.6	219.3	88.5
Zn	634.1	9379.2	5576.0	18801.3	68751.4	5526.4	795.4

Factores de enriquecimiento marino para el mes de setiembre

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
CO3	2152.2	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
HCO3	393.9	402.8	216.4	222.5	133.1	240.6	147.5
F	101.5	93.3	97.5	82.7	113.2	83.2	57.5
Cl	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8
NO3	20635.5	14812.7	13324.2	10764.9	29543.9	18505.4	9497.1
SO4	43.9	25.9	27.1	17.1	12.9	23.0	13.2
NO2	1894.7	1641.8	713.9	775.1	1256.2	741.1	332.2
Na	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mg	2.1	2.1	2.0	1.8	1.4	2.0	1.5
K	16.3	13.7	8.4	3.9	3.4	6.0	6.7
Ca	169.5	110.6	99.6	73.2	49.0	92.0	53.3
Sr	33.5	16.1	15.9	8.7	5.8	13.7	12.9
Li	21.0	10.1	11.5	6.0	5.4	9.4	9.0
SiO2	28499.0	9366.2	7080.5	6164.8	2940.3	6720.7	9408.3
Ag	549.5	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
Al	111.9	307.9	308.4	243.6	634.4	95.7	91.2
As	47.7	46.7	34.5	25.4	32.7	21.1	23.5
B	6.2	5.8	4.3	5.1	7.0	3.9	3.6
Ba	1583.8	1513.5	1498.2	1079.1	1988.4	1239.0	634.2
Be	549.5	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
Bi	545.9	665.5	350.8	590.0	807.7	437.3	226.7
Cd	549.5	804.5	531.0	593.9	1891.2	534.6	228.2
Ce	339.7	414.2	321.3	367.2	650.2	272.2	141.1
Co	43.0	93.6	41.4	24.7	54.0	33.9	17.4
Cr	14248.0	4117.3	2796.9	2874.2	3786.5	3092.1	4404.9
Cu	375.3	1003.8	582.5	272.5	414.8	494.0	146.1
Fe	170.9	394.0	407.5	283.3	889.5	112.4	114.6
La	549.5	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
Mn	198.4	3073.5	845.8	443.8	2016.1	632.6	112.7
Mo	246.2	96.8	95.2	51.2	77.7	94.5	80.3
Ni	171.4	205.4	144.7	88.6	138.2	122.5	60.3
Pb	2680.9	4235.3	2978.2	2837.6	10886.6	1623.6	640.3
S	45.5	27.5	26.5	18.1	13.8	24.0	15.9
Sb	1291.0	1625.5	1149.7	1470.7	2258.4	1206.0	523.9
Se	1297.1	1144.9	545.8	783.1	1210.4	745.8	579.5

Continuación

Parámetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Sn	509.6	754.6	546.5	456.7	917.6	610.2	247.3
Th	549.5	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
Ti	52.3	113.2	127.0	78.8	224.4	38.7	29.7
Tl	71.5	87.2	46.0	77.3	105.9	57.3	29.7
U	29.1	51.3	60.2	37.4	32.8	49.5	22.0
V	682.0	205.6	158.6	111.4	112.0	121.6	195.7
W	2297.1	2249.9	817.1	593.9	1081.5	787.7	228.2
Y	549.5	669.9	353.1	593.9	813.1	440.2	228.2
Zn	162.2	3865.4	3364.6	1481.8	8043.1	2818.1	122.7

Factores de enriquecimiento marino para el mes de octubre

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
CO3	272.6	277.3	1486.5	502.6	827.3	125.2	56.3
HCO3	146.8	119.5	517.2	137.9	137.3	75.5	49.1
F	132.2	74.3	293.0	99.1	163.1	72.4	64.0
Cl	1.3	0.9	0.7	0.7	0.3	0.9	0.9
NO3	3013.0	2429.4	3318.7	2127.8	4264.1	2230.5	1916.0
SO4	22.1	11.9	40.5	15.7	15.3	9.1	8.8
NO2	390.0	594.4	1660.1	502.6	1232.3	322.9	141.1
Na	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mg	1.6	1.5	2.0	1.4	1.5	1.2	1.1
K	4.1	8.9	20.6	2.8	3.2	2.5	2.4
Ca	75.4	39.2	165.3	60.6	52.5	33.3	28.7
Sr	8.1	4.7	15.6	6.3	6.0	4.7	4.9
Li	5.6	3.6	11.4	4.4	7.8	3.6	3.4
SiO2	3149.2	1189.6	3304.8	1512.3	1467.6	875.7	1024.7
Ag	272.6	277.3	1486.5	502.6	827.3	125.2	56.3
Al	337.7	132.4	2706.4	627.2	5801.1	111.5	82.2
As	44.7	41.7	105.5	43.7	60.0	20.0	19.1
B	4.4	4.5	24.0	8.1	13.4	2.1	2.0
Ba	592.9	390.4	2426.8	894.5	3275.9	378.0	227.1
Be	272.6	277.3	1486.5	502.6	827.3	125.2	56.3
Bi	272.6	277.3	1486.5	502.6	827.3	125.2	56.3
Cd	272.6	605.4	1793.1	687.6	1879.9	276.2	56.3
Ce	326.9	259.0	2618.5	725.1	5398.0	117.0	84.0
Co	44.6	76.1	200.4	63.9	397.7	36.2	17.8
Cr	771.1	215.9	945.0	390.9	1075.5	163.1	326.2
Cu	95.1	289.1	821.7	141.8	538.9	92.3	44.7
Fe	282.1	192.8	1752.2	540.9	2240.0	109.8	57.8
La	272.6	277.3	1611.7	502.6	2975.0	125.2	56.3
Mn	1689.2	7734.4	7240.6	3805.9	22501.4	2225.9	293.7
Mo	50.2	40.7	85.1	37.9	82.4	33.5	34.2
Ni	156.0	157.3	612.5	167.5	392.4	89.2	63.3
Pb	826.8	1141.6	15737.3	3882.1	27039.1	842.2	275.7
S	17.3	9.7	33.2	13.6	36.8	22.0	7.1
Sb	323.7	616.9	2338.5	724.4	2449.6	465.3	181.5
Se	773.2	765.6	1486.5	951.5	1040.0	546.1	458.7

Continuación

Parámetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Sn	530.0	658.9	2860.7	930.2	3072.4	394.2	148.3
Th	272.6	277.3	1486.5	502.6	872.4	125.2	56.3
Ti	109.0	43.1	993.0	203.0	2762.3	42.2	28.6
Tl	291.6	348.6	1486.5	699.9	944.6	198.0	111.8
U	29.9	11.3	70.8	20.6	33.6	15.7	13.8
V	90.6	41.7	141.7	49.4	147.1	26.4	38.0
W	284.3	277.3	1644.3	502.6	827.3	175.3	125.4
Y	272.6	277.3	1486.5	502.6	1158.0	125.2	56.3
Zn	460.0	3142.9	22564.8	2530.6	7545.7	1319.4	75.6

Factores de enriquecimiento del suelo para el mes de agosto

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Na	696.3	722.2	728.5	50.9	300.6	1119.2	2574.7
Mg	45.0	80.8	49.3	8.3	40.5	64.0	270.6
K	57.1	73.3	49.7	8.2	71.2	120.7	239.9
Ca	38.8	69.7	63.2	11.6	25.4	109.3	210.3
Sr	41.5	48.5	46.4	8.4	16.1	80.4	227.1
Li	39.6	153.6	57.0	20.7	235.2	134.0	124.4
SiO2	6.4	7.0	5.8	1.2	2.2	12.4	29.1
Ag	420.5	1632.3	605.8	220.3	2498.7	1423.9	1322.1
Al	1.6	1.8	1.4	1.4	1.8	1.6	1.3
As	26.6	64.8	24.1	8.7	99.2	56.5	76.3
Ba	3.1	9.7	6.8	1.8	9.8	9.9	13.3
Bi	21.0	81.6	30.3	11.0	124.9	71.2	66.1
Cd	15.5	60.0	22.3	8.1	91.8	52.3	48.6
Co	4.1	16.1	7.5	2.4	24.6	14.0	13.0
Cr	15.2	58.9	21.9	7.9	90.1	51.4	75.6
Cu	12.2	38.1	30.6	8.7	43.1	30.5	41.8
Fe	0.6	1.2	0.7	0.6	1.8	0.7	0.8
La	4.2	16.5	6.1	2.2	25.2	14.4	13.3
Mn	6.2	20.4	14.9	4.0	57.8	42.2	5.3
Mo	105.1	408.1	151.5	55.1	624.7	356.0	396.1
Ni	12.3	47.7	20.2	7.1	73.1	41.6	38.7
Pb	2.6	40.6	13.0	7.4	89.6	35.3	29.2
Sb	2.1	7.9	4.7	1.1	12.1	6.9	6.4
Ti	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tl	168.2	652.9	242.3	88.1	999.5	569.6	528.9
V	5.9	23.0	8.5	3.1	35.2	20.1	33.5
W	420.5	1632.3	605.8	220.3	2498.7	1423.9	1322.1
Y	49.7	192.9	71.6	26.0	295.3	168.3	156.3
Zn	13.8	212.0	127.2	29.9	647.0	193.6	64.1

Factores de enriquecimiento del suelo para el mes de setiembre

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Na	1373.7	634.8	565.9	912.4	320.3	1858.5	2417.1
Mg	241.8	112.0	92.5	136.8	36.5	310.9	301.8
K	610.0	236.8	129.0	96.0	29.2	301.6	441.0
Ca	487.6	146.9	118.0	139.9	32.8	357.9	269.5
Sr	575.3	127.7	112.5	99.0	23.3	318.2	389.3
Li	161.4	36.0	36.3	30.5	9.7	97.3	121.1
SiO2	134.2	20.4	13.7	19.3	3.2	42.8	78.0
Ag	286.1	161.2	75.8	205.4	98.7	310.2	209.1
Al	1.2	1.5	1.4	1.8	1.6	1.4	1.7
As	87.8	39.7	26.1	31.0	14.0	52.4	75.9
Ba	28.8	12.7	11.2	13.0	8.4	30.4	20.3
Bi	9.5	5.4	2.5	6.8	3.3	10.3	7.0
Cd	35.1	23.7	14.0	25.2	28.1	46.1	25.6
Co	17.7	17.8	7.0	6.8	5.2	18.9	12.6
Cr	446.1	59.6	36.1	59.8	27.6	131.0	242.7
Cu	86.4	106.8	55.2	41.7	22.3	153.8	59.2
Fe	1.4	1.5	1.4	1.6	1.7	1.3	1.7
La	1.9	1.1	0.5	1.4	0.7	2.1	1.4
Mn	4.0	28.4	7.0	5.9	9.4	17.1	4.0
Mo	1082.8	196.7	172.5	149.6	79.6	562.0	621.2
Ni	99.2	54.9	34.5	34.1	18.6	95.9	61.4
Pb	11.3	8.3	5.2	8.0	10.7	9.3	4.8
Sb	203.1	118.2	74.5	153.7	82.9	256.8	145.1
Ti	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tl	9.5	5.4	2.5	6.8	3.3	10.3	7.0
V	142.9	19.9	13.7	15.5	5.5	34.5	72.1
W	199.4	90.2	29.2	34.2	21.9	92.5	34.9
Y	14.1	7.9	3.7	10.1	4.9	15.3	10.3
Zn	12.3	135.6	105.3	74.7	142.4	289.5	16.4

Factores de enriquecimiento del suelo para el mes de octubre

Parámetro	Estaciones de monitoreo						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Na	871.2	2204.1	95.6	467.8	34.4	2248.7	3321.3
Mg	107.5	253.0	15.2	50.6	4.0	215.5	291.1
K	102.2	562.3	56.3	37.9	3.2	157.7	225.7
Ca	127.6	168.0	30.7	55.1	3.5	145.5	185.5
Sr	89.4	131.3	18.9	37.1	2.6	133.3	206.1
Li	35.4	57.7	8.0	15.0	2.0	58.5	81.3
SiO2	16.9	16.2	2.0	4.4	0.3	12.1	21.0
Ag	84.3	216.8	50.4	83.4	10.1	99.9	66.3
Al	1.7	1.7	1.5	1.7	1.2	1.5	1.6
As	34.4	81.1	8.9	18.1	1.8	39.7	56.1
Ba	6.7	11.2	3.0	5.5	1.5	11.1	9.8
Bi	2.8	7.2	1.7	2.8	0.3	3.3	2.2
Cd	10.3	58.0	7.5	14.0	2.8	27.0	8.1
Co	5.5	23.7	2.7	4.2	1.9	11.5	8.3
Cr	26.2	18.6	3.5	7.1	1.4	14.3	42.3
Cu	26.5	203.9	25.1	21.2	5.9	66.4	47.5
Fe	0.9	1.5	0.6	0.9	0.3	0.9	0.7
La	0.6	1.5	0.4	0.6	0.2	0.7	0.4
Mn	5.5	64.1	2.6	6.7	2.9	18.8	3.7
Mo	141.4	289.9	26.3	57.4	9.2	243.5	367.1
Ni	25.4	64.7	10.9	14.6	2.5	37.4	39.2
Pb	2.1	7.2	4.3	5.2	2.7	5.4	2.6
Sb	30.2	145.7	24.0	36.3	9.0	112.2	64.6
Ti	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tl	3.0	9.1	1.7	3.9	0.4	5.3	4.4
V	12.5	14.5	2.1	3.6	0.8	9.4	19.9
W	14.6	36.1	9.3	13.9	1.7	23.3	24.6
Y	4.1	10.7	2.5	4.1	0.7	4.9	3.3
Zn	19.3	333.2	103.8	57.0	12.5	142.7	12.1

Anexo 15: Concentraciones de cada componente químico del agua de niebla, según su fuente de emisión

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (mg/L), según su fuente de emisión, para el mes de agosto

Fuentes marinas (ss)	Código	HCO3- ss (mg/L)	F- ss (mg/L)	Cl- ss (mg/L)	NO3- ss (mg/L)	SO4= ss (mg/L)	NO2- ss (mg/L)	Na ss (mg/L)	Mg ss (mg/L)	K ss (mg/L)	Ca ss (mg/L)
	P1	1.626	0.007	100.932	0.019	27.020	 	103.902	9.796	4.535	4.168
	P2	0.434	 	34.903	0.005	7.219	0.003	27.759	3.096	1.212	1.114
	P3	1.181	0.005	72.545	0.014	19.621	0.007	75.451	7.470	3.293	3.027
	P4	0.227	 	27.777	0.003	3.768	0.001	14.489	1.616	0.632	0.581
	P5	0.118	 	9.657	0.001	1.963	 	7.549	0.842	0.329	0.303
	P6	0.772	 	60.277	0.009	12.825	0.005	49.316	4.144	2.152	1.978
	P7	1.912	0.008	213.112	0.022	31.775	0.011	122.186	13.628	5.333	4.902
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código							Na sp (mg/L)	Mg sp (mg/L)	K sp (mg/L)	Ca sp (mg/L)
	P1							0.000	0.188	0.230	2.860
	P2							0.000	0.042	0.035	0.351
	P3							0.000	0.131	0.142	0.843
	P4							0.000	0.400	0.321	1.669
	P5							0.000	0.035	0.026	0.113
	P6							0.000	0.056	0.064	0.439
	P7							0.000	0.073	0.075	1.121
Fuentes antrópicas (int)	Código	HCO3- int (mg/L)	F- int (mg/L)	Cl- int (mg/L)	NO3- int (mg/L)	SO4= int (mg/L)	NO2- int (mg/L)	Na int (mg/L)	Mg int (mg/L)	K int (mg/L)	Ca int (mg/L)
	P1	112.568	0.663	0.000	31.464	179.857	 	0.000	0.000	8.366	103.898
	P2	47.268	 	0.000	25.551	74.196	1.032	0.000	1.483	3.096	49.894
	P3	51.125	0.624	0.000	33.784	245.606	1.837	0.000	0.000	4.489	121.492
	P4	42.142	 	2.950	16.034	106.141	3.587	0.000	1.515	2.652	61.045
	P5	15.852	 	0.000	8.305	26.337	 	0.000	0.638	2.399	11.814
	P6	64.420	 	0.000	18.191	162.345	3.038	0.000	0.000	5.973	89.860
	P7	129.496	1.004	0.000	68.175	373.910	1.619	0.000	5.409	12.131	185.247

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Sr ss (mg/L)	SiO2 ss (mg/L)	Al ss (mg/L)	As ss (mg/L)	B ss (mg/L)	Ba ss (mg/L)	Co ss (mg/L)	Cr ss (mg/L)	Cu ss (mg/L)	Fe ss (mg/L)
	P1	0.068	0.014	0.003	0.001	0.038	0.000			0.000	0.000
	P2	0.018	0.004	0.001			0.000			0.000	0.000
	P3	0.049	0.010	0.002		0.028	0.000	0.000		0.000	0.000
	P4	0.009	0.002	0.000			0.000	0.000		0.000	0.000
	P5	0.005	0.001	0.000			0.000			0.000	0.000
	P6	0.032	0.007	0.001			0.000			0.000	0.000
	P7	0.080	0.017	0.003	0.001	0.045	0.000		0.000	0.000	0.000
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Sr sp (mg/L)	SiO2 sp (mg/L)	Al sp (mg/L)	As sp (mg/L)	B sp (mg/L)	Ba sp (mg/L)	Co sp (mg/L)	Cr sp (mg/L)	Cu sp (mg/L)	Fe sp (mg/L)
	P1	0.009	5.990	1.001	0.001	0.000	0.008			0.001	0.380
	P2	0.001	1.209	0.222			0.001			0.000	0.197
	P3	0.003	3.979	0.636		0.000	0.004	0.000		0.001	0.332
	P4	0.008	11.030	1.668			0.009	0.001		0.003	0.724
	P5	0.001	0.747	0.113			0.001			0.000	0.112
	P6	0.002	1.941	0.326			0.002			0.000	0.144
	P7	0.003	2.056	0.310	0.000	0.000	0.002		0.000	0.000	0.172
Fuentes antrópicas (int)	Código	Sr int (mg/L)	SiO2 int (mg/L)	Al int (mg/L)	As int (mg/L)	B int (mg/L)	Ba int (mg/L)	Co int (mg/L)	Cr int (mg/L)	Cu int (mg/L)	Fe int (mg/L)
	P1	0.278	32.350	0.642	0.014	0.063	0.017			0.014	0.000
	P2	0.087	9.645	0.232			0.019			0.012	0.011
	P3	0.223	20.107	0.332		0.036	0.034	0.001		0.026	0.000
	P4	0.120	2.365	1.101			0.018	0.001		0.018	0.000
	P5	0.018	1.501	0.189			0.012			0.009	0.088
	P6	0.169	19.925	0.147			0.021			0.011	0.000
	P7	0.534	53.329	0.085	0.013	0.096	0.032		0.016	0.016	0.000

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Mn ss (mg/L)	Mo ss (mg/L)	Ni ss (mg/L)	Pb ss (mg/L)	S ss (mg/L)	Sb ss (mg/L)	Sn ss (mg/L)	Ti ss (mg/L)	V ss (mg/L)	Zn ss (mg/L)
	P1	0.000			0.000	11.074	0.000		0.000		0.000
	P2	0.000			0.000	2.958			0.000		0.000
	P3	0.000		0.000	0.000	8.041	0.000		0.000		0.000
	P4	0.000		0.000	0.000	1.544		0.000	0.000		0.000
	P5	0.000			0.000	0.805			0.000		0.000
	P6	0.000			0.000	5.256			0.000		0.000
P7	0.000	0.000		0.000	13.022			0.000	0.000	0.000	
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Mn sp (mg/L)	Mo sp (mg/L)	Ni sp (mg/L)	Pb sp (mg/L)	S sp (mg/L)	Sb sp (mg/L)	Sn sp (mg/L)	Ti sp (mg/L)	V sp (mg/L)	Zn sp (mg/L)
	P1	0.013			0.002	0.000	0.002		0.061		0.006
	P2	0.003			0.000	0.000			0.016		0.001
	P3	0.009		0.000	0.001	0.000	0.001		0.042		0.003
	P4	0.031		0.000	0.002	0.000		0.000	0.117		0.003
	P5	0.002			0.000	0.000			0.010		0.001
	P6	0.005			0.001	0.000			0.018		0.001
P7	0.003	0.000		0.001	0.000			0.019	0.001	0.001	
Fuentes antrópicas (int)	Código	Mn int (mg/L)	Mo int (mg/L)	Ni int (mg/L)	Pb int (mg/L)	S int (mg/L)	Sb int (mg/L)	Sn int (mg/L)	Ti int (mg/L)	V int (mg/L)	Zn int (mg/L)
	P1	0.069			0.004	77.359	0.003		0.000		0.072
	P2	0.067			0.025	34.451			0.000		0.307
	P3	0.129		0.005	0.021	109.335	0.007		0.000		0.494
	P4	0.071		0.005	0.032	48.832		0.005	0.000		0.319
	P5	0.128			0.037	12.622			0.000		0.613
	P6	0.162			0.025	67.520			0.000		0.321
P7	0.019	0.006		0.022	171.979			0.000	0.035	0.113	

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (%), según su fuente de emisión, para el mes de agosto

Fuentes marinas (ss)	HCO3- ss %	F- ss %	Cl- ss %	NO3- ss %	SO4= ss %	NO2- ss %	Na ss %	Mg ss %	K ss %	Ca ss %	Sr ss %
	1.42	1.03	100.00	0.06	13.06	0.00	100.00	98.12	34.54	3.76	19.11
	0.91	0.00	100.00	0.02	8.87	0.25	100.00	67.01	27.90	2.17	16.93
	2.26	0.79	100.00	0.04	7.40	0.38	100.00	98.28	41.56	2.41	17.86
	0.54	0.00	90.40	0.02	3.43	0.04	100.00	45.76	17.54	0.92	6.86
	0.74	0.00	100.00	0.02	6.94	0.00	100.00	55.59	11.96	2.48	21.22
	1.18	0.00	100.00	0.05	7.32	0.15	100.00	98.68	26.28	2.14	15.84
	1.46	0.80	100.00	0.03	7.83	0.69	100.00	71.31	30.41	2.56	12.90
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)								Mg sp %	K sp %	Ca sp %	Sr sp %
								1.88	1.75	2.58	2.41
								0.90	0.80	0.68	1.33
								1.72	1.79	0.67	1.16
								11.33	8.91	2.64	5.83
								2.31	0.96	0.92	2.46
								1.32	0.78	0.48	0.89
							0.38	0.43	0.59	0.50	
Fuentes antrópicas (int)	HCO3- int %	F- int %	Cl- int %	NO3- int %	SO4= int %	NO2- int %	Na int %	Mg int %	K int %	Ca int %	Sr int %
	98.58	98.97	0.00	99.94	86.94	0.00	0.00	0.00	63.71	93.66	78.48
	99.09	0.00	0.00	99.98	91.13	99.75	0.00	32.09	71.30	97.15	81.74
	97.74	99.21	0.00	99.96	92.60	99.62	0.00	0.00	56.65	96.91	80.97
	99.46	0.00	9.60	99.98	96.57	99.96	0.00	42.91	73.55	96.44	87.30
	99.26	0.00	0.00	99.98	93.06	0.00	0.00	42.10	87.08	96.60	76.32
	98.82	0.00	0.00	99.95	92.68	99.85	0.00	0.00	72.93	97.38	83.28
98.54	99.20	0.00	99.97	92.17	99.31	0.00	28.31	69.17	96.85	86.59	

Continuación

Fuentes marinas (ss)	SiO2 ss %	Al ss %	As ss %	B ss %	Ba ss %	Co ss %	Cr ss %	Cu ss %	Fe ss %	Mn ss %	Mo ss %
	0.04	0.18	5.83	38.04	0.36	0.00	0.00	1.88	0.06	0.05	0.00
	0.04	0.17	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.62	0.05	0.02	0.00
	0.04	0.22	0.00	43.97	0.17	1.15	0.00	0.78	0.07	0.02	0.00
	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.25	0.00	0.19	0.00	0.01	0.00
	0.05	0.07	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.23	0.02	0.00	0.00
	0.03	0.29	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	1.21	0.10	0.01	0.00
	0.03	0.85	7.51	31.95	0.31	0.00	0.71	2.03	0.25	0.21	2.99
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	SiO2 sp %	Al sp %	As sp %	B sp %	Ba sp %	Co sp %	Cr sp %	Cu sp %	Fe sp %	Mn sp %	Mo sp %
	15.62	60.80	3.76	0.00	31.82	0.00	0.00	8.19	99.94	16.14	0.00
	11.13	48.76	0.00	0.00	5.66	0.00	0.00	2.86	94.60	4.93	0.00
	16.51	65.57	0.00	0.00	10.49	13.42	0.00	3.03	99.93	6.75	0.00
	82.34	60.22	0.00	0.00	34.80	52.83	0.00	12.05	100.00	30.60	0.00
	33.21	37.52	0.00	0.00	6.46	0.00	0.00	2.28	56.16	1.69	0.00
	8.87	68.67	0.00	0.00	8.08	0.00	0.00	4.22	99.90	2.79	0.00
	3.71	77.77	1.39	0.00	5.50	0.00	1.30	1.73	99.75	14.01	0.27
Fuentes antrópicas (int)	SiO2 int %	Al int %	As int %	B int %	Ba int %	Co int %	Cr int %	Cu int %	Fe int %	Mn int %	Mo int %
	84.34	39.02	90.40	61.96	67.82	0.00	0.00	89.93	0.00	83.81	0.00
	88.83	51.07	0.00	0.00	94.22	0.00	0.00	96.51	5.35	95.05	0.00
	83.44	34.22	0.00	56.03	89.34	85.44	0.00	96.18	0.00	93.23	0.00
	17.65	39.76	0.00	0.00	65.16	46.92	0.00	87.76	0.00	69.39	0.00
	66.74	62.41	0.00	0.00	93.49	0.00	0.00	97.49	43.83	98.31	0.00
	91.10	31.04	0.00	0.00	91.74	0.00	0.00	94.58	0.00	97.20	0.00
	96.26	21.38	91.10	68.05	94.19	0.00	97.99	96.24	0.00	85.78	96.75

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Ni ss %	Pb ss %	S ss %	Sb ss %	Sn ss %	Ti ss %	V ss %	Zn ss %
	0.00	0.75	12.52	0.94	0.00	0.00	0.00	0.16
	0.00	0.05	7.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	0.70	0.16	6.85	0.44	0.00	0.00	0.00	0.02
	0.14	0.02	3.07	0.00	0.15	0.00	0.00	0.01
	0.00	0.01	5.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.09	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	0.00	0.25	7.04	0.00	0.00	0.00	0.63	0.13
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Ni sp %	Pb sp %	S sp %	Sb sp %	Sn sp %	Ti sp %	V sp %	Zn sp %
	0.00	37.98	0.00	47.65	0.00	100.00	0.00	7.23
	0.00	1.88	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.35
	3.03	5.89	0.00	16.24	0.00	100.00	0.00	0.58
	6.43	7.11	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.86
	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.09
	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.42
	0.00	2.44	0.00	0.00	0.00	100.00	2.52	1.28
Fuentes antrópicas (int)	Ni int %	Pb int %	S int %	Sb int %	Sn int %	Ti int %	V int %	Zn int %
	0.00	61.28	87.48	51.42	0.00	0.00	0.00	92.61
	0.00	98.07	92.09	0.00	0.00	0.00	0.00	99.64
	96.28	93.95	93.15	83.32	0.00	0.00	0.00	99.40
	93.43	92.87	96.93	0.00	99.85	0.00	0.00	99.13
	0.00	99.49	94.01	0.00	0.00	0.00	0.00	99.90
	0.00	97.62	92.78	0.00	0.00	0.00	0.00	99.56
	0.00	97.31	92.96	0.00	0.00	0.00	96.85	98.60

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (mg/L), según su fuente de emisión, para el mes de setiembre

Fuentes marinas (ss)	Código	CO3= ss (mg/L)	HCO3- ss (mg/L)	F- ss (mg/L)	Cl- ss (mg/L)	NO3- ss (mg/L)	SO4= ss (mg/L)	NO2- ss (mg/L)	Na ss (mg/L)	Mg ss (mg/L)	K ss (mg/L)	Ca ss (mg/L)
	P1	0	0	0.0	24.6	0.0	4	0.0	14.8	1.8	0.6	1
	P2	 	0	 	45.2	0.0	8	0.0	28.1	3.5	1.2	1.1
	P3	 	0	0.0	20.7	0.0	5	0.0	16.7	2.1	0.7	1
	P4	 	0	 	14.7	0.0	3	0.0	12.2	1.5	0.5	0.5
	P5	 	0	 	37.9	0.0	6	0.0	22.6	2.8	0.9	0.9
	P6	 	1	0.0	69.8	0.0	12	0.0	43.5	5.4	1.8	1.7
	P7	 	1	0.0	70.3	0.0	13	0.0	44.6	5.5	1.9	1.8
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código								Na sp (mg/L)	Mg sp (mg/L)	K sp (mg/L)	Ca sp (mg/L)
	P1								0.0	0.0	0.0	0
	P2								0.0	0.1	0.1	0.4
	P3								0.0	0.0	0.0	0
	P4								0.0	0.1	0.0	0.2
	P5								0.0	0.0	0.0	0.1
	P6								0.0	0.0	0.0	0.4
	P7								0.0	0.0	0.0	0.0
Fuentes antrópicas (int)	Código	CO3= int (mg/L)	HCO3- int (mg/L)	F- int (mg/L)	Cl- int (mg/L)	NO3- int (mg/L)	SO4= int (mg/L)	NO2- int (mg/L)	Na int (mg/L)	Mg int (mg/L)	K int (mg/L)	Ca int (mg/L)
	P1	1	90	0.2	0.0	11.1	104	1.2	0.0	2.0	7.9	65
	P2	 	91	 	0.0	18.9	207	1.0	0.0	3.3	8.6	110.9
	P3	 	56	0.2	0.0	9.1	76	0.7	0.0	1.6	2.0	48
	P4	 	24	 	0.0	18.2	41	0.8	0.0	0.5	1.2	23.3
	P5	 	81	 	0.0	21.0	140	0.8	0.0	2.8	4.7	82.2
	P6	 	96	0.4	0.0	20.8	150	0.7	0.0	2.7	10.4	90.8
	P7	 	99	0.4	0.0	21.4	157	0.9	0.0	3.0	9.9	87.6

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Sr ss (mg/L)	Li ss (mg/L)	SiO2 ss (mg/L)	Al ss (mg/L)	As ss (mg/L)	B ss (mg/L)	Ba ss (mg/L)	Cd ss (mg/L)	Ce ss (mg/L)	Co ss (mg/L)	Cr ss (mg/L)
	P1	0.0106	0.0003	0.0	0.001	0.000	0.01	0.0000			0.0000	0.000
	P2	0.0201	0.0005	0.0	0.001	0.000		0.0000	0.0000		0.0000	0.000
	P3	0.0120	0.0003	0.0	0.001	0.000	0.01	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
	P4	0.0088	0.0002	0.0	0.001	0.000		0.0000				0.000
	P5	0.0162	0.0004	0.0	0.001	0.000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
	P6	0.0312	0.0008	0.0	0.002	0.000	0.03	0.0000	0.0000		0.0000	0.000
P7	0.0320	0.0008	0.0	0.002	0.000	0.03	0.0000			0.0000	0.000	
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Sr sp (mg/L)	Li sp (mg/L)	SiO2 sp (mg/L)	Al sp (mg/L)	As sp (mg/L)	B sp (mg/L)	Ba sp (mg/L)	Cd sp (mg/L)	Ce sp (mg/L)	Co sp (mg/L)	Cr sp (mg/L)
	P1	0.0009	0.0001	0.7	0.135	0.000	0.00	0.0007			0.0000	0.000
	P2	0.0015	0.0001	1.9	0.305	0.000		0.0019	0.0000		0.0001	0.000
	P3	0.0005	0.0000	0.7	0.107	0.000	0.00	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
	P4	0.0009	0.0001	1.1	0.172	0.000		0.0013				0.000
	P5	0.0005	0.0000	0.5	0.090	0.000		0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
	P6	0.0012	0.0001	0.8	0.118	0.000	0.00	0.0007	0.0000		0.0000	0.000
P7	0.0000	0.0000	0.0	0.000	0.000	0.00	0.0000			0.0000	0.000	
Fuentes antrópicas (int)	Código	Sr int (mg/L)	Li int (mg/L)	SiO2 int (mg/L)	Al int (mg/L)	As int (mg/L)	B int (mg/L)	Ba int (mg/L)	Cd int (mg/L)	Ce int (mg/L)	Co int (mg/L)	Cr int (mg/L)
	P1	0.1592	0.0025	18.4	0.106	0.004	0.04	0.0150			0.0006	0.006
	P2	0.2982	0.0055	25.5	0.152	0.005		0.0276	0.0003		0.0005	0.008
	P3	0.0914	0.0015	13.5	0.107	0.002	0.04	0.0120	0.0002	0.0002	0.0002	0.005
	P4	0.0412	0.0009	3.8	0.237	0.002		0.0157				0.005
	P5	0.2044	0.0035	20.3	0.023	0.002		0.0191	0.0002	0.0002	0.0003	0.007
	P6	0.3687	0.0065	55.6	0.090	0.005	0.07	0.0186	0.0002		0.0003	0.019
P7	0.4684	0.0076	55.1	0.170	0.003	0.07	0.0175			0.0004	0.018	

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Cu ss (mg/L)	Fe ss (mg/L)	Mn ss (mg/L)	Mo ss (mg/L)	Ni ss (mg/L)	Pb ss (mg/L)	S ss (mg/L)	Sb ss (mg/L)	Se ss (mg/L)	Sn ss (mg/L)	Ti ss (mg/L)
	P1	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P2	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.7	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P3	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P4	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.2	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P5	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P6	0.0001	0.00	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	4.2	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
	P7	0.0001	0.00	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	4.4	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Cu sp (mg/L)	Fe sp (mg/L)	Mn sp (mg/L)	Mo sp (mg/L)	Ni sp (mg/L)	Pb sp (mg/L)	S sp (mg/L)	Sb sp (mg/L)	Se sp (mg/L)	Sn sp (mg/L)	Ti sp (mg/L)
	P1	0.0002	0.12	0.0021	0.0000	0.0000	0.0003	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0096
	P2	0.0004	0.22	0.0045	0.0000	0.0001	0.0006	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0204
	P3	0.0002	0.10	0.0020	0.0000	0.0000	0.0002	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0075
	P4	0.0003	0.17	0.0033	0.0000	0.0000	0.0003	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0156
	P5	0.0001	0.06	0.0013	0.0000	0.0000	0.0002	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0050
	P6	0.0001	0.07	0.0012	0.0000	0.0000	0.0002	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0074
	P7	0.0000	0.00	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.0000	0.000	0.0000	0.0000
Fuentes antrópicas (int)	Código	Cu int (mg/L)	Fe int (mg/L)	Mn int (mg/L)	Mo int (mg/L)	Ni int (mg/L)	Pb int (mg/L)	S int (mg/L)	Sb int (mg/L)	Se int (mg/L)	Sn int (mg/L)	Ti int (mg/L)
	P1	0.0210	0.04	0.0572	0.0014	0.0034	0.0029	38.3	0.0019	0.003	0.0011	0.0000
	P2	0.0229	0.09	0.0265	0.0027	0.0046	0.0036	69.8	0.0026	0.003	0.0015	0.0000
	P3	0.0063	0.03	0.0076	0.0009	0.0017	0.0022	27.8	0.0020	0.003	0.0008	0.0000
	P4	0.0069	0.13	0.0287	0.0009	0.0019	0.0064	15.2	0.0022	0.003	0.0011	0.0000
	P5	0.0157	0.01	0.0173	0.0021	0.0031	0.0017	50.6	0.0022	0.003	0.0014	0.0000
	P6	0.0089	0.06	0.0051	0.0035	0.0029	0.0012	63.1	0.0018	0.005	0.0011	0.0000
	P7	0.0095	0.14	0.0055	0.0039	0.0026	0.0014	61.6	0.0023	0.006	0.0010	0.0000

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	U ss (mg/L)	V ss (mg/L)	W ss (mg/L)	Zn ss (mg/L)
	P1	0.0000	0.0001	0.0000	0.000
	P2	0.0000	0.0001	0.0000	0.000
	P3	0.0000	0.0001	0.0000	0.000
	P4	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
	P5	0.0000	0.0001	0.0000	0.000
	P6	0.0000	0.0002	0.0000	0.000
	P7	0.0000	0.0002	0.0000	0.000
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	U sp (mg/L)	V sp (mg/L)	W sp (mg/L)	Zn sp (mg/L)
	P1	0.0000	0.0006	0.0000	0.001
	P2	0.0000	0.0009	0.0000	0.001
	P3	0.0000	0.0005	0.0000	0.000
	P4	0.0000	0.0006	0.0000	0.001
	P5	0.0000	0.0003	0.0000	0.000
	P6	0.0000	0.0003	0.0000	0.001
	P7	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
Fuentes antrópicas (int)	Código	U int (mg/L)	V int (mg/L)	W int (mg/L)	Zn int (mg/L)
	P1	0.0002	0.0099	0.0017	0.119
	P2	0.0004	0.0143	0.0000	0.196
	P3	0.0002	0.0059	0.0005	0.051
	P4	0.0001	0.0040	0.0000	0.204
	P5	0.0000	0.0091	0.0000	0.132
	P6	0.0002	0.0289	0.0005	0.010
	P7	0.0003	0.0308	0.0000	0.012

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (%), según su fuente de emisión, para el mes de setiembre

Fuentes marinas (ss)	Código	CO3= ss %	HCO3- ss %	F- ss %	Cl- ss %	NO3- ss %	SO4= ss %	NO2- ss %	Na ss %	Mg ss %	K ss %
	P1	0.15	0.25	1.07	100.00	0.01	3.86	0.06	100.00	47.16	7.29
	P2	0.00	0.46	0.00	100.00	0.01	3.69	0.14	100.00	50.91	11.93
	P3	0.00	0.45	1.21	100.00	0.01	5.86	0.13	100.00	55.53	25.84
	P4	0.00	0.75	0.00	100.00	0.00	7.76	0.08	100.00	72.97	29.79
	P5	0.00	0.42	0.00	100.00	0.01	4.34	0.13	100.00	49.77	16.76
	P6	0.00	0.68	1.74	100.00	0.01	7.56	0.30	100.00	66.68	14.90
	P7	0.00	0.67	1.72	100.00	0.01	7.43	0.26	100.00	65.12	15.94
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	CO3= sp	HCO3- sp	F- sp	Cl- sp	NO3- sp	SO4= sp	NO2- sp	Na sp %	Mg sp %	K sp %
	P1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.25
	P2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.69
	P3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.76
	P4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.56	2.34
	P5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.31
	P6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.23
	P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes antrópicas (int)	Código	CO3= int %	HCO3- int %	F- int %	Cl- int %	NO3- int %	SO4= int %	NO2- int %	Na int %	Mg int %	K int %
	P1	100.00	99.75	98.93	0.00	99.99	96.14	99.94	0.00	52.19	92.46
	P2	0.00	99.54	0.00	0.00	99.99	96.31	99.86	0.00	48.06	87.38
	P3	0.00	99.55	98.79	0.00	99.99	94.14	99.87	0.00	43.78	73.40
	P4	0.00	99.25	0.00	0.00	100.00	92.24	99.92	0.00	24.47	67.87
	P5	0.00	99.58	0.00	0.00	99.99	95.66	99.87	0.00	49.87	82.93
	P6	0.00	99.32	98.26	0.00	99.99	92.44	99.70	0.00	32.98	84.86
	P7	0.00	99.33	98.28	0.00	99.99	92.57	99.74	0.00	34.88	84.06

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Ca ss %	Sr ss %	Li ss %	SiO2 ss %	Al ss %	As ss %	B ss %	Ba ss %	Cd ss %	Ce ss %
	P1	0.90	6.22	9.85	0.01	0.32	2.14	17.34	0.07	0.00	0.00
	P2	1.00	6.30	8.70	0.01	0.32	2.90	0.00	0.07	0.19	0.00
	P3	1.37	11.53	16.72	0.02	0.41	3.94	19.56	0.09	0.17	0.27
	P4	2.04	17.23	18.51	0.03	0.16	3.06	0.00	0.05	0.00	0.00
	P5	1.09	7.31	10.66	0.01	1.04	4.75	0.00	0.08	0.19	0.37
	P6	1.88	7.77	11.15	0.01	1.10	4.26	28.13	0.16	0.44	0.00
	P7	2.00	6.39	10.04	0.01	1.37	6.57	26.03	0.18	0.00	0.00
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Ca sp %	Sr sp %	Li sp %	SiO2 sp %	Al sp %	As sp %	B sp %	Ba sp %	Cd sp %	Ce sp %
	P1	0.32	0.51	1.82	3.84	55.78	1.70	0.00	4.32	0.00	0.00
	P2	0.36	0.48	2.09	6.97	66.55	2.90	0.00	6.39	5.65	0.00
	P3	0.22	0.50	2.01	5.00	49.81	1.86	0.00	4.78	2.85	0.00
	P4	0.71	1.70	5.56	22.94	42.00	2.97	0.00	7.53	0.00	0.00
	P5	0.15	0.22	0.99	2.56	78.56	1.70	0.00	2.62	2.50	0.00
	P6	0.46	0.29	0.82	1.38	56.00	1.39	0.00	3.61	3.59	0.00
	P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes antrópicas (int)	Código	Ca int %	Sr int %	Li int %	SiO2 int %	Al int %	As int %	B int %	Ba int %	Cd int %	Ce int %
	P1	98.77	93.27	88.32	96.15	43.89	96.16	82.66	95.61	0.00	0.00
	P2	98.64	93.22	89.21	93.02	33.12	94.20	0.00	93.55	94.16	0.00
	P3	98.42	87.97	81.28	94.98	49.78	94.20	80.44	95.12	96.99	99.73
	P4	97.25	81.06	75.93	77.03	57.85	93.97	0.00	92.42	0.00	0.00
	P5	98.77	92.46	88.34	97.42	20.39	93.55	0.00	97.30	97.31	99.63
	P6	97.66	91.93	88.03	98.61	42.90	94.34	71.87	96.23	95.97	0.00
	P7	98.00	93.61	89.96	99.99	98.63	93.43	73.97	99.82	0.00	0.00

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Co ss %	Cr ss %	Cu ss %	Fe ss %	Mn ss %	Mo ss %	Ni ss %	Pb ss %	S ss %	Sb ss %
	P1	1.07	0.02	0.10	0.25	0.03	1.03	0.49	0.02	3.64	0.06
	P2	2.41	0.04	0.17	0.25	0.12	1.05	0.69	0.03	3.78	0.09
	P3	4.05	0.03	0.37	0.35	0.23	1.95	1.13	0.04	5.54	0.07
	P4	0.00	0.03	0.24	0.11	0.05	1.29	0.72	0.01	7.25	0.04
	P5	2.95	0.03	0.20	0.89	0.16	1.06	0.82	0.06	4.17	0.08
	P6	5.74	0.02	0.68	0.87	0.89	1.25	1.66	0.16	6.30	0.19
	P7	5.81	0.03	0.66	0.87	1.04	1.15	1.92	0.16	6.60	0.16
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Co sp %	Cr sp %	Cu sp %	Fe sp %	Mn sp %	Mo sp %	Ni sp %	Pb sp %	S sp %	Sb sp %
	P1	7.06	0.78	1.02	73.94	3.55	0.35	1.02	9.24	0.00	0.54
	P2	14.41	1.74	1.68	70.62	14.50	0.59	1.77	14.79	0.00	1.02
	P3	18.89	0.67	2.51	73.30	20.88	0.42	1.34	6.59	0.00	0.41
	P4	0.00	1.22	4.42	56.76	10.42	0.67	2.20	4.18	0.00	0.61
	P5	8.43	0.76	0.84	82.06	6.89	0.17	0.97	8.71	0.00	0.36
	P6	6.90	0.40	1.22	54.29	18.75	0.17	1.59	15.01	0.00	0.69
	P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes antrópicas (int)	Código	Co int %	Cr int %	Cu int %	Fe int %	Mn int %	Mo int %	Ni int %	Pb int %	S int %	Sb int %
	P1	91.88	99.20	98.88	25.81	96.41	98.61	98.50	90.74	96.36	99.40
	P2	83.18	98.22	98.15	29.14	85.39	98.36	97.54	85.17	96.22	98.89
	P3	77.06	99.30	97.12	26.35	78.89	97.63	97.54	93.37	94.46	99.52
	P4	0.00	98.75	95.34	43.13	89.53	98.04	97.07	95.81	92.75	99.34
	P5	88.61	99.21	98.96	17.05	92.95	98.77	98.22	91.23	95.83	99.56
	P6	87.37	99.57	98.09	44.83	80.37	98.58	96.75	84.84	93.70	99.11
	P7	94.19	99.97	99.34	99.13	98.96	98.85	98.08	99.84	93.40	99.84

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Se ss %	Sn ss %	Ti ss %	U ss %	V ss %	W ss %	Zn ss %
	P1	0.09	0.13	0.00	1.95	0.49	0.04	0.03
	P2	0.18	0.18	0.00	1.66	0.63	0.00	0.03
	P3	0.13	0.22	0.00	2.67	0.90	0.17	0.07
	P4	0.08	0.11	0.00	3.04	0.89	0.00	0.01
	P5	0.13	0.16	0.00	0.00	0.82	0.00	0.04
	P6	0.17	0.40	0.00	4.55	0.51	0.44	0.81
	P7	0.16	0.45	0.00	3.97	0.50	0.00	0.80
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Se sp %	Sn sp %	Ti sp %	U sp %	V sp %	W sp %	Zn sp %
	P1	0.00	0.00	100.00	0.00	5.26	0.77	0.54
	P2	0.00	0.00	100.00	0.00	6.17	0.00	0.71
	P3	0.00	0.00	100.00	0.00	7.27	1.81	0.35
	P4	0.00	0.00	100.00	0.00	13.49	0.00	0.43
	P5	0.00	0.00	100.00	0.00	2.98	0.00	0.28
	P6	0.00	0.00	100.00	0.00	1.17	3.04	5.00
	P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuentes antrópicas (int)	Código	Se int %	Sn int %	Ti int %	U int %	V int %	W int %	Zn int %
	P1	99.91	99.87	0.00	98.05	94.25	99.19	99.43
	P2	99.82	99.82	0.00	98.34	93.20	0.00	99.26
	P3	99.87	99.78	0.00	97.33	91.83	98.02	99.59
	P4	99.92	99.89	0.00	96.96	85.62	0.00	99.56
	P5	99.87	99.84	0.00	0.00	96.20	0.00	99.68
	P6	99.83	99.60	0.00	95.45	98.32	96.52	94.19
	P7	99.84	99.55	0.00	96.03	99.50	0.00	99.20

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (mg/L), según su fuente de emisión, para el mes de octubre

Fuentes marinas (ss)	Código	HCO3- ss (mg/L)	F- ss (mg/L)	Cl- ss (mg/L)	NO3- ss (mg/L)	SO4= ss (mg/L)	NO2- ss (mg/L)	Na ss (mg/L)	Mg ss (mg/L)	K ss (mg/L)	Ca ss (mg/L)				
	P1	0	0.0	73.1	0.0	10	0.0	38.9	4.6	1.7	1				
	P2	0	0.0	61.9	0.0	10	0.0	38.3	4.5	1.7	1.4				
	P3	0	 	9.4	0.0	2	0.0	7.1	0.8	0.3	0.3				
	P4	0	 	29.4	0.0	6	 	21.1	2.5	0.9	0.8				
	P5	0	 	7.8	0.0	3	0.0	12.8	1.5	0.6	0.5				
	P6	1	0.0	141.2	0.0	23	0.0	84.7	10.0	3.7	3				
	P7	2	0.0	335.9	0.0	51	0.0	189	22.2	8.3	7				
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código											Na sp (mg/L)	Mg sp (mg/L)	K sp (mg/L)	Ca sp (mg/L)
	P1											0.0	0.1	0.1	1
	P2											0.0	0.0	0.0	0.2
	P3											0.0	0.1	0.1	0.6
	P4											0.0	0.1	0.1	0.3
	P5											0.0	0.5	0.4	1.7
	P6											0.0	0.1	0.1	0
	P7											0.0	0.1	0.1	1
Fuentes antrópicas (int)	Código	HCO3- int (mg/L)	F- int (mg/L)	Cl- int (mg/L)	NO3- int (mg/L)	SO4= int (mg/L)	NO2- int (mg/L)	Na int (mg/L)	Mg int (mg/L)	K int (mg/L)	Ca int (mg/L)				
	P1	69	0.5	22.9	26.0	220	0.7	0.0	2.5	5.3	107				
	P2	55	0.3	0.0	20.6	111	1.1	0.0	2.0	13.3	54.3				
	P3	45	 	0.0	5.2	76	0.6	0.0	0.7	6.1	43.1				
	P4	35	 	0.0	10.0	83	 	0.0	0.9	1.7	46.6				
	P5	21	 	0.0	12.1	49	0.7	0.0	0.2	0.9	23.0				
	P6	77	0.6	0	41.9	184	1.3	0.0	2.0	5.4	102				
	P7	110	1.1	0	80.0	393	1.2	0	2.3	11.4	194				

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Sr ss (mg/L)	Li ss (mg/L)	SiO2 ss (mg/L)	Al ss (mg/L)	As ss (mg/L)	B ss (mg/L)	Ba ss (mg/L)	Cd ss (mg/L)	Ce ss (mg/L)	Co ss (mg/L)
	P1	0.0282	0.0010	0.0	0.002	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	P2	0.0277	0.0009	0.0	0.001	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	P3	0.0052	0.0002	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	P4	0.0153	0.0005	0.0	0.001	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	P5	0.0093	0.0003	0.0	0.00	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	P6	0.0613	0.0021	0.0	0.003	0.000	0.02	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
P7	0.1365	0.0046	0.0	0.007	0.001	0.06	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Sr sp (mg/L)	Li sp (mg/L)	SiO2 sp (mg/L)	Al sp (mg/L)	As sp (mg/L)	B sp (mg/L)	Ba sp (mg/L)	Cd sp (mg/L)	Ce sp (mg/L)	Co sp (mg/L)
	P1	0.0026	0.0002	1.8	0.300	0.000	0.000	0.0024	0.0000	0.0000	0.0001
	P2	0.0006	0.0000	0.5	0.100	0.000	0.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
	P3	0.0023	0.0002	2.9	0.459	0.000	0.000	0.0028	0.0000	0.0000	0.0001
	P4	0.0013	0.0001	1.7	0.264	0.000	0.000	0.0015	0.0000	0.0000	0.0001
	P5	0.0085	0.0007	4.7	1.68	0.001	0.001	0.0125	0.0001	0.0000	0.0006
	P6	0.0015	0.0001	1.7	0.279	0.000	0.00	0.0016	0.0000	0.0000	0.0001
P7	0.0037	0.0002	2.5	0.371	0.000	0.00	0.0022	0.0022	0.0000	0.0001	
Fuentes antrópicas (int)	Código	Sr int (mg/L)	Li int (mg/L)	SiO2 int (mg/L)	Al int (mg/L)	As int (mg/L)	B int (mg/L)	Ba int (mg/L)	Cd int (mg/L)	Ce int (mg/L)	Co int (mg/L)
	P1	0.1978	0.0042	28.6	0.209	0.006	0.006	0.0136	0.0136	0.0003	0.0003
	P2	0.1022	0.0024	10.7	0.095	0.005	0.005	0.0098	0.0004	0.0004	0.0006
	P3	0.0732	0.0016	3.0	0.291	0.002	0.002	0.0091	0.0002	0.0004	0.0002
	P4	0.0794	0.0017	6.2	0.249	0.003	0.003	0.0115	0.0003	0.0003	0.0002
	P5	0.0376	0.0015	0.0	1.20	0.002	0.002	0.0165	0.0004	0.0014	0.0005
	P6	0.2245	0.0053	16.7	0.085	0.006	0.03	0.0205	0.0004	0.0004	0.0006
P7	0.5296	0.0108	45.4	0.224	0.012	0.05	0.0273	0.0273	0.0003	0.0006	

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Cr ss (mg/L)	Cu ss (mg/L)	Fe ss (mg/L)	La ss (mg/L)	Mn ss (mg/L)	Mo ss (mg/L)	Ni ss (mg/L)	Pb ss (mg/L)	S ss (mg/L)	Sb ss (mg/L)
	P1	0.000	0.0001	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.5	0.0000
	P2	0.000	0.0001	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.4	0.0000
	P3	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8	0.0000
	P4	0.000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4	0.0000
	P5	0.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.5	0.0000
	P6	0.000	0.0002	0.0012	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	10	0.0000
P7	0.000	0.0005	0.0023	0.0000	0.0001	0.0002	0.0001	0.0000	22	0.0000	
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Cr sp (mg/L)	Cu sp (mg/L)	Fe sp (mg/L)	La sp (mg/L)	Mn sp (mg/L)	Mo sp (mg/L)	Ni sp (mg/L)	Pb sp (mg/L)	S sp (mg/L)	Sb sp (mg/L)
	P1	0.000	0.0004	0.1795	0.0000	0.0040	0.0000	0.0001	0.0007	0.0	0.0000
	P2	0.000	0.0002	0.0888	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0002	0.0	0.0000
	P3	0.000	0.0006	0.2050	0.0002	0.0067	0.0000	0.0001	0.0009	0.0	0.0000
	P4	0.000	0.0004	0.1870	0.0000	0.0050	0.0000	0.0001	0.0004	0.0	0.0000
	P5	0.001	0.0031	0.4710	0.0007	0.0327	0.0001	0.0004	0.0027	0.0	0.0024
	P6	0.000	0.0004	0.1513	0.0000	0.0040	0.0000	0.0001	0.0005	0	0.0000
P7	0.000	0.0003	0.1766	0.0000	0.0038	0.0000	0.0002	0.0007	0	0.0000	
Fuentes antrópicas (int)	Código	Cr int (mg/L)	Cu int (mg/L)	Fe int (mg/L)	La int (mg/L)	Mn int (mg/L)	Mo int (mg/L)	Ni int (mg/L)	Pb int (mg/L)	S int (mg/L)	Sb int (mg/L)
	P1	0.005	0.0096	0.00	0.0000	0.0181	0.0020	0.0029	0.0008	72.4	0.0009
	P2	0.001	0.0299	0.03	0.0000	0.0982	0.0016	0.0030	0.0018	38.1	0.0018
	P3	0.001	0.0154	0.00	0.0000	0.0107	0.0006	0.0021	0.0044	26.3	0.0012
	P4	0.001	0.0077	0.00	0.0000	0.0221	0.0008	0.0017	0.0035	30.3	0.0011
	P5	0.002	0.0157	0.00	0.0000	0.0646	0.0010	0.0021	0.0136	52.5	0.0000
	P6	0.002	0.0207	0.00	0.0000	0.0596	0.0028	0.0037	0.0029	204	0.0029
P7	0.010	0.0221	0.00	0.0000	0.0148	0.0064	0.0058	0.0018	131	0.0025	

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Se ss (mg/L)	Sn ss (mg/L)	Th ss (mg/L)	Ti ss (mg/L)	Tl ss (mg/L)	U ss (mg/L)	V ss (mg/L)	W ss (mg/L)	Y ss (mg/L)	Zn ss (mg/L)
	P1	0.000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000		0.000
	P2	0.000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0001			0.000
	P3		0.0000		0.0000		0.0000	0.0000	0.0000		0.000
	P4	0.000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0001			0.000
	P5	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000		0.0000	0.000
	P6	0.000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000		0.000
	P7	0.000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000		0.000
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Se sp (mg/L)	Sn sp (mg/L)	Th sp (mg/L)	Ti sp (mg/L)	Tl sp (mg/L)	U sp (mg/L)	V sp (mg/L)	W sp (mg/L)	Y sp (mg/L)	Zn sp (mg/L)
	P1	0.000	0.0000		0.0183	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000		0.002
	P2	0.000	0.0000		0.0071	0.0000		0.0004			0.000
	P3		0.0000		0.0306		0.0000	0.0014	0.0000		0.002
	P4	0.000	0.0000		0.0185	0.0000	0.0000	0.0012			0.000
	P5	0.000	0.0000	0.0000	0.1530	0.0001		0.0062		0.0007	0.009
	P6	0.000	0.0000		0.0155	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000		0.001
	P7	0.000	0.0000		0.0233	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000		0.002
Fuentes antrópicas (int)	Código	Se int (mg/L)	Sn int (mg/L)	Th int (mg/L)	Ti int (mg/L)	Tl int (mg/L)	U int (mg/L)	V int (mg/L)	W int (mg/L)	Y int (mg/L)	Zn int (mg/L)
	P1	0.006	0.0010		0.0000	0.0001	0.0003	0.0114	0.0005		0.031
	P2	0.006	0.0012		0.0000	0.0001		0.0051			0.218
	P3		0.0010		0.0000		0.0001	0.0022	0.0005		0.290
	P4	0.004	0.0010		0.0000	0.0001	0.0001	0.0025			0.097
	P5	0.003	0.0019	0.0002	0.0000	0.0000		0.0005		0.0000	0.167
	P6	0.009	0.0016		0.0000	0.0001	0.0003	0.0068	0.0007		0.202
	P7	0.016	0.0014		0.0000	0.0001	0.0006	0.0238	0.0011		0.024

Concentraciones de componentes químicos del agua de niebla (%), según su fuente de emisión, para el mes de octubre

Fuentes marinas (ss)	Código	HCO3- ss %	F- ss %	Cl- ss %	NO3- ss %	SO4= ss %	NO2- ss %	Na ss %	Mg ss %	K ss %	Ca ss %
	P1	0.68	0.76	76.16	0.03	4.53	0.26	100.00	64.11	24.32	1.33
	P2	0.84	1.35	100.00	0.04	8.43	0.17	100.00	68.94	11.18	2.55
	P3	0.19	0.00	100.00	0.03	2.47	0.06	100.00	49.67	4.84	0.60
	P4	0.72	0.00	100.00	0.05	6.37	0.00	100.00	73.10	35.25	1.65
	P5	0.73	0.00	100.00	0.02	6.55	0.08	100.00	68.55	30.88	1.90
	P6	1.32	1.38	100.00	0.04	10.97	0.31	100.00	82.57	40.68	3.01
	P7	2.04	1.56	100.00	0.05	11.41	0.71	100.00	90.28	41.98	3.48
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código								Mg sp %	K sp %	Ca sp %
	P1								0.93	0.98	0.78
	P2								0.29	0.10	0.28
	P3								6.26	1.57	1.38
	P4								1.86	1.93	0.55
	P5								23.56	21.54	6.66
	P6								0.52	0.60	0.36
	P7								0.35	0.46	0.66
Fuentes antrópicas (int)	Código	HCO3- int %	F- int %	Cl- int %	NO3- int %	SO4= int %	NO2- int %	Na int %	Mg int %	K int %	Ca int %
	P1	99.32	99.24	23.84	99.97	95.47	99.74	0.00	34.96	74.70	97.89
	P2	99.16	98.65	0.00	99.96	91.57	99.83	0.00	30.77	88.71	97.17
	P3	99.81	0.00	0.00	99.97	97.53	99.94	0.00	44.07	93.58	98.01
	P4	99.28	0.00	0.00	99.95	93.63	0.00	0.00	25.03	62.81	97.80
	P5	99.27	0.00	0.00	99.98	93.45	99.92	0.00	7.89	47.58	91.44
	P6	98.68	98.62	0.00	99.96	89.03	99.69	0.00	16.91	58.72	96.64
	P7	97.96	98.44	0.00	99.95	88.59	99.29	0.00	9.37	57.56	95.85

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Sr ss %	Li ss %	SiO2 ss %	Al ss %	As ss %	B ss %	Ba ss %	Cd ss %	Ce ss %	Co ss %
	P1	12.32	17.91	0.03	0.30	2.24	0.00	0.17	0.00	0.31	2.24
	P2	21.21	27.79	0.08	0.76	2.40	0.00	0.26	0.17	0.00	1.31
	P3	6.40	8.74	0.03	0.04	0.95	0.00	0.04	0.06	0.04	0.50
	P4	15.92	22.72	0.07	0.16	2.29	0.00	0.11	0.15	0.14	1.57
	P5	16.77	12.78	0.03	0.02	1.67	0.00	0.03	0.05	0.02	0.25
	P6	21.33	27.95	0.11	0.90	5.00	48.51	0.26	0.36	0.00	2.76
	P7	20.37	29.70	0.10	1.22	5.23	51.12	0.44	0.00	1.19	5.63
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Sr sp %	Li sp %	SiO2 sp %	Al sp %	As sp %	B sp %	Ba sp %	Cd sp %	Ce sp %	Co sp %
	P1	1.12	2.83	5.91	58.74	2.91	0.00	14.86	0.00	0.00	18.24
	P2	0.49	1.14	4.84	50.89	0.83	0.00	4.90	1.22	0.00	5.31
	P3	2.86	9.53	49.07	61.15	8.51	0.00	23.68	10.58	0.00	37.45
	P4	1.33	4.09	22.10	51.41	3.20	0.00	11.43	5.12	0.00	30.28
	P5	15.28	27.44	99.97	58.29	22.86	0.00	43.21	15.22	0.00	54.67
	P6	0.53	1.65	9.03	75.95	2.25	0.00	7.19	4.28	0.00	13.86
	P7	0.55	1.22	5.14	61.60	1.89	0.00	7.44	0.00	0.00	10.46
Fuentes antrópicas (int)	Código	Sr int %	Li int %	SiO2 int %	Al int %	As int %	B int %	Ba int %	Cd int %	Ce int %	Co int %
	P1	86.56	79.27	94.06	40.97	94.86	0.00	84.97	0.00	99.69	79.52
	P2	78.30	71.07	95.07	48.36	96.77	0.00	94.84	98.61	0.00	93.38
	P3	90.74	81.73	50.90	38.82	90.54	0.00	76.28	89.37	99.96	62.06
	P4	82.75	73.20	77.83	48.43	94.52	0.00	88.46	94.73	99.86	68.16
	P5	67.95	59.78	0.00	41.69	75.47	0.00	56.76	84.73	99.98	45.08
	P6	78.14	70.39	90.86	23.16	92.75	51.49	92.54	95.36	0.00	83.38
	P7	79.07	69.08	94.76	37.18	92.88	48.88	92.12	0.00	98.81	83.92

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Cr ss %	Cu ss %	Fe ss %	La ss %	Mn ss %	Mo ss %	Ni ss %	Pb ss %	S ss %	Sb ss %
	P1	0.13	1.05	0.35	0.00	0.06	1.99	0.64	0.12	5.79	0.31
	P2	0.46	0.35	0.52	0.00	0.01	2.46	0.64	0.09	10.31	0.16
	P3	0.11	0.12	0.06	0.04	0.01	1.17	0.16	0.01	3.01	0.04
	P4	0.26	0.71	0.15	0.00	0.03	2.64	0.60	0.03	7.38	0.14
	P5	0.09	0.19	0.01	0.02	0.00	1.21	0.25	0.00	2.72	0.72
	P6	0.61	1.08	0.77	0.00	0.04	2.99	1.12	0.12	4.54	0.21
	P7	0.31	2.24	1.29	0.00	0.34	2.93	1.58	0.36	14.12	0.55
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Cr sp %	Cu sp %	Fe sp %	La sp %	Mn sp %	Mo sp %	Ni sp %	Pb sp %	S sp %	Sb sp %
	P1	3.82	3.77	99.69	0.00	18.07	0.71	3.94	48.31	0.00	3.31
	P2	2.50	0.54	73.46	0.00	1.57	0.24	0.86	10.55	0.00	0.44
	P3	17.81	3.69	99.97	99.96	38.73	3.86	5.58	17.70	0.00	3.18
	P4	5.59	4.93	99.85	0.00	18.36	1.08	3.11	10.04	0.00	1.72
	P5	23.37	16.61	99.99	99.98	33.61	5.80	16.30	16.76	0.00	99.28
	P6	6.96	1.94	99.23	0.00	6.25	0.40	2.47	14.83	0.00	0.82
	P7	2.32	1.52	98.71	0.00	20.25	0.29	2.49	27.11	0.00	1.56
Fuentes antrópicas (int)	Código	Cr int %	Cu int %	Fe int %	La int %	Mn int %	Mo int %	Ni int %	Pb int %	S int %	Sb int %
	P1	96.05	95.18	0.00	0.00	81.87	97.30	95.42	51.57	94.21	96.38
	P2	97.04	99.12	26.02	0.00	98.41	97.30	98.50	89.36	89.69	99.40
	P3	82.09	96.18	0.00	0.00	61.26	94.97	94.26	82.29	96.99	96.77
	P4	94.16	94.37	0.00	0.00	81.61	96.28	96.29	89.93	92.62	98.14
	P5	76.53	83.21	0.00	0.00	66.39	92.98	83.45	83.24	97.28	0.00
	P6	92.43	96.98	0.00	0.00	93.70	96.62	96.41	85.05	95.46	98.97
	P7	97.37	96.24	0.00	0.00	79.41	96.78	95.93	72.53	85.88	97.89

Continuación

Fuentes marinas (ss)	Código	Se ss %	Sn ss %	Th ss %	Ti ss %	Tl ss %	U ss %	V ss %	W ss %	Y ss %	Zn ss %
	P1	0.13	0.19	0.00	0.00	0.34	3.35	1.10	0.35	0.00	0.22
	P2	0.13	0.15	0.00	0.00	0.29	0.00	2.40	0.00	0.00	0.03
	P3	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1.41	0.71	0.06	0.00	0.00
	P4	0.11	0.11	0.00	0.00	0.14	4.86	2.02	0.00	0.00	0.04
	P5	0.10	0.03	0.11	0.00	0.08	0.00	0.68	0.00	0.07	0.01
	P6	0.18	0.25	0.00	0.00	0.51	6.37	3.79	0.57	0.00	0.08
	P7	0.22	0.67	0.00	0.00	0.89	7.26	2.63	0.80	0.00	1.32
Suelo del ecosistema de Lomas (sp)	Código	Se sp %	Sn sp %	Th sp %	Ti sp %	Tl sp %	U sp %	V sp %	W sp %	Y sp %	Zn sp %
	P1	0.00	0.00	0.00	100.00	33.29	0.00	8.03	6.83	0.00	5.19
	P2	0.00	0.00	0.00	100.00	7.65	0.00	7.22	0.00	0.00	0.22
	P3	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	39.52	7.28	0.00	0.72
	P4	0.00	0.00	0.00	100.00	16.04	0.00	30.90	0.00	0.00	0.45
	P5	0.00	0.00	0.00	100.00	99.92	0.00	92.45	0.00	99.93	4.88
	P6	0.00	0.00	0.00	100.00	18.32	0.00	10.97	4.14	0.00	0.57
	P7	0.00	0.00	0.00	100.00	24.11	0.00	4.24	4.30	0.00	6.78
Fuentes antrópicas (int)	Código	Se int %	Sn int %	Th int %	Ti int %	Tl int %	U int %	V int %	W int %	Y int %	Zn int %
	P1	99.87	99.81	0.00	0.00	66.37	96.65	90.87	92.82	0.00	94.60
	P2	99.87	99.85	0.00	0.00	92.06	0.00	90.38	0.00	0.00	99.75
	P3	0.00	99.97	0.00	0.00	0.00	98.59	59.78	92.66	0.00	99.28
	P4	99.89	99.89	0.00	0.00	83.82	95.14	67.08	0.00	0.00	99.51
	P5	99.90	99.97	99.89	0.00	0.00	0.00	6.87	0.00	0.00	95.11
	P6	99.82	99.75	0.00	0.00	81.18	93.63	85.24	95.29	0.00	99.36
	P7	99.78	99.33	0.00	0.00	74.99	92.74	93.13	94.90	0.00	91.89

Anexo 16: Correlaciones de Pearson entre componentes químicos del agua de niebla

Correlaciones de Pearson entre componentes químicos del agua de niebla para el mes de agosto

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	SiO2 T	Al T	B T	Ba T	Cu T	Fe T	Mn T	Pb T	ST		
Altura	1.00																										
Tiempo	-0.58	1.00																									
H+	0.66	-0.32	1.00																								
Temp. Agua	0.14	0.22	0.65	1.00																							
CE	-0.81	0.88	-0.46	0.16	1.00																						
HCO3- T	-0.88	0.56	-0.48	0.14	0.88	1.00																					
F- T	-0.63	0.77	-0.50	0.96	0.99	0.74	1.00																				
Cl- T	-0.79	0.83	-0.44	0.25	0.98	0.91	1.00	1.00																			
NO3- T	-0.81	0.89	-0.57	0.12	0.96	0.84	0.99	0.96	1.00																		
SO4= T	-0.82	0.88	-0.47	0.12	0.98	0.83	0.93	0.94	0.93	1.00																	
NO2- T	0.72	-0.48	0.38	-0.21	-0.30	-0.29	-1.00	-0.33	-0.53	-0.27	1.00																
Na T	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00															
Mg T	-0.82	0.82	-0.54	0.19	0.97	0.91	1.00	0.99	0.98	0.93	-0.42	0.91	1.00														
K T	-0.86	0.70	-0.39	0.28	0.94	0.97	0.89	0.96	0.88	0.91	-0.30	0.97	0.94	1.00													
Ca T	-0.86	0.84	-0.51	0.05	0.98	0.86	0.96	0.94	0.92	0.99	-0.26	0.92	0.93	0.92	1.00												
Sr T	-0.84	0.80	-0.50	0.17	0.99	0.93	0.99	0.99	0.95	0.96	-0.29	0.94	0.98	0.97	0.97	1.00											
SiO2 T	-0.87	0.72	-0.49	0.16	0.96	0.97	0.93	0.97	0.91	0.93	-0.26	0.96	0.96	0.99	0.95	0.99	1.00										
Al T	0.03	-0.39	-0.49	-0.70	-0.15	-0.02	-0.78	-0.19	-0.22	-0.12	0.71	-0.12	-0.15	-0.16	-0.07	-0.09	-0.05	1.00									
B T	-0.89	0.46	-0.80	0.99	0.86	0.94	0.92	0.95	0.85	0.70	-1.00	0.99	0.95	1.00	0.78	0.96	1.00	-0.48	1.00								
Ba T	-0.68	0.71	-0.64	-0.34	0.74	0.50	0.11	0.62	0.68	0.83	-0.08	0.66	0.63	0.56	0.83	0.70	0.65	0.23	-0.29	1.00							
Cu T	-0.37	0.37	-0.66	-0.58	0.34	0.11	-0.49	0.20	0.31	0.46	0.10	0.30	0.26	0.15	0.46	0.31	0.26	0.50	-0.79	0.87	1.00						
Fe T	0.15	-0.38	-0.48	-0.72	-0.22	-0.16	-0.95	-0.26	-0.26	-0.19	0.62	-0.24	-0.22	-0.28	-0.15	-0.17	-0.17	0.98	-0.75	0.21	0.54	1.00					
Mn T	0.53	-0.46	0.67	0.06	-0.58	-0.63	-0.92	-0.66	-0.74	-0.46	0.52	-0.49	-0.73	-0.56	-0.47	-0.62	-0.59	0.00	-1.00	-0.21	-0.02	0.00	1.00				
Pb T	0.86	-0.14	0.46	0.06	-0.48	-0.75	0.45	-0.50	-0.45	-0.50	0.72	-0.78	-0.52	-0.69	-0.56	-0.57	-0.66	-0.05	0.06	-0.37	-0.17	0.12	0.27	1.00			
ST	-0.80	0.90	-0.48	0.12	0.99	0.82	0.92	0.95	0.94	1.00	-0.29	0.90	0.94	0.90	0.99	0.96	0.93	-0.12	0.70	0.82	0.47	-0.18	-0.49	-0.47	1.00		
Ti T	0.03	-0.33	-0.50	-0.70	-0.11	-0.02	-0.85	-0.16	-0.18	-0.08	0.70	-0.12	-0.12	-0.15	-0.03	-0.06	-0.03	1.00	-0.57	0.28	0.55	0.98	-0.01	0.00	-0.08		
Zn T	0.78	-0.26	0.55	0.16	-0.64	-0.89	-0.52	-0.69	-0.62	-0.56	0.13	-0.70	-0.69	-0.76	-0.63	-0.71	-0.78	-0.22	-0.81	-0.31	-0.01	-0.07	0.65	0.70	-0.55		
HCO3- D	-0.89	0.62	-0.51	0.10	0.91	0.99	0.84	0.94	0.88	0.86	-0.66	0.93	0.93	0.98	0.89	0.96	0.99	-0.14	0.99	0.50	0.06	-0.27	-0.74	-0.70	0.85		
F- D	-0.66	0.75	-0.53	0.97	0.99	0.76	1.00	1.00	0.98	0.91	-1.00	0.87	1.00	0.90	0.96	1.00	0.94	-0.76	0.93	0.08	-0.52	-0.94	-0.93	0.42	0.91		
Cl- D	-0.80	0.83	-0.45	0.25	0.98	0.92	0.99	1.00	0.96	0.94	-0.33	0.92	0.99	0.96	0.94	0.99	0.97	-0.17	0.95	0.63	0.22	-0.25	-0.66	-0.51	0.95		
NO3- D	-0.82	0.89	-0.58	0.10	0.96	0.84	0.99	0.96	1.00	0.93	-0.53	0.87	0.98	0.88	0.93	0.95	0.91	-0.21	0.85	0.69	0.32	-0.25	-0.73	-0.46	0.94		
SO4= D	-0.82	0.88	-0.47	0.12	0.98	0.83	0.93	0.94	0.92	1.00	-0.25	0.91	0.93	0.91	0.99	0.96	0.94	-0.11	0.71	0.83	0.46	-0.18	-0.45	-0.50	1.00		
NO2- D	0.02	-0.12	0.89	0.50	-0.18	-0.13	-1.00	-0.21	-0.30	-0.11	0.00	0.00	-0.31	-0.04	-0.11	-0.23	-0.17	-0.63	-1.00	-0.35	-0.47	-0.68	0.72	-0.46	-0.17		
Na D	-0.92	0.63	-0.46	0.19	0.88	0.94	0.71	0.89	0.83	0.88	-0.39	1.00	0.89	0.97	0.90	0.93	0.95	-0.10	0.93	0.63	0.28	-0.23	-0.46	-0.82	0.87		
Mg D	-0.82	0.80	-0.48	0.25	0.97	0.92	0.99	0.99	0.96	0.94	-0.37	0.94	0.99	0.97	0.93	0.99	0.98	-0.15	0.97	0.63	0.25	-0.23	-0.67	-0.56	0.94		
K D	-0.86	0.63	-0.37	0.30	0.90	0.97	0.80	0.93	0.84	0.87	-0.31	0.97	0.91	0.99	0.89	0.95	0.97	-0.16	0.97	0.52	0.12	-0.29	-0.52	-0.74	0.86		
Ca D	-0.87	0.83	-0.52	0.07	0.99	0.90	1.00	0.96	0.94	0.99	-0.28	0.94	0.95	0.94	1.00	0.99	0.97	-0.07	0.88	0.78	0.41	-0.16	-0.53	-0.58	0.98		
Sr D	-0.81	0.80	-0.24	0.77	0.99	0.90	1.00	0.99	0.93	0.96	-0.30	0.93	0.98	0.97	0.98	1.00	0.98	-0.35	0.95	0.57	0.07	-0.39	-0.55	-0.42	0.96		
SiO2 D	-0.87	0.72	-0.48	0.19	0.96	0.97	0.92	0.97	0.91	0.93	-0.28	0.96	0.96	0.99	0.94	0.99	1.00	-0.07	1.00	0.63	0.23	-0.19	-0.61	-0.66	0.92		
Al D	-0.33	0.65	0.41	0.48	-0.03	0.13	0.17	0.34	-0.08	-0.79	0.42	0.18	0.31	-0.10	-0.11	-0.05	-0.95	-0.60	-0.87	-0.95	0.03	-0.59	-0.13				

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	HCO3-T	F- T	Cl- T	NO3-T	SO4= T	NO2-T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	SiO2 T	Al T	B T	Ba T	Cu T	Fe T	Mn T	Pb T	S T
B D	-0.86	0.50	-0.77	1.00	0.88	0.93	0.94	0.96	0.87	0.73	-1.00	0.98	0.97	0.99	0.81	0.97	1.00	-0.52	1.00	-0.25	-0.76	-0.78	-1.00	0.10	0.73
Ba D	-0.79	0.72	-0.45	-0.09	0.76	0.59	-0.11	0.66	0.69	0.86	-0.29	0.79	0.66	0.68	0.86	0.73	0.71	-0.07	-0.50	0.91	0.68	-0.13	-0.09	-0.58	0.85
Cu D	-0.71	0.62	-0.44	-0.08	0.55	0.39	-0.48	0.47	0.57	0.67	-0.58	0.67	0.51	0.50	0.65	0.53	0.50	-0.24	-0.79	0.75	0.62	-0.25	-0.08	-0.57	0.66
Fe D	0.63	-0.49	0.77	0.44	-0.69	-0.61	-0.93	-0.62	-0.62	-0.73	-0.26	-0.62	-0.65	-0.59	-0.75	-0.71	-0.69	-0.58	-0.71	-0.86	-0.77	-0.54	0.42	0.38	-0.73
Mn D	0.38	-0.39	0.73	0.25	-0.49	-0.48	-0.97	-0.55	-0.63	-0.38	0.28	-0.32	-0.62	-0.40	-0.39	-0.51	-0.47	-0.26	-0.99	-0.27	-0.18	-0.28	0.94	0.07	-0.42
Pb D	0.98	-0.93	0.74	0.22	-0.95	-0.98	✕	-0.93	-0.95	-0.94	0.21	-0.96	-0.93	-0.93	-0.97	-0.94	-0.95	-0.45	✕	-0.99	-0.98	0.39	0.71	0.89	-0.95
S D	-0.82	0.88	-0.49	0.10	0.98	0.82	0.92	0.94	0.92	1.00	-0.26	0.91	0.92	0.90	0.99	0.96	0.93	-0.10	0.69	0.84	0.48	-0.16	-0.46	-0.50	1.00
Zn D	0.71	-0.25	0.59	0.23	-0.64	-0.86	-0.57	-0.67	-0.60	-0.56	-0.09	-0.65	-0.67	-0.72	-0.63	-0.70	-0.76	-0.36	-0.85	-0.36	-0.09	-0.22	0.65	0.61	-0.55
HCO3- ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
F- ss	-0.94	0.33	-0.88	0.97	0.78	0.98	0.85	0.90	0.76	0.59	-1.00	1.00	0.90	1.00	0.68	0.91	0.98	-0.34	0.99	-0.43	-0.87	-0.64	-0.99	-0.09	0.59
Cl- ss	-0.79	0.83	-0.43	0.26	0.98	0.91	1.00	1.00	0.96	0.94	-0.34	0.91	0.99	0.96	0.94	0.99	0.97	-0.20	0.95	0.61	0.20	-0.28	-0.66	-0.50	0.94
NO3- ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
SO4= ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
NO2- ss	-0.93	0.99	-0.16	0.78	0.97	0.89	1.00	0.94	0.93	0.98	-0.42	1.00	0.93	0.96	0.98	0.96	0.95	-0.55	1.00	0.68	0.16	-0.54	-0.42	-0.74	0.98
Na ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Mg ss	-0.90	0.75	-0.52	0.19	0.94	0.93	0.96	0.95	0.92	0.93	-0.45	0.99	0.96	0.97	0.94	0.97	0.97	-0.15	0.99	0.67	0.31	-0.24	-0.59	-0.71	0.93
K ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Ca ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Sr ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
SiO2 ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Al ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
B ss	-0.94	0.33	-0.88	0.97	0.78	0.98	0.85	0.90	0.76	0.59	-1.00	1.00	0.90	1.00	0.68	0.91	0.98	-0.34	0.99	-0.43	-0.87	-0.64	-0.99	-0.09	0.59
Ba ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Cu ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Fe ss	-0.86	0.85	-0.45	0.25	0.97	0.89	1.00	0.97	0.96	0.95	-0.50	0.95	0.97	0.96	0.95	0.97	0.95	-0.29	0.91	0.66	0.25	-0.36	-0.60	-0.60	0.95
Mn ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Pb ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
S ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Zn ss	-0.92	0.68	-0.48	0.19	0.90	0.93	0.85	0.91	0.86	0.91	-0.42	1.00	0.91	0.97	0.92	0.94	0.96	-0.12	0.99	0.66	0.30	-0.24	-0.49	-0.78	0.90
Mg sp	0.06	-0.30	-0.48	-0.68	-0.09	-0.03	-0.82	-0.14	-0.17	-0.07	0.71	-0.13	-0.11	-0.15	-0.03	-0.05	-0.03	-0.03	-0.52	0.28	0.54	0.98	-0.03	0.05	-0.06
K sp	-0.12	-0.29	-0.55	-0.64	0.00	0.13	-0.76	-0.04	-0.09	0.04	0.72	0.05	-0.01	0.01	0.09	0.07	0.11	0.98	-0.45	0.35	0.57	0.94	-0.04	-0.19	0.03
Ca sp	-0.54	-0.14	-0.61	-0.32	0.30	0.60	-0.29	0.33	0.24	0.30	0.54	0.51	0.37	0.47	0.36	0.43	0.51	0.69	0.11	0.32	0.33	0.56	-0.33	-0.69	0.28
Sr sp	-0.33	-0.25	-0.61	-0.52	0.14	0.38	-0.43	0.14	0.06	0.15	0.68	0.27	0.17	0.23	0.21	0.24	0.31	0.89	-0.04	0.31	0.43	0.80	-0.22	-0.45	0.14
SiO2 sp	0.00	-0.30	-0.50	-0.69	-0.07	0.02	-0.81	-0.12	-0.15	-0.04	0.73	-0.08	-0.09	-0.10	0.01	-0.02	0.01	0.99	-0.51	0.31	0.55	0.97	-0.02	-0.04	-0.04
Al sp	-0.04	-0.32	-0.51	-0.69	-0.07	0.04	-0.79	-0.11	-0.15	-0.03	0.73	-0.05	-0.09	-0.09	0.02	-0.01	0.02	1.00	-0.49	0.31	0.55	0.96	-0.01	-0.09	-0.04
Ba sp	-0.15	-0.36	-0.53	-0.61	-0.03	0.16	-0.70	-0.06	-0.12	0.00	0.72	0.07	-0.02	0.02	0.06	0.06	0.11	0.97	-0.36	0.29	0.50	0.91	-0.04	-0.28	-0.01
Cu sp	0.08	-0.39	-0.44	-0.71	-0.17	-0.07	-0.84	-0.22	-0.25	-0.14	0.74	-0.18	-0.19	-0.20	-0.09	-0.12	-0.09	0.99	-0.56	0.22	0.50	0.98	0.04	0.03	-0.14
Fe sp	0.03	-0.30	-0.55	-0.77	-0.12	-0.07	-0.95	-0.18	-0.17	-0.09	0.63	-0.15	-0.14	-0.19	-0.04	-0.08	-0.07	0.98	-0.75	0.31	0.60	0.99	-0.03	0.03	-0.08
Mn sp	0.12	-0.37	-0.43	-0.71	-0.17	-0.10	-0.88	-0.22	-0.25	-0.15	0.73	-0.21	-0.20	-0.23	-0.10	-0.13	-0.11	0.99	-0.62	0.23	0.51	0.99	0.04	0.09	-0.14
Pb sp	-0.25	-0.33	-0.58	-0.62	0.01	0.22	-0.74	-0.02	-0.07	0.05	0.68	0.16	0.02	0.09	0.11	0.10	0.17	0.93	-0.41	0.33	0.53	0.85	-0.05	-0.41	0.04

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	HCO3-T	F- T	Cl- T	NO3-T	SO4=T	NO2-T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	SiO2 T	Al T	B T	Ba T	Cu T	Fe T	Mn T	Pb T	S T
Ti sp	0.03	-0.33	-0.50	-0.70	-0.11	-0.02	-0.85	-0.16	-0.18	-0.08	0.70	-0.12	-0.12	-0.15	-0.03	-0.06	-0.03	1.00	-0.57	0.28	0.55	0.98	-0.01	0.00	-0.08
Zn sp	-0.54	-0.21	-0.55	-0.36	0.18	0.46	-0.70	0.18	0.11	0.23	0.45	0.48	0.22	0.36	0.29	0.30	0.39	0.62	-0.36	0.35	0.43	0.50	-0.09	-0.77	0.21
HCO3- int	-0.88	0.56	-0.48	0.14	0.88	1.00	0.74	0.91	0.83	0.82	-0.29	0.93	0.90	0.97	0.86	0.93	0.97	-0.02	0.94	0.50	0.11	-0.16	-0.63	-0.75	0.82
F- int	-0.63	0.78	-0.50	0.95	0.99	0.73	1.00	1.00	0.99	0.93	-1.00	0.85	0.99	0.89	0.97	0.99	0.93	-0.79	0.92	0.11	-0.49	-0.95	-0.92	0.45	0.92
NO3- int	-0.81	0.89	-0.57	0.12	0.96	0.84	0.99	0.96	1.00	0.93	-0.53	0.86	0.98	0.88	0.92	0.95	0.91	-0.22	0.85	0.68	0.31	-0.26	-0.74	-0.45	0.94
SO4= int	-0.80	0.90	-0.46	0.11	0.98	0.81	0.91	0.93	0.92	1.00	-0.26	0.89	0.92	0.89	0.99	0.96	0.92	-0.12	0.67	0.84	0.48	-0.18	-0.45	-0.47	1.00
NO2- int	0.72	-0.49	0.38	-0.21	-0.30	-0.29	-1.00	-0.34	-0.53	-0.27	1.00	-0.42	-0.43	-0.31	-0.27	-0.29	-0.26	0.71	-1.00	-0.08	0.10	0.62	0.52	0.72	-0.29
Mg int	-0.42	0.97	-0.33	0.19	0.82	0.52	1.00	0.79	0.85	0.79	-0.29	0.51	0.78	0.60	0.76	0.73	0.64	-0.31	1.00	0.71	0.31	-0.30	-0.81	0.08	0.82
K int	-0.79	0.69	-0.32	0.35	0.93	0.96	0.91	0.97	0.87	0.88	-0.26	0.93	0.94	0.99	0.89	0.96	0.97	-0.20	1.00	0.49	0.05	-0.32	-0.58	-0.61	0.87
Ca int	-0.85	0.86	-0.50	0.06	0.98	0.85	0.95	0.94	0.92	1.00	-0.26	0.91	0.92	0.91	1.00	0.97	0.94	-0.08	0.76	0.83	0.46	-0.16	-0.47	-0.54	0.99
Sr int	-0.82	0.82	-0.49	0.18	0.99	0.92	1.00	0.99	0.96	0.96	-0.28	0.92	0.98	0.96	0.97	1.00	0.98	-0.09	0.94	0.69	0.30	-0.18	-0.63	-0.52	0.97
SiO2 int	-0.85	0.77	-0.38	0.30	0.96	0.95	0.96	0.98	0.92	0.92	-0.38	0.96	0.96	0.99	0.93	0.98	0.98	-0.25	0.99	0.58	0.15	-0.35	-0.58	-0.64	0.92
Al int	0.13	-0.50	-0.44	-0.69	-0.27	-0.12	-0.77	-0.30	-0.32	-0.25	0.67	-0.24	-0.25	-0.27	-0.20	-0.20	-0.17	0.99	-0.46	0.10	0.42	0.98	0.01	0.01	-0.25
B int	-0.87	0.50	-0.78	1.00	0.88	0.93	0.93	0.96	0.87	0.73	-1.00	0.98	0.97	0.99	0.81	0.97	1.00	-0.51	1.00	-0.25	-0.77	-0.78	-1.00	0.10	0.73
Ba int	-0.64	0.89	-0.43	-0.09	0.77	0.45	0.31	0.66	0.75	0.85	-0.41	0.65	0.66	0.57	0.83	0.69	0.62	-0.19	-0.09	0.91	0.68	-0.17	-0.20	-0.26	0.85
Cu int	-0.39	0.44	-0.64	-0.53	0.36	0.11	-0.43	0.23	0.35	0.50	0.00	0.33	0.28	0.17	0.49	0.33	0.27	0.40	-0.75	0.88	0.99	0.44	-0.01	-0.17	0.50
Mn int	0.50	-0.37	0.75	0.21	-0.53	-0.60	-0.89	-0.61	-0.67	-0.42	0.37	-0.44	-0.68	-0.50	-0.45	-0.58	-0.56	-0.21	-1.00	-0.26	-0.12	-0.21	0.98	0.25	-0.45
Pb int	0.84	-0.11	0.50	0.12	-0.46	-0.74	0.48	-0.48	-0.43	-0.49	0.69	-0.77	-0.51	-0.67	-0.54	-0.56	-0.65	-0.13	0.09	-0.38	-0.21	0.03	0.27	1.00	-0.46
S int	-0.78	0.91	-0.48	0.11	0.98	0.80	0.91	0.94	0.94	1.00	-0.28	0.88	0.93	0.88	0.99	0.96	0.92	-0.12	0.67	0.83	0.48	-0.17	-0.49	-0.44	1.00
Zn int	0.78	-0.25	0.56	0.16	-0.64	-0.89	-0.51	-0.69	-0.62	-0.56	0.13	-0.70	-0.69	-0.76	-0.63	-0.71	-0.78	-0.23	-0.81	-0.31	-0.01	-0.07	0.65	0.70	-0.55

Continuación

	Ti T	Zn T	HCO3-D	F- D	Cl- D	NO3-D	SO4=D	NO2-D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	SiO2 D	Al D	B D	Ba D	Cu D	Fe D	Mn D	Pb D	S D	Zn D	HCO3-ss	F- ss	
Ti T	1.00																									
Zn T	-0.20	1.00																								
HCO3-D	-0.14	-0.89	1.00																							
F- D	-0.83	-0.54	0.86	1.00																						
Cl- D	-0.14	-0.69	0.94	1.00	1.00																					
NO3- D	-0.17	-0.63	0.88	0.98	0.96	1.00																				
SO4= D	-0.07	-0.56	0.87	0.92	0.94	0.92	1.00																			
NO2- D	-0.66	0.31	-0.11	-1.00	-0.22	-0.30	-0.12	1.00																		
Na D	-0.10	-0.71	0.93	0.73	0.89	0.83	0.89	0.03	1.00																	
Mg D	-0.13	-0.68	0.94	0.99	0.99	0.96	0.94	-0.25	0.92	1.00																
K D	-0.16	-0.76	0.98	0.82	0.93	0.84	0.87	0.02	0.98	0.95	1.00															
Ca D	-0.03	-0.69	0.93	0.99	0.96	0.94	0.99	-0.15	0.92	0.96	0.91	1.00														
Sr D	-0.33	-0.57	0.93	1.00	0.99	0.93	0.96	-0.17	0.91	0.99	0.94	0.99	1.00													
SiO2 D	-0.06	-0.78	0.99	0.93	0.98	0.91	0.93	-0.17	0.96	0.98	0.98	0.97	0.98	1.00												
Al D	-0.95	0.11	0.10	∞	0.12	0.30	-0.11	1.00	0.39	0.19	0.39	-0.08	0.20	0.02	1.00											
B D	-0.60	-0.78	0.98	0.95	0.97	0.87	0.75	-1.00	0.91	0.98	0.96	0.90	0.96	1.00	∞	1.00										
Ba D	-0.04	-0.32	0.58	-0.15	0.67	0.69	0.86	0.23	0.78	0.68	0.67	0.82	0.65	0.69	0.12	-0.46	1.00									
Cu D	-0.21	-0.11	0.40	-0.51	0.48	0.58	0.66	0.20	0.65	0.52	0.50	0.61	0.43	0.49	0.82	-0.76	0.90	1.00								
Fe D	-0.62	0.56	-0.59	-0.92	-0.63	-0.63	-0.73	0.95	-0.61	-0.64	-0.55	-0.74	-0.55	-0.67	0.86	-0.74	-0.65	-0.41	1.00							
Mn D	-0.28	0.56	-0.55	-0.98	-0.54	-0.63	-0.38	0.89	-0.29	-0.54	-0.34	-0.44	-0.41	-0.48	0.45	-0.99	-0.02	0.04	0.54	1.00						
Pb D	-0.91	0.98	-1.00	∞	-0.93	-0.95	-0.94	1.00	-0.95	-0.91	-0.93	-0.97	-0.98	-0.95	-0.71	∞	-0.95	-0.98	0.97	0.69	1.00					
S D	-0.05	-0.56	0.86	0.91	0.94	0.93	1.00	-0.14	0.88	0.93	0.86	0.99	0.96	0.92	-0.15	0.72	0.86	0.67	-0.74	-0.39	-0.95	1.00				
Zn D	-0.35	0.98	-0.84	-0.60	-0.68	-0.61	-0.56	0.49	-0.66	-0.66	-0.71	-0.68	-0.54	-0.76	0.40	-0.82	-0.29	-0.04	0.66	0.62	0.99	-0.56	1.00			
HCO3- ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00		
F- ss	-0.44	-0.89	1.00	0.87	0.90	0.76	0.60	-1.00	0.97	0.93	1.00	0.81	0.89	0.99	∞	0.98	-0.62	-0.87	-0.60	-0.96	∞	0.58	-0.92	1.00	1.00	
Cl- ss	-0.17	-0.69	0.94	1.00	1.00	0.96	0.94	-0.20	0.89	0.99	0.93	0.96	0.99	0.97	0.24	0.96	0.66	0.47	-0.61	-0.54	-0.93	0.94	-0.67	0.91	0.90	
NO3- ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
SO4= ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
NO2- ss	-0.50	-0.42	0.88	1.00	0.94	0.93	0.98	0.00	1.00	0.96	0.96	0.98	0.97	0.95	0.66	1.00	0.80	0.63	-0.44	-0.26	-0.98	0.98	-0.33	1.00	1.00	
Na ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
Mg ss	-0.13	-0.69	0.94	0.97	0.96	0.93	0.93	-0.13	0.98	0.98	0.97	0.96	0.97	0.98	0.47	1.00	0.77	0.65	-0.64	-0.43	-0.95	0.93	-0.65	0.99	0.97	
K ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
Ca ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
Sr ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
SiO2 ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
Al ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	
B ss	-0.44	-0.89	1.00	0.87	0.90	0.76	0.60	-1.00	0.97	0.93	1.00	0.81	0.89	0.99	∞	0.98	-0.62	-0.87	-0.60	-0.96	∞	0.58	-0.92	1.00	1.00	
Ba ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00	

Continuación

	Ti T	Zn T	HCO3-D	F- D	Cl- D	NO3-D	SO4=D	NO2-D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	SiO2 D	Al D	B D	Ba D	Cu D	Fe D	Mn D	Pb D	S D	Zn D	HCO3-ss	F- ss
Cu ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00
Fe ss	-0.26	-0.63	0.92	1.00	0.97	0.96	0.95	-0.07	0.93	0.98	0.93	0.96	0.97	0.96	0.68	0.93	0.76	0.64	-0.57	-0.44	-0.96	0.94	-0.58	0.95	0.84
Mn ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00
Pb ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00
S ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00
Zn ss	-0.12	-0.70	0.93	0.87	0.92	0.87	0.91	0.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.93	0.96	0.42	0.98	0.79	0.67	-0.62	-0.32	-0.96	0.91	-0.65	1.00	1.00
Mg sp	1.00	-0.19	-0.14	-0.80	-0.13	-0.16	-0.06	-0.68	-0.12	-0.12	-0.16	-0.03	-0.30	-0.06	-0.96	-0.56	-0.06	-0.25	-0.63	-0.31	-0.94	-0.04	-0.34	-0.13	-0.39
K sp	0.98	-0.31	0.00	-0.74	-0.03	-0.08	0.05	-0.67	0.08	0.00	0.01	0.09	-0.20	0.09	-0.96	-0.49	0.09	-0.10	-0.69	-0.26	-0.86	0.06	-0.44	0.05	-0.31
Ca sp	0.65	-0.69	0.49	-0.26	0.35	0.25	0.31	-0.96	0.55	0.40	0.51	0.39	0.23	0.50	-0.92	0.06	0.25	0.11	-0.66	-0.35	-0.97	0.31	-0.73	0.51	0.25
Sr sp	0.87	-0.55	0.26	-0.40	0.15	0.07	0.16	-0.79	0.31	0.19	0.26	0.23	-0.02	0.30	-0.93	-0.08	0.13	-0.05	-0.70	-0.35	-0.99	0.17	-0.64	0.27	0.11
SiO2 sp	1.00	-0.24	-0.10	-0.79	-0.10	-0.14	-0.02	-0.66	-0.05	-0.09	-0.11	0.01	-0.29	-0.01	-0.96	-0.55	0.00	-0.20	-0.65	-0.28	-0.85	-0.01	-0.38	-0.08	-0.38
Al sp	1.00	-0.26	-0.07	-0.77	-0.10	-0.14	-0.02	-0.64	-0.03	-0.08	-0.09	0.02	-0.30	0.00	-0.95	-0.53	0.01	-0.18	-0.65	-0.26	-0.80	-0.01	-0.40	-0.05	-0.36
Ba sp	0.95	-0.35	0.02	-0.67	-0.04	-0.11	0.02	-0.65	0.11	-0.01	0.04	0.07	-0.21	0.09	-0.96	-0.40	0.06	-0.11	-0.64	-0.23	-0.78	0.02	-0.46	0.07	-0.22
Cu sp	1.00	-0.18	-0.18	-0.82	-0.20	-0.24	-0.13	-0.59	-0.16	-0.20	-0.21	-0.09	-0.40	-0.12	-0.95	-0.59	-0.09	-0.27	-0.57	-0.23	-0.24	-0.12	-0.33	-0.18	-0.43
Fe sp	0.99	-0.17	-0.16	-0.94	-0.17	-0.16	-0.08	-0.68	-0.13	-0.15	-0.20	-0.05	-0.38	-0.09	-0.93	-0.78	-0.03	-0.17	-0.62	-0.31	-0.63	-0.06	-0.31	-0.15	-0.64
Mn sp	0.99	-0.14	-0.21	-0.86	-0.21	-0.23	-0.14	-0.62	-0.19	-0.21	-0.24	-0.11	-0.39	-0.14	-0.96	-0.65	-0.11	-0.29	-0.56	-0.25	-0.34	-0.12	-0.29	-0.21	-0.50
Pb sp	0.90	-0.40	0.09	-0.71	0.00	-0.06	0.06	-0.62	0.20	0.04	0.11	0.12	-0.19	0.15	-0.93	-0.45	0.14	0.01	-0.65	-0.20	-0.79	0.07	-0.49	0.16	-0.27
Ti sp	1.00	-0.20	-0.14	-0.83	-0.14	-0.17	-0.07	-0.66	-0.10	-0.13	-0.16	-0.03	-0.33	-0.06	-0.95	-0.60	-0.04	-0.21	-0.62	-0.28	-0.91	-0.05	-0.35	-0.12	-0.44
Zn sp	0.58	-0.52	0.34	-0.67	0.20	0.12	0.24	-0.47	0.53	0.27	0.42	0.30	0.09	0.38	-0.87	-0.40	0.36	0.31	-0.57	-0.08	-0.90	0.24	-0.52	0.48	-0.22
HCO3- int	-0.02	-0.89	0.99	0.76	0.92	0.84	0.83	-0.13	0.93	0.92	0.97	0.90	0.90	0.97	0.12	0.93	0.58	0.39	-0.61	-0.48	-0.98	0.82	-0.86	0.93	0.98
F- int	-0.85	-0.51	0.84	1.00	0.99	0.99	0.93	-1.00	0.71	0.98	0.79	1.00	1.00	0.92	0.93	-0.11	-0.48	-0.93	-0.97	0.92	-0.57	0.85	0.85	0.85	
NO3- int	-0.18	-0.62	0.88	0.98	0.96	1.00	0.92	-0.30	0.83	0.96	0.84	0.94	0.93	0.91	0.34	0.87	0.69	0.57	-0.62	-0.63	-0.95	0.92	-0.60	0.86	0.76
SO4= int	-0.07	-0.54	0.84	0.89	0.94	0.93	1.00	-0.13	0.86	0.93	0.85	0.98	0.95	0.91	-0.13	0.70	0.86	0.66	-0.73	-0.38	-0.94	1.00	-0.54	0.89	0.55
NO2- int	0.70	0.13	-0.66	-1.00	-0.33	-0.53	-0.26	0.00	-0.39	-0.37	-0.32	-0.28	-0.30	-0.28	-0.79	-1.00	-0.29	-0.59	-0.26	0.29	0.22	-0.26	-0.09	-0.42	-1.00
Mg int	-0.24	-0.36	0.60	1.00	0.78	0.84	0.79	1.00	0.45	0.73	0.52	0.74	0.71	0.64	-0.28	1.00	0.63	0.44	-0.48	-0.85	-0.96	0.79	-0.39	0.51	1.00
K int	-0.19	-0.76	0.98	0.92	0.97	0.87	0.88	-0.03	0.92	0.96	0.98	0.92	0.96	0.98	0.33	1.00	0.60	0.39	-0.53	-0.42	-0.92	0.87	-0.72	0.93	0.99
Ca int	-0.04	-0.62	0.88	0.94	0.94	0.93	1.00	-0.11	0.89	0.93	0.88	0.99	0.97	0.93	-0.09	0.79	0.86	0.65	-0.75	-0.39	-0.97	1.00	-0.62	0.91	0.66
Sr int	-0.06	-0.70	0.95	1.00	0.99	0.96	0.96	-0.25	0.90	0.99	0.93	0.98	1.00	0.98	-0.16	0.96	0.71	0.50	-0.70	-0.53	-0.94	0.96	-0.70	0.92	0.89
SiO2 int	-0.23	-0.72	0.97	0.97	0.98	0.92	0.93	-0.01	0.95	0.98	0.98	0.95	0.98	0.98	0.50	1.00	0.70	0.53	-0.55	-0.41	-0.95	0.92	-0.67	0.96	0.96
Al int	0.98	-0.16	-0.23	-0.75	-0.28	-0.31	-0.24	-0.61	-0.21	-0.26	-0.26	-0.20	-0.43	-0.18	-0.95	-0.50	-0.20	-0.32	-0.47	-0.24	0.71	-0.23	-0.29	-0.24	-0.33
B int	-0.60	-0.79	0.98	0.95	0.97	0.87	0.74	-1.00	0.91	0.98	0.96	0.90	0.96	1.00	1.00	-0.46	-0.76	-0.74	-0.99	0.72	-0.82	0.98	0.98	0.98	
Ba int	-0.12	-0.17	0.48	0.28	0.66	0.75	0.85	0.00	0.60	0.65	0.52	0.78	0.61	0.60	0.10	-0.04	0.91	0.83	-0.61	-0.18	-0.99	0.85	-0.17	0.65	-0.23
Cu int	0.45	0.03	0.07	-0.46	0.24	0.36	0.50	-0.40	0.30	0.27	0.14	0.43	0.12	0.25	-0.84	-0.72	0.72	0.69	-0.73	-0.15	-0.97	0.52	-0.04	0.33	-0.84
Mn int	-0.22	0.68	-0.67	-0.90	-0.60	-0.67	-0.42	0.84	-0.42	-0.61	-0.46	-0.50	-0.47	-0.57	0.32	-0.99	-0.07	-0.02	0.53	0.98	0.71	-0.43	0.71	-0.44	-1.00
Pb int	-0.09	0.71	-0.68	0.45	-0.49	-0.44	-0.49	-0.41	-0.80	-0.54	-0.72	-0.57	-0.39	-0.65	-0.44	0.14	-0.57	-0.55	0.43	0.08	0.89	-0.48	0.63	-0.77	-0.06
S int	-0.07	-0.53	0.84	0.89	0.94	0.94	1.00	-0.18	0.85	0.93	0.84	0.98	0.95	0.91	-0.18	0.70	0.84	0.65	-0.73	-0.42	-0.94	1.00	-0.54	0.88	0.55
Zn int	-0.21	1.00	-0.89	-0.54	-0.69	-0.63	-0.56	0.31	-0.72	-0.68	-0.76	-0.69	-0.57	-0.78	0.12	-0.78	-0.32	-0.12	0.56	0.56	0.98	-0.56	0.98	-0.70	-0.88

Continuación

	Cl- ss	NO3- ss	SO4= ss	NO2- ss	Na ss	Mg ss	K ss	Ca ss	Sr ss	SiO2 ss	Al ss	B ss	Ba ss	Cu ss	Fe ss
Cl- ss	1.00														
NO3- ss	0.91	1.00													
SO4= ss	0.91	1.00	1.00												
NO2- ss	0.94	1.00	1.00	1.00											
Na ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00										
Mg ss	0.95	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00									
K ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00								
Ca ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00							
Sr ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00						
SiO2 ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00					
Al ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
B ss	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
Ba ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Cu ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Fe ss	0.97	0.95	0.95	0.99	0.95	0.98	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.84	0.95	0.95	1.00
Mn ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
Pb ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
S ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
Zn ss	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95
Mg sp	-0.16	-0.13	-0.13	-0.47	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.39	-0.13	-0.13	-0.26
K sp	-0.06	0.05	0.05	-0.42	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	-0.31	0.05	0.05	-0.13
Ca sp	0.32	0.51	0.51	0.00	0.51	0.46	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.25	0.51	0.51	0.29
Sr sp	0.13	0.27	0.27	-0.33	0.27	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.11	0.27	0.27	0.06
SiO2 sp	-0.13	-0.08	-0.08	-0.48	-0.08	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.38	-0.08	-0.08	-0.22
Al sp	-0.13	-0.05	-0.05	-0.49	-0.05	-0.08	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.36	-0.05	-0.05	-0.21
Ba sp	-0.07	0.07	0.07	-0.46	0.07	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	-0.22	0.07	0.07	-0.14
Cu sp	-0.23	-0.18	-0.18	-0.57	-0.18	-0.20	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.43	-0.18	-0.18	-0.33
Fe sp	-0.19	-0.15	-0.15	-0.53	-0.15	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.64	-0.15	-0.15	-0.27
Mn sp	-0.24	-0.21	-0.21	-0.55	-0.21	-0.22	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	-0.50	-0.21	-0.21	-0.34
Pb sp	-0.03	0.16	0.16	-0.47	0.16	0.11	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	-0.27	0.16	0.16	-0.07
Ti sp	-0.17	-0.12	-0.12	-0.50	-0.12	-0.13	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.44	-0.12	-0.12	-0.26
Zn sp	0.17	0.48	0.48	-0.13	0.48	0.40	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	-0.22	0.48	0.48	0.21
HCO3- int	0.91	0.93	0.93	0.88	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.98	0.93	0.93	0.89
F- int	1.00	0.85	0.85	1.00	0.85	0.96	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00
NO3- int	0.96	0.86	0.86	0.93	0.86	0.92	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.76	0.86	0.86	0.96
SO4= int	0.93	0.89	0.89	0.98	0.89	0.92	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.55	0.89	0.89	0.94
NO2- int	-0.35	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.46	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	-1.00	-0.42	-0.42	-0.51
Mg int	0.79	0.51	0.51	0.99	0.51	0.61	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	1.00	0.51	0.51	0.73
K int	0.97	0.93	0.93	0.91	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.99	0.93	0.93	0.94
Ca int	0.94	0.91	0.91	0.98	0.91	0.93	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.66	0.91	0.91	0.94
Sr int	0.99	0.92	0.92	0.95	0.92	0.96	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.89	0.92	0.92	0.97
SiO2 int	0.98	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.98
Al int	-0.31	-0.24	-0.24	-0.63	-0.24	-0.26	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.33	-0.24	-0.24	-0.40
B int	0.96	0.98	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.93
Ba int	0.66	0.65	0.65	0.87	0.65	0.68	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	-0.23	0.65	0.65	0.73
Cu int	0.23	0.33	0.33	0.24	0.33	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	-0.84	0.33	0.33	0.30
Mn int	-0.60	-0.44	-0.44	-0.31	-0.44	-0.53	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-1.00	-0.44	-0.44	-0.52
Pb int	-0.48	-0.77	-0.77	-0.76	-0.77	-0.69	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.06	-0.77	-0.77	-0.57
S int	0.94	0.88	0.88	0.98	0.88	0.92	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.55	0.88	0.88	0.94
Zn int	-0.69	-0.70	-0.70	-0.42	-0.70	-0.69	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.88	-0.70	-0.70	-0.63

Continuación

	Mn ss	Pb ss	S ss	Zn ss	Mg sp	K sp	Ca sp	Sr sp	SiO2 sp	Al sp	Ba sp	Cu sp	Fe sp	Mn sp	Pb sp	Ti sp	Zn sp	HCO3- int
Mn ss	1.00																	
Pb ss	1.00	1.00																
S ss	1.00	1.00	1.00															
Zn ss	1.00	1.00	1.00	1.00														
Mg sp	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	1.00													
K sp	0.05	0.05	0.05	0.05	0.97	1.00												
Ca sp	0.51	0.51	0.51	0.51	0.62	0.78	1.00											
Sr sp	0.27	0.27	0.27	0.27	0.85	0.94	0.94	1.00										
SiO2 sp	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	1.00	0.98	0.68	0.88	1.00									
Al sp	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.99	0.99	0.71	0.91	1.00	1.00								
Ba sp	0.07	0.07	0.07	0.07	0.93	0.99	0.84	0.97	0.96	0.97	1.00							
Cu sp	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	0.99	0.97	0.62	0.85	0.99	0.99	0.94	1.00						
Fe sp	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	0.99	0.96	0.60	0.83	0.99	0.98	0.92	0.99	1.00					
Mn sp	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	1.00	0.95	0.58	0.82	0.99	0.98	0.92	1.00	0.99	1.00				
Pb sp	0.16	0.16	0.16	0.16	0.88	0.97	0.88	0.97	0.91	0.94	0.99	0.89	0.88	0.86	1.00			
Ti sp	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	1.00	0.98	0.65	0.87	1.00	1.00	0.95	1.00	0.99	0.99	0.90	1.00		
Zn sp	0.48	0.48	0.48	0.48	0.53	0.73	0.94	0.86	0.60	0.64	0.79	0.55	0.54	0.50	0.87	0.58	1.00	
HCO3- int	0.93	0.93	0.93	0.93	-0.03	0.13	0.60	0.38	0.02	0.05	0.16	-0.07	-0.07	-0.10	0.22	-0.02	0.46	1.00
F- int	0.85	0.85	0.85	0.85	-0.82	-0.77	-0.30	-0.43	-0.81	-0.80	-0.70	-0.84	-0.95	-0.88	-0.74	-0.85	-0.70	0.73
NO3- int	0.86	0.86	0.86	0.86	-0.17	-0.09	0.24	0.06	-0.15	-0.15	-0.12	-0.25	-0.17	-0.25	-0.07	-0.18	0.11	0.83
SO4= int	0.89	0.89	0.89	0.89	-0.06	0.04	0.28	0.13	-0.03	-0.03	0.00	-0.13	-0.08	-0.14	0.04	-0.07	0.21	0.81
NO2- int	-0.42	-0.42	-0.42	-0.42	0.71	0.72	0.54	0.68	0.73	0.73	0.73	0.74	0.63	0.73	0.68	0.70	0.45	-0.29
Mg int	0.51	0.51	0.51	0.51	-0.19	-0.25	-0.20	-0.25	-0.22	-0.25	-0.34	-0.28	-0.23	-0.25	-0.37	-0.24	-0.39	0.52
K int	0.93	0.93	0.93	0.93	-0.18	-0.05	0.41	0.18	-0.14	-0.13	-0.04	-0.24	-0.24	-0.26	0.01	-0.19	0.27	0.96
Ca int	0.91	0.91	0.91	0.91	-0.03	0.08	0.34	0.19	0.00	0.01	0.04	-0.10	-0.05	-0.11	0.10	-0.04	0.27	0.85
Sr int	0.92	0.92	0.92	0.92	-0.05	0.05	0.39	0.22	-0.02	-0.02	0.03	-0.13	-0.09	-0.13	0.07	-0.06	0.25	0.92
SiO2 int	0.96	0.96	0.96	0.96	-0.23	-0.09	0.37	0.13	-0.19	-0.17	-0.08	-0.29	-0.26	-0.31	-0.02	-0.23	0.26	0.95
Al int	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	0.97	0.95	0.64	0.86	0.97	0.97	0.94	0.98	0.97	0.98	0.90	0.98	0.58	-0.12
B int	0.98	0.98	0.98	0.98	-0.56	-0.48	0.06	-0.08	-0.54	-0.53	-0.40	-0.59	-0.78	-0.65	-0.45	-0.60	-0.40	0.93
Ba int	0.65	0.65	0.65	0.65	-0.12	-0.07	-0.04	-0.10	-0.10	-0.11	-0.14	-0.18	-0.08	-0.17	-0.09	-0.12	0.02	0.44
Cu int	0.33	0.33	0.33	0.33	0.44	0.47	0.25	0.34	0.45	0.45	0.40	0.39	0.50	0.40	0.43	0.45	0.37	0.11
Mn int	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.24	-0.24	-0.45	-0.39	-0.23	-0.22	-0.23	-0.17	-0.24	-0.18	-0.23	-0.22	-0.20	-0.60
Pb int	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.03	-0.28	-0.74	-0.52	-0.12	-0.17	-0.36	-0.05	-0.06	0.01	-0.48	-0.09	-0.82	-0.74
S int	0.88	0.88	0.88	0.88	-0.06	0.03	0.26	0.12	-0.03	-0.03	-0.01	-0.14	-0.08	-0.14	0.03	-0.07	0.18	0.80
Zn int	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.20	-0.32	-0.70	-0.56	-0.24	-0.27	-0.36	-0.19	-0.17	-0.15	-0.41	-0.21	-0.52	-0.89

Continuación

	F- int	NO3- int	SO4= int	NO2- int	Mg int	K int	Ca int	Sr int	SiO2 int	Al int	B int	Ba int	Cu int	Mn int	Pb int	S int	Zn int
F- int	1.00																
NO3- int	0.99	1.00															
SO4= int	0.91	0.92	1.00														
NO2- int	-1.00	-0.53	-0.26	1.00													
Mg int	1.00	0.85	0.81	-0.29	1.00												
K int	0.91	0.87	0.86	-0.26	0.65	1.00											
Ca int	0.96	0.92	0.99	-0.27	0.77	0.88	1.00										
Sr int	1.00	0.96	0.96	-0.28	0.77	0.95	0.96	1.00									
SiO2 int	0.96	0.92	0.91	-0.39	0.67	0.99	0.93	0.97	1.00								
Al int	-0.78	-0.32	-0.25	0.67	-0.42	-0.30	-0.21	-0.21	-0.36	1.00							
B int	0.93	0.87	0.70	-1.00	1.00	1.00	0.79	0.96	1.00	-0.50	1.00						
Ba int	0.32	0.75	0.86	-0.41	0.94	0.52	0.84	0.70	0.63	-0.31	-0.05	1.00					
Cu int	-0.42	0.35	0.51	-0.01	0.43	0.06	0.49	0.32	0.18	0.31	-0.72	0.74	1.00				
Mn int	-0.89	-0.67	-0.41	0.37	-0.77	-0.52	-0.44	-0.59	-0.51	-0.20	-0.99	-0.16	-0.10	1.00			
Pb int	0.48	-0.43	-0.45	0.69	0.11	-0.59	-0.53	-0.51	-0.61	-0.07	0.13	-0.24	-0.20	0.26	1.00		
S int	0.91	0.94	1.00	-0.28	0.84	0.86	0.99	0.96	0.91	-0.25	0.70	0.86	0.51	-0.45	-0.42	1.00	
Zn int	-0.50	-0.62	-0.54	0.13	-0.35	-0.76	-0.62	-0.70	-0.72	-0.16	-0.78	-0.17	0.03	0.67	0.71	-0.53	1.00

Correlaciones de Pearson entre componentes químicos del agua de niebla para el mes de setiembre

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	B T	Ba T	Cd T	Co T	Cr T	Cu T	
Altura	1.00																											
Tiempo	-0.26	1.00																										
H+	0.84	-0.14	1.00																									
Temp. Agua	0.22	0.79	0.20	1.00																								
CE	-0.94	0.22	-0.72	-0.20	1.00																							
STD	-0.94	0.23	-0.73	-0.19	1.00	1.00																						
HCO3- T	-0.96	0.34	-0.80	-0.08	0.86	0.86	1.00																					
F- T	-0.20	-0.99	-0.08	-0.83	0.60	0.55	-0.10	1.00																				
Cl- T	-0.71	-0.03	-0.52	-0.23	0.89	0.89	0.59	0.66	1.00																			
NO3- T	-0.34	0.46	0.09	0.19	0.57	0.56	0.25	-0.14	0.57	1.00																		
SO4= T	-0.88	0.43	-0.64	-0.08	0.86	0.85	0.87	0.14	0.56	0.50	1.00																	
NO2- T	-0.53	0.47	-0.36	-0.03	0.28	0.28	0.59	-0.50	-0.17	0.07	0.59	1.00																
Na T	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00															
Mg T	-0.78	0.06	-0.61	-0.17	0.93	0.93	0.71	0.82	0.96	0.52	0.71	-0.06	0.94	1.00														
K T	-0.98	0.19	-0.74	-0.33	0.91	0.91	0.92	0.27	0.68	0.39	0.85	0.59	0.61	0.73	1.00													
Ca T	-0.91	0.44	-0.70	-0.06	0.87	0.87	0.91	0.05	0.57	0.46	0.99	0.60	0.50	0.72	0.88	1.00												
Sr T	-0.96	0.38	-0.75	-0.16	0.95	0.95	0.87	0.09	0.71	0.55	0.92	0.53	0.66	0.77	0.94	0.93	1.00											
Li T	-0.94	0.32	-0.71	-0.20	0.97	0.97	0.84	0.31	0.77	0.60	0.91	0.44	0.73	0.83	0.93	0.92	0.99	1.00										
SiO2 T	-0.88	0.45	-0.77	-0.12	0.81	0.82	0.77	-0.24	0.54	0.43	0.77	0.60	0.51	0.57	0.87	0.80	0.94	0.90	1.00									
Al T	0.37	-0.71	0.50	-0.63	-0.24	-0.26	-0.45	0.90	-0.09	-0.01	-0.20	-0.31	-0.05	-0.12	-0.26	-0.28	-0.33	-0.25	-0.49	1.00								
As T	-0.89	-0.08	-0.66	-0.57	0.90	0.90	0.79	0.70	0.76	0.39	0.80	0.39	0.72	0.79	0.94	0.80	0.88	0.90	0.75	0.06	1.00							
B T	-0.77	-0.74	-0.74	-0.82	1.00	0.99	0.45	0.64	0.82	0.02	0.07	-0.24	0.85	0.79	0.77	0.11	0.68	0.82	0.49	0.30	0.88	1.00						
Ba T	-0.46	0.05	-0.08	-0.26	0.59	0.57	0.43	0.71	0.47	0.61	0.74	0.22	0.42	0.59	0.50	0.67	0.55	0.61	0.27	0.44	0.64	0.02	1.00					
Cd T	0.84	-0.33	0.88	-0.27	-0.70	-0.71	-0.93	1.00	-0.62	0.22	-0.60	-0.63	-0.47	-0.66	-0.75	-0.69	-0.66	-0.56	-0.79	0.64	-0.41	1.00	-0.12	1.00				
Co T	-0.20	-0.49	-0.19	-0.43	0.02	0.00	0.36	0.72	-0.08	-0.78	0.12	0.24	-0.14	0.05	0.24	0.14	-0.07	-0.08	-0.22	0.25	0.27	0.03	0.18	-0.61	1.00			
Cr T	-0.79	0.48	-0.67	-0.09	0.71	0.73	0.66	-0.32	0.45	0.45	0.69	0.62	0.43	0.44	0.80	0.71	0.87	0.83	0.98	-0.49	0.66	0.42	0.20	-0.70	-0.34	1.00		
Cu T	-0.29	-0.15	0.00	-0.17	0.26	0.23	0.45	0.49	0.16	0.03	0.40	0.24	0.06	0.31	0.32	0.39	0.15	0.17	-0.14	0.29	0.35	-0.34	0.60	-0.79	0.87	-0.26	1.00	
Fe T	0.37	-0.66	0.53	-0.63	-0.25	-0.27	-0.45	0.88	-0.12	0.04	-0.19	-0.24	-0.08	-0.16	-0.24	-0.27	-0.31	-0.23	-0.45	0.99	0.06	0.30	0.45	0.69	0.20	-0.43	0.26	
Mn T	0.30	-0.48	0.46	-0.28	-0.39	-0.41	-0.15	0.52	-0.35	-0.36	-0.33	0.06	-0.41	-0.35	-0.18	-0.34	-0.46	-0.46	-0.56	0.45	-0.15	-0.32	0.01	-0.19	0.77	-0.58	0.66	
Mo T	-0.88	0.51	-0.65	-0.07	0.86	0.87	0.79	-0.22	0.59	0.61	0.88	0.62	0.54	0.64	0.89	0.89	0.97	0.95	0.96	-0.38	0.79	0.42	0.50	-0.57	-0.23	0.94	0.03	
Ni T	-0.69	0.12	-0.33	-0.24	0.67	0.65	0.76	0.55	0.44	0.38	0.83	0.53	0.34	0.59	0.73	0.81	0.65	0.66	0.40	0.14	0.74	-0.08	0.84	-0.64	0.63	0.30	0.82	
Pb T	0.66	-0.38	0.80	-0.30	-0.61	-0.62	-0.70	0.50	-0.55	-0.02	-0.44	-0.09	-0.51	-0.61	-0.50	-0.52	-0.55	-0.52	-0.55	0.79	-0.33	-0.14	0.12	0.95	-0.02	-0.45	0.01	
ST	-0.93	0.42	-0.70	-0.10	0.92	0.92	0.90	0.17	0.66	0.53	0.99	0.55	0.59	0.78	0.91	0.99	0.97	0.96	0.84	-0.27	0.85	0.41	0.67	-0.65	0.06	0.76	0.32	
Sb T	0.26	-0.18	0.48	-0.09	-0.09	-0.12	-0.22	0.50	-0.05	0.25	0.13	-0.20	-0.06	0.06	-0.23	0.05	-0.18	-0.10	-0.45	0.73	-0.02	-0.34	0.71	0.21	0.19	-0.49	0.54	
Se T	-0.79	0.35	-0.61	-0.12	0.78	0.79	0.66	-0.18	0.65	0.52	0.57	0.42	0.62	0.57	0.82	0.61	0.84	0.82	0.91	-0.48	0.70	0.63	0.14	-0.89	-0.32	0.91	-0.19	
Sn T	-0.10	0.00	0.33	0.01	0.29	0.26	0.17	0.49	0.34	0.55	0.35	-0.08	0.26	0.41	0.15	0.30	0.14	0.21	-0.19	0.45	0.26	-0.33	0.80	-0.34	0.30	-0.26	0.76	
Ti T	0.26	-0.61	0.45	-0.60	-0.15	-0.17	-0.32	0.83	-0.07	0.06	-0.03	-0.17	-0.05	-0.05	-0.15	-0.12	-0.21	-0.13	-0.41	0.98	0.15	0.19	0.58	0.52	0.31	-0.42	0.41	
U T	-0.08	-0.26	0.47	-0.21	0.37	0.34	0.10	0.74	0.46	0.46	0.39	-0.30	0.42	0.61	0.10	0.33	0.12	0.24	-0.27	0.76	0.35	-0.02	0.84	0.94	0.22	-0.34	0.69	
V T	-0.84	0.45	-0.71	-0.14	0.74	0.76	0.73	-0.26	0.45	0.42	0.76	0.68	0.42	0.47	0.85	0.78	0.91	0.87	0.99	-0.44	0.72	0.42	0.28	-0.63	-0.22	0.99	-0.15	
WT	-0.82	0.26	-0.89	-0.21	0.55	0.57	0.78	-0.35	0.05	-0.39	0.58	0.97	-0.05	0.17	0.87	0.63	0.72	0.63	0.83	-0.51	0.65	0.48	-0.07	-0.68	0.36	0.78	0.09	
Zn T	0.59	-0.32	0.83	-0.05	-0.46	-0.49	-0.51	0.40	-0.33	0.09	-0.31	-0.27	-0.35	-0.31	-0.50	-0.38	-0.55	-0.49	-0.74	0.76	-0.33	-0.44	0.36	0.81	0.23	-0.73	0.48	
CO3= D	-0.48	0.65	-0.43	0.12	0.28	0.29	0.45	-0.60	-0.14	0.18	0.55	0.86	-0.17	-0.06	0.49	0.56	0.57	0.49	0.74	-0.47	0.28	-0.15	0.08	0.24	-0.24	0.80	-0.23	
HCO3- D	-0.96	0.33	-0.80	-0.09	0.86	0.86	1.00	-0.07	0.59	0.25	0.87	0.60	0.50	0.71	0.92	0.91	0.88	0.84	0.78	-0.44	0.79	0.47	0.43	-0.93	0.36	0.67	0.45	
F- D	-0.22	-1.00	-0.11	-0.81	0.65	0.60	-0.11	0.99	0.73	-0.05	0.06	-0.55	0.74	0.87	0.27	-0.02	0.10	0.33	-0.22	0.85	0.70	0.69	0.63	1.00	0.65	-0.30	0.43	
Cl- D	-0.71	-0.03	-0.53	-0.23	0.89	0.89	0.60	0.66	1.00	0.56	0.56	-0.17	0.99	0.96	0.68	0.58	0.72	0.78	0.55	-0.10	0.76	0.83	0.47	-0.63	-0.08	0.45	0.16	
NO3- D	-0.38	0.50	0.02	0.23	0.60	0.60	0.28	-0.25	0.61	0.99	0.51	0.05	0.57	0.56	0.41	0.48	0.58	0.63	0.47	-0.09	0.40	0.10	0.57	0.17	-0.78	0.49	-0.03	
SO4= D	-0.88	0.43	-0.65	-0.08	0.86	0.85	0.87	0.14	0.56	0.49	1.00	0.59	0.49	0.71	0.86	1.00	0.92	0.91	0.77	-0.21	0.80	0.08	0.73	-0.61	0.12	0.69	0.40	

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	B T	Ba T	Cd T	Co T	Cr T	Cu T
NO2- D	-0.57	0.49	-0.40	-0.02	0.31	0.31	0.63	-0.51	-0.14	0.08	0.62	1.00	-0.23	-0.02	0.62	0.63	0.56	0.47	0.64	-0.35	0.41	-0.23	0.22	-0.69	0.23	0.65	0.23
Na D	-0.67	-0.06	-0.49	-0.26	0.86	0.86	0.53	0.62	0.99	0.58	0.50	-0.20	0.99	0.93	0.65	0.52	0.69	0.76	0.55	-0.07	0.74	0.86	0.43	-0.49	-0.17	0.47	0.06
Mg D	-0.82	0.10	-0.60	-0.17	0.96	0.95	0.75	0.84	0.95	0.57	0.76	0.03	0.92	0.99	0.77	0.77	0.81	0.86	0.60	-0.12	0.82	0.82	0.64	-0.66	0.06	0.49	0.34
K D	-0.97	0.22	-0.74	-0.32	0.90	0.90	0.92	0.21	0.65	0.39	0.86	0.62	0.59	0.71	1.00	0.89	0.95	0.93	0.88	-0.27	0.93	0.73	0.50	-0.75	0.22	0.81	0.31
Ca D	-0.93	0.46	-0.71	-0.05	0.89	0.89	0.92	-0.02	0.59	0.48	0.99	0.61	0.52	0.73	0.89	1.00	0.95	0.94	0.83	-0.32	0.81	0.19	0.65	-0.71	0.10	0.75	0.34
Sr D	-0.96	0.32	-0.74	-0.19	0.98	0.98	0.87	0.27	0.79	0.57	0.90	0.44	0.74	0.84	0.95	0.91	0.99	1.00	0.91	-0.30	0.90	0.84	0.56	-0.66	-0.06	0.84	0.17
Li D	-0.94	0.33	-0.73	-0.17	0.98	0.98	0.85	0.28	0.80	0.59	0.89	0.41	0.76	0.84	0.93	0.91	0.99	1.00	0.90	-0.29	0.89	0.85	0.57	-0.61	-0.10	0.84	0.14
SiO2 D	-0.88	0.43	-0.78	-0.13	0.81	0.82	0.77	-0.21	0.56	0.42	0.77	0.59	0.53	0.57	0.88	0.80	0.94	0.90	1.00	-0.49	0.75	0.52	0.26	-0.80	-0.21	0.98	-0.14
Al D	0.41	-0.35	-0.14	-0.07	-0.56	-0.55	-0.34	0.47	-0.61	-0.88	-0.40	-0.15	-0.54	-0.49	-0.52	-0.39	-0.56	-0.57	-0.52	0.05	-0.44	-0.30	-0.44	0.02	0.74	-0.59	-0.20
As D	-0.95	0.23	-0.67	-0.32	0.91	0.90	0.90	0.38	0.65	0.47	0.93	0.61	0.58	0.73	0.97	0.94	0.95	0.94	0.83	-0.14	0.94	0.62	0.67	-0.62	0.24	0.75	0.41
B D	-0.43	-0.47	-0.45	-0.38	1.00	1.00	-0.25	0.31	0.94	1.00	-1.00	-0.75	0.94	0.81	0.41	-0.95	0.19	0.58	0.14	-0.18	0.78	0.99	-0.51	0.00	-0.49	0.10	-0.49
Ba D	-0.52	0.17	-0.10	-0.13	0.69	0.67	0.50	0.75	0.60	0.74	0.76	0.18	0.54	0.69	0.56	0.71	0.62	0.68	0.33	0.29	0.65	-0.01	0.97	-0.24	0.08	0.25	0.58
Cd D	0.88	1.00	0.95	0.62	-0.65	-0.66	-0.95	0.00	-0.52	0.68	-0.57	-0.98	-0.37	-0.57	-0.90	-0.65	-0.63	-0.52	-0.78	0.57	-0.69	0.00	-0.14	1.00	-1.00	-0.64	-0.91
Co D	0.57	-0.59	0.47	-0.28	-0.74	-0.75	-0.43	0.61	-0.48	-0.91	-0.68	0.00	-0.48	-0.53	-0.40	-0.71	-0.81	-0.81	-0.71	0.35	-0.28	-0.21	-0.27	-0.35	0.93	-0.70	0.74
Cr D	-0.87	0.36	-0.82	-0.20	0.70	0.72	0.74	-0.22	0.38	0.48	0.64	0.56	0.37	0.35	0.81	0.69	0.89	0.83	1.00	-0.35	0.65	0.51	0.14	0.93	-0.58	1.00	-0.44
Cu D	-0.29	-0.16	-0.02	-0.14	0.28	0.26	0.46	0.52	0.22	0.03	0.38	0.17	0.11	0.35	0.31	0.37	0.14	0.16	-0.15	0.25	0.34	-0.32	0.57	-0.84	0.85	-0.28	0.99
Fe D	0.15	-0.88	0.20	-0.18	-0.32	-0.34	0.09	1.00	-0.54	-0.64	0.15	0.85	-0.60	-0.32	-0.15	0.12	-0.32	-0.33	-0.59	0.48	-0.15	-1.00	0.34	-0.94	0.80	-0.77	0.86
Mn D	0.28	-0.45	0.43	-0.23	-0.38	-0.40	-0.13	0.46	-0.33	-0.37	-0.35	0.06	-0.40	-0.35	-0.17	-0.35	-0.46	-0.46	-0.54	0.35	-0.16	-0.37	-0.08	-0.25	0.76	-0.56	0.63
Mo D	-0.90	0.48	-0.66	-0.08	0.90	0.90	0.80	-0.15	0.66	0.64	0.87	0.55	0.62	0.70	0.90	0.88	0.98	0.97	0.96	-0.38	0.81	0.55	0.50	-0.59	-0.25	0.92	0.03
Ni D	-0.48	0.04	-0.11	-0.11	0.51	0.49	0.60	0.51	0.38	0.33	0.63	0.30	0.27	0.53	0.51	0.61	0.41	0.44	0.10	0.21	0.53	-0.32	0.79	-0.75	0.71	-0.02	0.94
Pb D	-0.39	0.11	-0.53	0.19	0.07	0.09	0.55	-1.00	-0.06	-0.68	-0.05	0.71	-0.23	-0.01	0.37	0.07	0.03	0.10	0.24	-0.71	-0.01	-1.00	-0.53	-0.75	0.59	0.06	0.42
S D	-0.93	0.40	-0.69	-0.11	0.93	0.93	0.88	0.29	0.69	0.55	0.98	0.51	0.63	0.80	0.90	0.98	0.97	0.97	0.83	-0.25	0.85	0.49	0.69	-0.62	0.04	0.75	0.32
Sb D	-0.24	-0.30	-0.04	-0.47	0.37	0.34	0.20	0.79	0.33	0.27	0.51	-0.02	0.32	0.45	0.26	0.44	0.28	0.36	0.00	0.68	0.51	0.14	0.89	0.00	0.32	-0.09	0.57
Sn D	-0.33	0.32	0.22	0.14	0.93	0.93	-0.13	1.00	0.99	0.90	0.90	-0.77	0.98	0.98	0.03	0.91	0.89	0.90	0.82	0.37	0.30	1.00	0.86	0.72	-0.60	0.96	-0.01
Ti D	-0.74	-0.01	-0.43	-0.29	0.79	0.77	0.77	0.89	0.67	0.38	0.80	0.26	0.59	0.80	0.74	0.79	0.68	0.71	0.39	0.14	0.80	0.25	0.82	-0.66	0.55	0.25	0.78
U D	-0.10	-0.22	0.48	-0.16	0.41	0.38	0.11	0.73	0.53	0.52	0.38	-0.34	0.49	0.67	0.11	0.32	0.15	0.26	-0.25	0.70	0.35	-0.01	0.82	0.90	0.15	-0.32	0.65
V D	-0.86	0.44	-0.72	-0.14	0.78	0.79	0.75	-0.23	0.50	0.44	0.76	0.64	0.47	0.52	0.87	0.78	0.92	0.89	1.00	-0.45	0.74	0.48	0.28	-0.71	-0.23	0.99	-0.14
Zn D	0.48	-0.34	0.72	-0.11	-0.36	-0.38	-0.40	0.47	-0.25	0.07	-0.19	-0.24	-0.28	-0.20	-0.40	-0.26	-0.46	-0.40	-0.69	0.78	-0.22	-0.37	0.47	0.49	0.33	-0.71	0.58
HCO3- Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
F- Xss	-0.34	-0.76	-0.33	-0.56	0.82	0.81	-0.07	0.67	1.00	0.47	-0.41	-0.71	1.00	0.97	0.33	-0.41	0.21	0.40	0.06	0.29	0.56	0.85	-0.05	1.00	-0.03	0.00	-0.19
Cl- Xss	-0.71	-0.03	-0.52	-0.23	0.89	0.89	0.59	0.66	1.00	0.57	0.56	-0.17	0.99	0.96	0.68	0.57	0.71	0.77	0.54	-0.09	0.76	0.82	0.47	-0.62	-0.08	0.45	0.16
NO3- Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
SO4= Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
NO2- Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Na Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Mg Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
K Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Ca Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Sr Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Li Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
SiO2 Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Al Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
As Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
B Xss	-0.34	-0.76	-0.33	-0.56	0.82	0.81	-0.07	0.67	1.00	0.47	-0.41	-0.71	1.00	0.97	0.33	-0.41	0.21	0.40	0.06	0.29	0.56	0.85	-0.05	1.00	-0.03	0.00	-0.19
Ba Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Cd Xss	-0.75	0.24	-0.63	0.04	0.95	0.94	0.66	1.00	0.98	0.51	0.97	0.05	1.00	0.97	0.66	0.94	0.95	0.98	0.87	0.08	0.69	1.00	0.90	-0.47	0.18	0.95	0.66
Co Xss	-0.62	-0.16	-0.59	-0.26	0.84	0.84	0.47	0.67	0.99	0.54	0.44	-0.3															

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	B T	Ba T	Cd T	Co T	Cr T	Cu T
Cu Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Fe Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Mn Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Mo Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Ni Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Pb Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
S Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Sb Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Se Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Sn Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
U Xss	-0.55	-0.21	-0.34	-0.33	0.82	0.83	0.32	0.67	0.99	0.64	0.32	-0.42	1.00	0.96	0.50	0.33	0.57	0.66	0.40	0.21	0.65	0.85	0.39	0.84	-0.44	0.34	-0.12
V Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
W Xss	0.40	-0.90	0.55	-0.48	0.17	0.06	-0.56	0.91	0.99	-0.03	-0.05	-0.72	1.00	1.00	-0.31	-0.20	-0.48	-0.27	-0.76	0.90	0.27	0.29	0.88	1.00	0.88	-0.81	1.00
Zn Xss	-0.64	-0.10	-0.51	-0.27	0.84	0.84	0.50	0.67	0.99	0.53	0.49	-0.26	1.00	0.94	0.61	0.50	0.66	0.73	0.51	-0.05	0.72	0.85	0.42	-0.47	-0.14	0.43	0.06
Mg Xsp	0.24	-0.52	0.44	-0.54	-0.08	-0.10	-0.31	0.83	0.01	0.18	0.03	-0.22	0.04	0.03	-0.14	-0.06	-0.15	-0.06	-0.35	0.96	0.17	0.18	0.65	0.54	0.17	-0.36	0.35
K Xsp	0.01	-0.47	0.24	-0.58	0.15	0.12	-0.09	0.85	0.19	0.27	0.24	-0.13	0.21	0.24	0.07	0.16	0.07	0.16	-0.17	0.89	0.37	0.24	0.78	0.36	0.22	-0.21	0.43
Ca Xsp	-0.69	-0.30	-0.44	-0.69	0.80	0.79	0.54	0.87	0.79	0.46	0.62	0.12	0.78	0.77	0.77	0.60	0.71	0.77	0.55	0.34	0.94	0.90	0.69	-0.06	0.18	0.48	0.31
Sr Xsp	-0.40	-0.51	-0.12	-0.78	0.52	0.50	0.28	0.96	0.54	0.34	0.45	0.03	0.54	0.54	0.51	0.40	0.42	0.50	0.20	0.68	0.76	0.65	0.77	0.13	0.36	0.14	0.48
Li Xsp	-0.12	-0.46	0.15	-0.61	0.26	0.24	0.05	0.86	0.28	0.29	0.34	-0.05	0.28	0.34	0.21	0.27	0.17	0.26	-0.09	0.84	0.48	0.26	0.84	0.21	0.34	-0.15	0.55
SiO2 Xsp	0.07	-0.55	0.26	-0.59	0.07	0.05	-0.13	0.85	0.13	0.15	0.17	-0.18	0.15	0.19	0.01	0.09	-0.02	0.06	-0.27	0.92	0.31	0.21	0.73	0.32	0.31	-0.32	0.48
Al Xsp	0.04	-0.54	0.24	-0.59	0.08	0.06	-0.07	0.82	0.11	0.12	0.20	-0.11	0.12	0.18	0.05	0.13	-0.01	0.07	-0.27	0.90	0.33	0.17	0.75	0.23	0.41	-0.32	0.57
As Xsp	-0.29	-0.44	-0.03	-0.64	0.41	0.39	0.23	0.89	0.40	0.27	0.47	0.00	0.39	0.48	0.36	0.40	0.31	0.39	0.03	0.74	0.62	0.33	0.87	0.03	0.43	-0.06	0.61
Ba Xsp	0.10	-0.44	0.33	-0.56	0.03	0.01	-0.17	0.77	0.03	0.23	0.19	-0.05	0.05	0.08	0.01	0.10	-0.01	0.07	-0.21	0.91	0.28	0.16	0.74	0.45	0.21	-0.23	0.41
Cd Xsp	-0.56	-0.44	-0.46	-0.62	0.68	0.67	0.38	1.00	0.65	0.17	0.76	0.20	0.74	0.66	0.63	0.69	0.73	0.79	0.62	0.70	0.89	1.00	0.94	-0.03	0.37	0.66	0.59
Co Xsp	0.48	-0.64	0.55	-0.46	-0.40	-0.42	-0.47	0.73	-0.28	-0.22	-0.22	-0.30	-0.24	-0.22	-0.43	-0.31	-0.49	-0.42	-0.66	0.95	-0.11	-0.02	0.50	0.50	0.39	-0.69	0.49
Cr Xsp	-0.40	-0.24	-0.08	-0.50	0.56	0.53	0.33	0.89	0.53	0.49	0.61	0.05	0.51	0.61	0.46	0.54	0.46	0.54	0.18	0.61	0.68	0.32	0.95	0.00	0.26	0.10	0.57
Cu Xsp	0.38	-0.56	0.56	-0.48	-0.29	-0.31	-0.38	0.71	-0.23	-0.02	-0.12	-0.15	-0.22	-0.19	-0.27	-0.20	-0.35	-0.28	-0.53	0.95	-0.01	-0.01	0.52	0.54	0.36	-0.54	0.47
Fe Xsp	0.30	-0.64	0.45	-0.60	-0.22	-0.24	-0.34	0.80	-0.15	-0.05	-0.08	-0.17	-0.12	-0.11	-0.20	-0.16	-0.28	-0.21	-0.47	0.98	0.09	0.14	0.52	0.48	0.39	-0.49	0.44
Mn Xsp	0.35	-0.57	0.48	-0.51	-0.25	-0.28	-0.37	0.73	-0.19	-0.05	-0.08	-0.18	-0.17	-0.14	-0.26	-0.16	-0.31	-0.24	-0.50	0.95	0.02	0.03	0.54	0.49	0.34	-0.52	0.43
Mo Xsp	-0.17	-0.43	0.07	-0.58	0.30	0.28	0.13	0.84	0.29	0.25	0.40	-0.03	0.29	0.38	0.24	0.33	0.21	0.29	-0.07	0.79	0.51	0.22	0.86	0.10	0.39	-0.15	0.60
Ni Xsp	-0.30	-0.36	0.02	-0.59	0.45	0.43	0.23	0.90	0.44	0.42	0.50	0.03	0.43	0.50	0.39	0.43	0.36	0.44	0.09	0.73	0.64	0.35	0.91	0.12	0.31	0.02	0.56
Pb Xsp	-0.15	-0.43	0.10	-0.59	0.22	0.19	0.14	0.76	0.15	0.15	0.38	0.11	0.13	0.26	0.24	0.31	0.15	0.22	-0.11	0.79	0.47	0.13	0.82	0.05	0.53	-0.18	0.69
Sb Xsp	-0.16	-0.46	0.09	-0.62	0.29	0.27	0.09	0.87	0.30	0.27	0.37	-0.05	0.31	0.37	0.24	0.30	0.20	0.29	-0.06	0.82	0.52	0.29	0.84	0.18	0.34	-0.12	0.55
Ti Xsp	0.26	-0.61	0.45	-0.60	-0.15	-0.17	-0.32	0.83	-0.07	0.06	-0.03	-0.17	-0.05	-0.05	-0.15	-0.12	-0.21	-0.13	-0.41	0.98	0.15	0.19	0.58	0.52	0.31	-0.42	0.41
V Xsp	0.22	-0.66	0.34	-0.62	-0.16	-0.18	-0.23	0.79	-0.12	-0.13	-0.01	-0.14	-0.10	-0.05	-0.13	-0.08	-0.24	-0.17	-0.44	0.94	0.15	0.13	0.55	0.31	0.50	-0.48	0.53
W Xsp	-0.11	-1.00	0.06	-0.85	0.64	0.55	-0.07	0.99	0.80	-0.52	0.46	-0.28	0.87	0.88	0.21	0.32	0.02	0.24	-0.34	1.00	0.71	0.73	1.00	1.00	1.00	-0.41	0.86
Zn Xsp	-0.06	-0.41	0.29	-0.59	0.17	0.14	0.02	0.81	0.15	0.32	0.29	0.09	0.13	0.18	0.20	0.21	0.12	0.19	-0.11	0.84	0.43	0.20	0.80	0.33	0.38	-0.14	0.58
HCO3- Xint	-0.96	0.34	-0.80	-0.08	0.86	0.86	1.00	-0.11	0.59	0.25	0.87	0.60	0.50	0.71	0.92	0.91	0.87	0.84	0.77	-0.45	0.79	0.44	0.43	-0.93	0.36	0.66	0.45
F- Xint	-0.20	-0.99	-0.08	-0.83	0.59	0.54	-0.10	1.00	0.64	-0.15	0.15	-0.49	0.66	0.81	0.26	0.06	0.08	0.31	-0.24	0.91	0.70	0.63	0.72	1.00	0.73	-0.32	0.51
NO3- Xint	-0.34	0.46	0.09	0.19	0.57	0.56	0.25	-0.14	0.57	1.00	0.50	0.07	0.53	0.52	0.39	0.46	0.55	0.60	0.43	-0.01	0.39	0.02	0.61	0.22	-0.78	0.45	0.03
SO4= Xint	-0.87	0.44	-0.63	-0.07	0.84	0.83	0.86	0.08	0.52	0.48	1.00	0.62	0.45	0.68	0.84	0.99	0.91	0.90	0.77	-0.21	0.78	0.00	0.73	-0.61	0.13	0.68	0.41
NO2- Xint	-0.53	0.47	-0.36	-0.03	0.28	0.28	0.59	-0.50	-0.17	0.07	0.59	1.00	-0.26	-0.06	0.59	0.60	0.53	0.44	0.60	-0.31	0.39	-0.25	0.22	-0.63	0.24	0.62	0.24
Mg Xint	-0.81	0.28	-0.62	0.02	0.85	0.84	0.86	0.72	0.70	0.39	0.87	0.26	0.62	0.86	0.73	0.88	0.76	0.78	0.52	-0.22	0.70	-0.06	0.68	-0.78	0.30	0.38	0.59
K Xint	-0.97	0.22	-0.73	-0.32	0.88	0.88	0.92	0.17	0.61	0.36	0.85	0.66	0.54	0.67	1.00	0.88	0.93	0.91	0.87	-0.27	0.91	0.67	0.49	-0.75	0.27	0.80	0.33
Ca Xint	-0.91	0.45	-0.70	-0.05	0.87	0.87	0.91	0.02	0.56	0.46	0.99	0.61	0.49	0.72	0.88	1.00	0.93	0.92	0.80	-0.29	0.80	0.08	0.67	-0.70	0.14	0.71	0.39
Sr Xint	-0.95	0.41	-0.74	-0.15	0.93	0.94	0.88	0.03	0.68	0.54	0.92	0.56	0.63	0.75	0.94	0.94	1.00	0.99	0.94	-0.34	0.87	0.61	0.54	-0.67	-0.06	0.88	0.15
Li Xint	-0.94	0.36	-0.71	-0.18	0.95	0.95	0.85	0.21	0.73	0.59	0.92	0.49	0.69	0.80	0.93	0.93	1.00	1.00	0.91	-0.27	0.89	0.73	0.60	-0.57	-0.08	0.85	0.16
SiO2 Xint	-0.88																										

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	B T	Ba T	Cd T	Co T	Cr T	Cu T
Al Xint	0.64	-0.74	0.67	-0.54	-0.53	-0.54	-0.74	0.98	-0.29	-0.15	-0.58	-0.45	-0.22	-0.41	-0.51	-0.64	-0.59	-0.52	-0.62	0.89	-0.24	0.51	0.03	0.89	0.04	-0.56	-0.05
As Xint	-0.90	-0.07	-0.67	-0.57	0.90	0.89	0.80	0.67	0.74	0.38	0.81	0.42	0.70	0.77	0.94	0.81	0.88	0.90	0.76	0.04	1.00	0.87	0.63	-0.41	0.28	0.68	0.35
B Xint	-0.92	-0.63	-0.88	-0.87	0.97	0.97	0.69	0.54	0.61	-0.25	0.34	0.06	0.65	0.58	0.93	0.39	0.85	0.95	0.68	0.27	0.95	0.95	0.06	1.00	0.06	0.61	-0.38
Ba Xint	-0.50	0.10	-0.12	-0.22	0.63	0.61	0.48	0.69	0.50	0.64	0.77	0.24	0.45	0.62	0.54	0.71	0.59	0.65	0.31	0.38	0.66	0.00	1.00	-0.17	0.17	0.23	0.60
Cd Xint	0.87	-0.31	0.90	-0.24	-0.73	-0.74	-0.95	1.00	-0.65	0.21	-0.64	-0.64	-0.51	-0.69	-0.78	-0.73	-0.70	-0.60	-0.82	0.60	-0.45	1.00	-0.16	1.00	-0.62	-0.73	-0.81
Co Xint	-0.27	-0.39	-0.28	-0.36	0.06	0.04	0.44	0.65	-0.08	-0.80	0.15	0.33	-0.14	0.05	0.30	0.18	-0.01	-0.04	-0.13	0.10	0.27	-0.01	0.09	-0.67	0.99	-0.25	0.83
Cr Xint	-0.79	0.48	-0.67	-0.09	0.71	0.72	0.66	-0.32	0.45	0.44	0.69	0.62	0.42	0.44	0.80	0.71	0.87	0.83	0.98	-0.49	0.66	0.42	0.19	-0.72	-0.34	1.00	-0.26
Cu Xint	-0.30	-0.14	-0.01	-0.16	0.26	0.24	0.46	0.49	0.16	0.03	0.40	0.25	0.06	0.31	0.32	0.39	0.15	0.17	-0.13	0.28	0.35	-0.35	0.60	-0.80	0.87	-0.25	1.00
Fe Xint	0.43	-0.60	0.59	-0.59	-0.27	-0.28	-0.58	0.97	-0.09	0.17	-0.32	-0.31	-0.02	-0.21	-0.27	-0.40	-0.31	-0.23	-0.36	0.90	0.01	0.61	0.28	0.90	-0.10	-0.29	-0.04
Mn Xint	0.28	-0.46	0.44	-0.25	-0.38	-0.40	-0.13	0.48	-0.35	-0.36	-0.33	0.08	-0.41	-0.36	-0.17	-0.33	-0.45	-0.46	-0.55	0.40	-0.15	-0.37	-0.03	-0.23	0.77	-0.57	0.65
Mo Xint	-0.88	0.52	-0.65	-0.07	0.86	0.86	0.79	-0.23	0.58	0.60	0.88	0.62	0.53	0.63	0.89	0.89	0.97	0.95	0.96	-0.38	0.78	0.41	0.49	-0.57	-0.23	0.94	0.03
Ni Xint	-0.69	0.13	-0.33	-0.23	0.66	0.65	0.76	0.52	0.43	0.37	0.83	0.54	0.32	0.58	0.73	0.81	0.65	0.66	0.40	0.13	0.73	-0.11	0.83	-0.66	0.64	0.29	0.83
Pb Xint	0.70	-0.36	0.82	-0.26	-0.65	-0.67	-0.74	0.43	-0.58	-0.03	-0.50	-0.10	-0.55	-0.66	-0.54	-0.57	-0.59	-0.56	-0.56	0.75	-0.39	-0.20	0.05	0.97	-0.07	-0.45	-0.05
S Xint	-0.93	0.43	-0.70	-0.09	0.91	0.91	0.90	0.11	0.63	0.52	0.99	0.58	0.56	0.76	0.90	0.99	0.96	0.96	0.84	-0.28	0.84	0.32	0.67	-0.65	0.07	0.76	0.33
Sb Xint	0.27	-0.17	0.49	-0.07	-0.10	-0.13	-0.22	0.48	-0.06	0.25	0.12	-0.20	-0.07	0.05	-0.24	0.04	-0.19	-0.11	-0.46	0.72	-0.03	-0.35	0.70	0.21	0.18	-0.50	0.54
Se Xint	-0.79	0.35	-0.61	-0.12	0.78	0.79	0.66	-0.18	0.65	0.52	0.57	0.42	0.62	0.57	0.82	0.61	0.84	0.82	0.91	-0.48	0.70	0.63	0.14	-0.89	-0.32	0.91	-0.19
Sn Xint	-0.10	0.00	0.33	0.01	0.29	0.26	0.17	0.49	0.33	0.55	0.35	-0.07	0.26	0.40	0.15	0.30	0.13	0.20	-0.19	0.45	0.26	-0.33	0.80	-0.34	0.30	-0.26	0.76
U Xint	-0.06	-0.25	0.49	-0.20	0.35	0.32	0.09	0.73	0.44	0.44	0.38	-0.30	0.40	0.60	0.09	0.32	0.11	0.22	-0.28	0.76	0.34	-0.04	0.84	0.94	0.23	-0.35	0.70
V Xint	-0.83	0.46	-0.71	-0.13	0.74	0.75	0.73	-0.27	0.45	0.42	0.75	0.68	0.41	0.47	0.85	0.78	0.91	0.86	0.99	-0.45	0.72	0.41	0.27	-0.67	-0.23	0.99	-0.16
W Xint	-0.93	0.33	-0.98	-0.28	0.57	0.66	0.98	-0.36	-0.80	-0.68	0.74	1.00	-0.71	-0.69	0.89	0.83	0.96	0.87	1.00	-0.34	0.49	0.47	-0.28	1.00	-0.30	0.99	-0.72
Zn Xint	0.59	-0.31	0.83	-0.05	-0.46	-0.49	-0.52	0.40	-0.33	0.08	-0.31	-0.27	-0.35	-0.32	-0.50	-0.38	-0.55	-0.49	-0.74	0.76	-0.33	-0.44	0.36	0.81	0.23	-0.73	0.48

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Sn T	Ti T	U T	V T	W T	Zn T	CO3= D	HCO3- D	F- D	Cl- D	NO3- D	SO4= D	NO2- D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D	
Fe T	1.00																											
Mn T	0.44	1.00																										
Mo T	-0.33	-0.51	1.00																									
Ni T	0.15	0.24	0.57	1.00																								
Pb T	0.84	0.47	-0.46	-0.15	1.00																							
S T	-0.26	-0.39	0.93	0.78	-0.53	1.00																						
Sb T	0.72	0.28	-0.22	0.42	0.53	0.01	1.00																					
Se T	-0.44	-0.44	0.86	0.28	-0.51	0.69	1.00																					
Sn T	0.44	0.37	0.07	0.69	0.21	0.29	0.79	-0.15	1.00																			
Ti T	0.98	0.45	-0.26	0.31	0.76	-0.12	0.81	-0.45	0.55	1.00																		
U T	0.76	0.23	-0.01	0.67	0.52	0.32	0.90	-0.26	0.91	0.80	1.00																	
V T	-0.38	-0.53	0.96	0.40	-0.44	0.82	-0.43	0.89	-0.20	-0.35	-0.28	1.00																
W T	-0.49	-0.12	0.71	0.44	-0.55	0.62	-0.63	0.84	-0.57	-0.44	-0.77	0.82	1.00															
Zn T	0.76	0.64	-0.55	0.15	0.77	-0.41	0.84	-0.69	0.69	0.78	0.80	-0.69	-0.86	1.00														
CO3= D	-0.39	-0.42	0.71	0.21	-0.18	0.54	-0.35	0.53	-0.35	-0.36	-0.49	0.81	0.76	-0.52	1.00													
HCO3- D	-0.45	-0.15	0.80	0.76	-0.70	0.90	-0.22	0.67	0.17	-0.31	0.09	0.73	0.79	-0.52	0.45	1.00												
F- D	0.83	0.46	-0.22	0.46	0.41	0.13	0.43	-0.12	0.45	0.77	0.71	-0.25	-0.38	0.35	-0.63	-0.08	1.00											
Cl- D	-0.13	-0.35	0.59	0.44	-0.55	0.66	-0.05	0.65	0.34	-0.07	0.46	0.45	0.06	-0.33	-0.13	0.60	0.73	1.00										
NO3- D	-0.04	-0.44	0.64	0.34	-0.11	0.55	0.18	0.57	0.49	-0.02	0.40	0.46	-0.33	-0.01	0.20	0.27	-0.15	0.60	1.00									
SO4= D	-0.19	-0.33	0.88	0.83	-0.45	0.99	0.13	0.57	0.35	-0.04	0.39	0.76	0.58	-0.31	0.55	0.87	0.06	0.56	0.51	1.00								
NO2- D	-0.28	0.03	0.64	0.53	-0.14	0.58	-0.22	0.45	-0.09	-0.21	-0.32	0.70	0.97	-0.31	0.87	0.63	-0.56	-0.13	0.06	0.62	1.00							
Na D	-0.10	-0.39	0.58	0.36	-0.50	0.61	-0.09	0.68	0.28	-0.06	0.39	0.46	-0.01	-0.35	-0.13	0.53	0.70	0.99	0.62	0.50	-0.17	1.00						
Mg D	-0.15	-0.33	0.69	0.65	-0.59	0.82	0.07	0.61	0.44	-0.04	0.61	0.52	0.22	-0.30	0.00	0.75	0.89	0.96	0.60	0.76	0.06	0.92	1.00					
K D	-0.25	-0.19	0.90	0.73	-0.50	0.91	-0.23	0.82	0.14	-0.16	0.08	0.86	0.88	-0.50	0.52	0.92	0.21	0.66	0.41	0.86	0.64	0.63	0.76	1.00				
Ca D	-0.30	-0.36	0.92	0.78	-0.54	0.99	0.00	0.65	0.26	-0.16	0.27	0.81	0.66	-0.42	0.58	0.92	-0.07	0.59	0.50	0.99	0.64	0.54	0.77	0.90	1.00			
Sr D	-0.28	-0.45	0.95	0.65	-0.57	0.96	-0.16	0.84	0.18	-0.19	0.19	0.87	0.68	-0.53	0.47	0.87	0.29	0.79	0.60	0.90	0.47	0.77	0.87	0.94	0.93	1.00		
Li D	-0.28	-0.49	0.95	0.63	-0.57	0.95	-0.15	0.83	0.18	-0.19	0.21	0.86	0.63	-0.53	0.47	0.85	0.30	0.80	0.63	0.89	0.44	0.78	0.88	0.92	0.93	1.00	1.00	
SiO2 D	-0.45	-0.56	0.96	0.40	-0.56	0.84	-0.46	0.92	-0.20	-0.41	-0.27	0.99	0.83	-0.75	0.73	0.78	-0.19	0.56	0.47	0.77	0.62	0.56	0.61	0.89	0.83	0.91	0.90	
Al D	0.00	0.00	-0.69	-0.41	0.05	-0.47	-0.06	-0.70	-0.60	0.00	-0.43	-0.55	0.69	-0.11	0.50	-0.34	0.36	-0.60	-0.86	-0.40	-0.15	-0.61	-0.54	-0.52	-0.43	-0.57	-0.57	
As D	-0.12	-0.18	0.90	0.83	-0.40	0.95	-0.02	0.72	0.29	0.00	0.29	0.82	0.75	-0.36	0.50	0.90	0.35	0.65	0.47	0.93	0.63	0.61	0.78	0.98	0.94	0.94	0.93	
B D	-0.25	-0.40	-0.10	-0.72	-0.75	-0.84	-0.50	0.60	-0.23	-0.34	-0.10	-0.03	-1.00	-0.43	-0.54	-0.25	0.42	0.94	0.97	-1.00	-0.73	0.96	0.81	0.24	-0.86	0.67	0.70	
Ba D	0.30	-0.05	0.56	0.84	-0.02	0.72	0.62	0.26	0.83	0.43	0.83	0.32	-0.12	0.29	0.05	0.50	0.68	0.60	0.71	0.75	0.18	0.55	0.74	0.55	0.69	0.64	0.65	
Cd D	0.67	-0.71	-0.48	-0.74	1.00	-0.60	0.21	-0.88	-0.22	0.36	1.00	-0.71	-0.97	0.79	0.50	-0.95	0.56	-0.53	0.67	-0.57	-0.99	-0.38	-0.58	-0.90	-0.66	-0.63	-0.56	
Co D	0.32	0.99	-0.83	0.19	0.51	-0.80	0.09	-0.61	0.16	0.30	0.04	-0.67	-0.01	0.51	-0.47	-0.40	0.56	-0.48	-0.92	-0.68	-0.03	-0.50	-0.57	-0.42	-0.76	-0.80	-0.83	
Cr D	-0.27	-0.54	0.92	0.15	-0.34	0.75	-0.47	0.91	-0.31	-0.29	-0.34	0.99	0.80	-0.71	0.76	0.75	-0.20	0.39	0.51	0.64	0.58	0.43	0.40	0.83	0.74	0.85	0.84	
Cu D	0.22	0.64	0.01	0.80	-0.05	0.31	0.51	-0.18	0.76	0.37	0.71	-0.18	0.05	0.45	-0.30	0.45	0.46	0.22	-0.02	0.38	0.16	0.11	0.38	0.30	0.33	0.17	0.14	
Fe D	0.45	0.81	-0.44	0.59	0.34	-0.04	0.60	-0.80	0.61	0.58	0.35	-0.61	0.82	0.68	0.50	0.09	1.00	-0.54	-0.69	0.15	0.81	-0.63	-0.29	-0.14	0.05	-0.15	-0.38	
Mn D	0.34	0.99	-0.50	0.20	0.39	-0.40	0.18	-0.39	0.32	0.34	0.15	-0.51	-0.08	0.56	-0.42	-0.13	0.41	-0.33	-0.45	-0.35	0.03	-0.37	-0.32	-0.18	-0.37	-0.44	-0.48	
Mo D	-0.34	-0.52	0.99	0.57	-0.50	0.93	-0.23	0.89	0.09	-0.27	0.03	0.94	0.69	-0.56	0.64	0.80	-0.14	0.67	0.67	0.87	0.58	0.66	0.75	0.91	0.91	0.97	0.97	
Ni D	0.20	0.41	0.31	0.93	-0.09	0.57	0.56	0.04	0.85	0.36	0.80	0.08	0.11	0.37	-0.09	0.59	0.45	0.39	0.29	0.63	0.29	0.29	0.58	0.50	0.58	0.43	0.41	
Pb D	-0.73	0.62	-0.12	0.12	-0.68	0.00	-0.79	0.93	-0.37	-0.36	-0.99	0.09	0.78	-0.96	0.50	0.55	-1.00	-0.05	-0.63	-0.04	0.74	-0.21	0.00	0.37	0.08	0.03	-0.05	
S D	-0.23	-0.40	0.92	0.77	-0.52	1.00	0.04	0.68	0.31	-0.10	0.36	0.80	0.58	-0.40	0.50	0.88	0.24	0.69	0.58	0.98	0.54	0.64	0.84	0.90	0.99	0.96	0.96	
Sb D	0.66	0.09	0.18	0.67	0.25	0.43	0.82	-0.18	0.68	0.79	0.87	0.01	-0.17	0.47	-0.16	0.20	0.73	0.33	0.23	0.51	-0.03	0.29	0.47	0.25	0.40	0.31	0.32	
Sn D	0.37	-0.86	0.98	0.52	0.17	0.92	0.91	-0.74	0.99	0.45	0.91	0.56	-0.84	0.79	0.50	-0.14	1.00	0.99	0.88	0.90	-0.79	0.99	0.98	0.03	0.92	0.89	0.94	
Ti D	0.11	0.12	0.54	0.94	-0.31	0.78	0.39	0.31	0.69	0.28	0.84	0.34	0.27	0.06	0.00	0.77	0.84	0.67	0.37	0.80	0.28	0.59	0.83	0.72	0.77	0.71	0.70	
U D	0.70	0.20	0.02	0.65	0.43	0.33	0.86	-0.20	0.92	0.74	0.99	-0.27	-0.82	0.76	-0.51	0.11	0.71	0.53	0.47	0.38	-0.36	0.46	0.67	0.09	0.27	0.23	0.24	

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Su T	Ti T	U T	V T	W T	Zn T	CO3= D	HCO3- D	F- D	Cl- D	NO3- D	SO4= D	NO2- D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D
V D	-0.40	-0.53	0.96	0.40	-0.48	0.83	-0.44	0.91	-0.19	-0.37	-0.27	1.00	0.83	-0.71	0.77	0.75	-0.22	0.51	0.48	0.76	0.67	0.52	0.56	0.88	0.82	0.89	0.89
Zn D	0.77	0.63	-0.49	0.27	0.71	-0.30	0.90	-0.69	0.75	0.82	0.83	-0.65	-0.77	0.98	-0.52	-0.40	0.41	-0.26	-0.02	-0.19	-0.28	-0.29	-0.19	-0.41	-0.31	-0.44	-0.44
HCO3- Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
F- Xss	0.24	-0.12	-0.06	-0.25	-0.31	-0.12	-0.20	0.39	-0.01	0.14	0.22	-0.05	-0.70	-0.19	-0.60	-0.05	0.74	1.00	0.47	-0.41	-0.70	1.00	0.96	0.26	-0.35	0.46	0.47
Cl- Xss	-0.12	-0.35	0.59	0.44	-0.55	0.66	-0.05	0.65	0.34	-0.07	0.46	0.45	0.05	-0.33	-0.14	0.59	0.73	1.00	0.61	0.56	-0.14	0.99	0.95	0.65	0.59	0.79	0.80
NO3- Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
SO4= Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
NO2- Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Na Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Mg Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
K Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Ca Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Sr Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Li Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
SiO2 Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Al Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
As Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
B Xss	0.24	-0.12	-0.06	-0.25	-0.31	-0.12	-0.20	0.39	-0.01	0.14	0.22	-0.05	-0.70	-0.19	-0.60	-0.05	0.74	1.00	0.47	-0.41	-0.70	1.00	0.96	0.26	-0.35	0.46	0.47
Ba Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Cd Xss	0.02	-0.47	0.99	0.83	-0.46	0.96	0.76	0.05	0.99	0.24	0.97	0.85	0.03	0.11	∞	0.66	1.00	0.98	0.51	0.97	0.10	1.00	0.97	0.66	0.94	0.95	0.98
Co Xss	-0.13	-0.52	0.50	0.26	-0.58	0.56	-0.11	0.59	0.16	-0.10	0.34	0.37	-0.05	-0.44	-0.22	0.47	0.74	0.99	0.57	0.44	-0.35	1.00	0.92	0.56	0.48	0.73	0.74
Cr Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Cu Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Fe Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Mn Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Mo Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Ni Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Pb Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
S Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Sb Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Se Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Sn Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
U Xss	0.21	-0.37	0.43	0.17	-0.34	0.47	0.03	0.57	0.28	0.16	0.42	0.31	-0.67	-0.16	-0.27	0.32	0.74	0.99	0.66	0.32	-0.40	0.99	0.92	0.47	0.35	0.68	0.69
V Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
W Xss	0.87	1.00	-0.69	0.76	0.76	-0.21	1.00	-0.92	0.95	0.88	1.00	-0.73	-0.70	0.97	-0.83	-0.53	0.93	0.99	-0.28	-0.05	-0.74	1.00	0.99	-0.35	-0.32	-0.36	-0.36
Zn Xss	-0.08	-0.41	0.54	0.34	-0.51	0.59	-0.06	0.62	0.26	-0.05	0.42	0.42	-0.05	-0.35	-0.17	0.50	0.74	0.99	0.57	0.49	-0.23	0.99	0.92	0.59	0.52	0.74	0.76
Mg Xsp	0.96	0.30	-0.18	0.31	0.72	-0.05	0.85	-0.41	0.58	0.98	0.86	-0.30	-0.50	0.75	-0.34	-0.31	0.77	0.01	0.11	0.03	-0.25	0.02	0.04	-0.14	-0.10	-0.12	-0.11
K Xsp	0.88	0.22	0.01	0.48	0.56	0.17	0.84	-0.26	0.64	0.94	0.86	-0.13	-0.36	0.63	-0.26	-0.09	0.80	0.19	0.20	0.24	-0.16	0.19	0.25	0.06	0.12	0.10	0.11
Ca Xsp	0.34	-0.09	0.62	0.63	-0.10	0.67	0.16	0.57	0.37	0.39	0.51	0.53	0.27	-0.11	0.03	0.55	0.88	0.79	0.45	0.62	0.13	0.79	0.79	0.75	0.61	0.76	0.76
Sr Xsp	0.68	0.20	0.32	0.64	0.25	0.44	0.49	0.20	0.55	0.74	0.70	0.21	-0.04	0.29	-0.16	0.29	0.93	0.54	0.29	0.45	0.02	0.54	0.57	0.49	0.38	0.47	0.46
Li Xsp	0.83	0.27	0.09	0.61	0.47	0.28	0.81	-0.17	0.69	0.91	0.86	-0.07	-0.27	0.59	-0.24	0.06	0.81	0.27	0.22	0.34	-0.07	0.26	0.36	0.20	0.23	0.20	0.21
SiO2 Xsp	0.90	0.30	-0.10	0.45	0.57	0.09	0.85	-0.36	0.62	0.96	0.85	-0.24	-0.37	0.67	-0.34	-0.13	0.79	0.13	0.08	0.17	-0.20	0.12	0.19	0.00	0.05	0.01	0.02
Al Xsp	0.88	0.38	-0.09	0.52	0.55	0.11	0.85	-0.36	0.66	0.96	0.84	-0.23	-0.32	0.69	-0.33	-0.07	0.76	0.11	0.05	0.20	-0.13	0.09	0.20	0.03	0.08	0.02	0.02
As Xsp	0.73	0.24	0.20	0.70	0.30	0.41	0.73	-0.07	0.68	0.83	0.84	0.04	-0.13	0.46	-0.21	0.23	0.84	0.40	0.22	0.47	-0.01	0.37	0.50	0.34	0.37	0.34	0.34
Ba Xsp	0.92	0.28	-0.03	0.44	0.67	0.10	0.84	-0.31	0.60	0.97	0.81	-0.16	-0.35	0.69	-0.19	-0.16	0.71	0.03	0.15	0.19	-0.08	0.04	0.11	0.00	0.06	0.01	0.02
Cd Xsp	0.65	-0.09	0.71	0.78	0.14	0.72	0.86	-0.42	0.75	0.81	0.89	0.80	0.12	0.54	∞	0.39	1.00	0.65	0.13	0.76	0.19	0.71	0.67	0.63	0.68	0.73	0.73

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	ST	Sb T	Se T	Su T	Ti T	UT	VT	WT	Zn T	CO ₃ = D	HCO ₃ - D	F- D	Cl- D	NO ₃ - D	SO ₄ = D	NO ₂ - D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D
Co Xsp	0.94	0.57	-0.56	0.23	0.77	-0.34	0.85	-0.79	0.64	0.97	0.82	-0.62	-0.53	0.88	-0.49	-0.47	0.66	-0.28	-0.31	-0.23	-0.34	-0.29	-0.23	-0.44	-0.36	-0.47	-0.46
Cr Xsp	0.61	0.07	0.37	0.76	0.19	0.56	0.71	0.09	0.74	0.72	0.87	0.18	-0.14	0.39	-0.11	0.33	0.84	0.53	0.44	0.60	0.04	0.50	0.63	0.45	0.52	0.50	0.50
Cu Xsp	0.95	0.55	-0.37	0.28	0.81	-0.22	0.85	-0.59	0.56	0.98	0.77	-0.47	-0.50	0.86	-0.38	-0.38	0.64	-0.23	-0.11	-0.12	-0.19	-0.24	-0.18	-0.27	-0.24	-0.33	-0.33
Fe Xsp	0.97	0.51	-0.33	0.29	0.76	-0.18	0.80	-0.53	0.52	0.99	0.75	-0.41	-0.41	0.79	-0.39	-0.33	0.74	-0.15	-0.13	-0.09	-0.21	-0.15	-0.11	-0.21	-0.21	-0.26	-0.26
Mn Xsp	0.95	0.46	-0.35	0.27	0.76	-0.18	0.86	-0.59	0.52	0.98	0.76	-0.44	-0.46	0.81	-0.37	-0.36	0.66	-0.20	-0.13	-0.08	-0.22	-0.20	-0.14	-0.26	-0.21	-0.30	-0.29
Mo Xsp	0.78	0.25	0.11	0.65	0.39	0.33	0.81	-0.19	0.70	0.88	0.87	-0.05	-0.21	0.56	-0.23	0.13	0.78	0.29	0.19	0.40	-0.05	0.27	0.40	0.23	0.29	0.24	0.24
Ni Xsp	0.72	0.18	0.28	0.71	0.33	0.45	0.72	0.03	0.72	0.81	0.85	0.11	-0.18	0.47	-0.15	0.23	0.85	0.44	0.36	0.49	0.02	0.42	0.52	0.38	0.40	0.40	0.40
Pb Xsp	0.78	0.41	0.07	0.70	0.45	0.29	0.80	-0.23	0.68	0.89	0.80	-0.07	-0.11	0.60	-0.17	0.15	0.69	0.15	0.07	0.38	0.09	0.12	0.29	0.23	0.27	0.17	0.16
Sb Xsp	0.81	0.24	0.12	0.62	0.43	0.31	0.79	-0.15	0.67	0.89	0.85	-0.04	-0.23	0.55	-0.23	0.09	0.82	0.30	0.21	0.37	-0.07	0.29	0.39	0.23	0.26	0.24	0.24
Ti Xsp	0.98	0.45	-0.26	0.31	0.76	-0.12	0.81	-0.45	0.55	1.00	0.80	-0.35	-0.44	0.78	-0.36	-0.31	0.77	-0.07	-0.02	-0.04	-0.21	-0.06	-0.04	-0.16	-0.16	-0.19	-0.19
V Xsp	0.92	0.52	-0.31	0.36	0.66	-0.11	0.80	-0.54	0.51	0.97	0.72	-0.40	-0.31	0.74	-0.38	-0.23	0.72	-0.12	-0.21	-0.01	-0.17	-0.13	-0.05	-0.14	-0.13	-0.21	-0.22
W Xsp	1.00	0.82	-0.23	0.98	0.98	0.31	0.88	-0.59	0.66	1.00	0.83	-0.29	-0.25	0.72	-0.45	-0.04	0.99	0.80	-0.72	0.46	-0.30	0.86	0.93	0.16	0.19	0.15	0.15
Zn Xsp	0.86	0.43	0.08	0.62	0.61	0.21	0.77	-0.14	0.71	0.92	0.81	-0.06	-0.27	0.68	-0.17	0.02	0.74	0.15	0.24	0.28	0.06	0.14	0.23	0.19	0.18	0.14	0.13
HCO ₃ - Xint	-0.45	-0.15	0.79	0.76	-0.70	0.90	-0.22	0.66	0.17	-0.32	0.09	0.73	0.79	-0.51	0.45	1.00	-0.12	0.60	0.28	0.87	0.63	0.52	0.75	0.92	0.91	0.86	0.84
F- Xint	0.89	0.53	-0.22	0.56	0.51	0.18	0.51	-0.20	0.50	0.84	0.75	-0.26	-0.34	0.42	-0.59	-0.07	0.99	0.65	-0.26	0.15	-0.50	0.61	0.83	0.21	-0.01	0.26	0.27
NO ₃ - Xint	0.04	-0.36	0.61	0.38	-0.02	0.53	0.25	0.52	0.55	0.06	0.46	0.42	-0.39	0.09	0.18	0.25	-0.05	0.56	0.99	0.49	0.08	0.58	0.57	0.39	0.48	0.57	0.59
SO ₄ = Xint	-0.19	-0.32	0.88	0.83	-0.43	0.98	0.14	0.55	0.34	-0.03	0.37	0.76	0.59	-0.30	0.57	0.86	0.00	0.53	0.49	1.00	0.64	0.47	0.73	0.85	0.99	0.88	0.88
NO ₂ - Xint	-0.24	0.06	0.62	0.52	-0.09	0.55	-0.20	0.42	-0.08	-0.17	-0.30	0.68	0.97	-0.27	0.86	0.59	-0.56	-0.17	0.05	0.59	1.00	-0.20	0.02	0.62	0.61	0.44	0.41
Mg Xint	-0.25	-0.19	0.64	0.81	-0.62	0.86	0.21	0.38	0.51	-0.07	0.82	0.45	0.34	-0.21	0.13	0.85	0.67	0.70	0.41	0.87	0.29	0.61	0.87	0.72	0.87	0.78	0.78
K Xint	-0.25	-0.15	0.89	0.74	-0.48	0.90	-0.24	0.81	0.13	-0.16	0.05	0.86	0.90	-0.49	0.54	0.93	0.17	0.62	0.37	0.86	0.68	0.58	0.72	1.00	0.89	0.92	0.90
Ca Xint	-0.27	-0.33	0.89	0.81	-0.52	0.99	0.05	0.60	0.30	-0.12	0.32	0.78	0.64	-0.38	0.56	0.91	-0.05	0.57	0.48	1.00	0.64	0.51	0.76	0.88	1.00	0.91	0.90
Sr Xint	-0.32	-0.46	0.98	0.66	-0.54	0.97	-0.18	0.83	0.13	-0.22	0.10	0.92	0.73	-0.55	0.60	0.88	0.03	0.69	0.57	0.92	0.59	0.66	0.79	0.95	0.96	0.99	0.98
Li Xint	-0.25	-0.46	0.97	0.67	-0.51	0.97	-0.11	0.82	0.19	-0.15	0.20	0.89	0.66	-0.50	0.54	0.85	0.21	0.74	0.62	0.92	0.52	0.72	0.84	0.94	0.95	0.99	0.99
SiO ₂ Xint	-0.46	-0.57	0.96	0.39	-0.56	0.84	-0.47	0.91	-0.20	-0.42	-0.29	0.99	0.83	-0.75	0.74	0.77	-0.24	0.54	0.47	0.77	0.64	0.55	0.60	0.88	0.83	0.90	0.90
Al Xint	0.90	0.43	-0.58	-0.28	0.87	-0.61	0.45	-0.51	0.14	0.80	0.51	-0.56	-0.59	0.67	-0.51	-0.74	0.96	-0.30	-0.22	-0.58	-0.49	-0.23	-0.42	-0.52	-0.66	-0.56	-0.55
As Xint	0.05	-0.14	0.80	0.74	-0.33	0.85	-0.04	0.71	0.24	0.13	0.32	0.74	0.68	-0.34	0.31	0.80	0.67	0.74	0.39	0.81	0.44	0.72	0.81	0.94	0.82	0.90	0.89
B Xint	0.29	-0.39	0.65	0.03	-0.03	0.66	-0.37	0.69	-0.47	0.19	-0.16	0.64	0.71	-0.52	0.13	0.70	0.57	0.62	-0.13	0.35	0.07	0.67	0.62	0.90	0.47	0.95	0.96
Ba Xint	0.39	-0.02	0.54	0.86	0.06	0.71	0.68	0.18	0.79	0.53	0.83	0.31	-0.03	0.32	0.10	0.48	0.62	0.50	0.60	0.77	0.24	0.46	0.67	0.54	0.69	0.60	0.61
Cd Xint	0.66	-0.18	-0.60	-0.68	0.94	-0.68	0.16	-0.87	-0.38	0.48	0.95	-0.66	-0.69	0.78	0.80	-0.95	1.00	-0.66	0.16	-0.64	-0.70	-0.53	-0.69	-0.78	-0.74	-0.70	-0.65
Co Xint	0.05	0.73	-0.16	0.61	-0.14	0.10	0.05	-0.22	0.20	0.15	0.07	-0.14	0.46	0.10	-0.15	0.44	0.57	-0.07	-0.79	0.15	0.32	-0.16	0.06	0.29	0.15	0.00	-0.05
Cr Xint	-0.43	-0.58	0.93	0.29	-0.45	0.76	-0.50	0.91	-0.27	-0.42	-0.35	0.99	0.78	-0.73	0.80	0.67	-0.30	0.45	0.49	0.69	0.65	0.47	0.48	0.81	0.75	0.84	0.83
Cu Xint	0.25	0.65	0.04	0.82	0.00	0.32	0.53	-0.18	0.75	0.40	0.68	-0.14	0.10	0.47	-0.23	0.46	0.42	0.17	-0.03	0.40	0.24	0.06	0.35	0.32	0.35	0.17	0.14
Fe Xint	0.93	0.29	-0.28	-0.09	0.86	-0.34	0.50	-0.25	0.27	0.84	0.69	-0.29	-0.55	0.63	-0.34	-0.57	0.95	-0.09	0.10	-0.32	-0.35	-0.02	-0.20	-0.28	-0.40	-0.28	-0.27
Mn Xint	0.39	1.00	-0.50	0.22	0.43	-0.39	0.24	-0.42	0.35	0.40	0.19	-0.51	-0.09	0.60	-0.40	-0.13	0.42	-0.35	-0.45	-0.33	0.04	-0.39	-0.33	-0.18	-0.36	-0.44	-0.48
Mo Xint	-0.33	-0.51	1.00	0.57	-0.46	0.93	-0.22	0.86	0.07	-0.26	-0.01	0.96	0.71	-0.55	0.71	0.80	-0.23	0.58	0.63	0.88	0.65	0.58	0.68	0.90	0.91	0.95	0.94
Ni Xint	0.14	0.24	0.57	1.00	-0.15	0.77	0.41	0.28	0.68	0.30	0.66	0.40	0.45	0.15	0.22	0.76	0.43	0.43	0.33	0.83	0.54	0.35	0.64	0.73	0.78	0.65	0.63
Pb Xint	0.80	0.45	-0.48	-0.22	1.00	-0.57	0.48	-0.51	0.16	0.71	0.44	-0.46	-0.55	0.75	-0.17	-0.74	0.34	-0.59	-0.12	-0.50	-0.15	-0.53	-0.63	-0.54	-0.59	-0.60	-0.60
S Xint	-0.26	-0.38	0.93	0.78	-0.52	1.00	0.01	0.68	0.28	-0.12	0.30	0.82	0.63	-0.41	0.56	0.90	0.06	0.63	0.54	0.99	0.60	0.58	0.80	0.91	1.00	0.95	0.95
Sb Xint	0.71	0.29	-0.23	0.41	0.54	0.00	1.00	-0.58	0.79	0.80	0.89	-0.43	-0.64	0.84	-0.35	-0.23	0.41	-0.06	0.18	0.12	-0.23	-0.10	0.06	-0.24	-0.01	-0.17	-0.16
Se Xint	-0.44	-0.44	0.86	0.28	-0.51	0.68	-0.57	1.00	-0.15	-0.45	-0.26	0.89	0.84	-0.69	0.53	0.67	-0.12	0.65	0.57	0.57	0.45	0.68	0.61	0.82	0.65	0.84	0.83
Su Xint	0.44	0.37	0.07	0.69	0.22	0.28	0.79	-0.15	1.00	0.55	0.91	-0.21	-0.57	0.69	-0.35	0.17	0.45	0.33	0.49	0.34	-0.09	0.27	0.44	0.14	0.26	0.18	0.18
U Xint	0.76	0.24	-0.02	0.67	0.53	0.31	0.91	-0.28	0.92	0.80	1.00	-0.29	-0.77	0.81	-0.48	0.08	0.69	0.44	0.39	0.38	-0.31	0.37	0.60	0.07	0.27	0.18	0.19
V Xint	-0.40	-0.53	0.95	0.39	-0.45	0.81	-0.44	0.89	-0.21	-0.36	-0.30	1.00	0.82	-0.70	0.81	0.73	-0.27	0.45	0.46	0.75	0.70	0.46	0.51	0.86	0.81	0.86	0.86
W Xint	-0.27	-0.77	1.00	-0.08	-0.08	0.84	-0.70	0.93	-0.90	-0.30	-0.76	1.00	1.00	-0.86	0.98	0.97	-0.40	-0.79	-0.48	0.74	1.00	-0.72	-0.61	0.91	0.89	0.91	0.91
Zn Xint	0.76	0.64	-0.55	0.15	0.77	-0.41	0.84	-0.69	0.68	0.77	0.80	-0.70	-0.86	1.00	-0.52	-0.52	0.34	-0.34	-0.01	-0.31	-0.32	-0.35	-0.30	-0.50	-0.42	-0.53	-0.53

Continuación

	SiO2 D	Al D	As D	B D	Ba D	Cd D	Co D	Cr D	Cu D	Fe D	Mn D	Mo D	Ni D	Pb D	S D	Sb D	Sn D	Ti D	U D	V D	Zn D	HCO3- Xss	F- Xss	Cl- Xss	NO3- Xss	SO4= Xss	NO2- Xss	
SiO2 D	1.00																											
Al D	-0.50	1.00																										
As D	0.83	-0.52	1.00																									
B D	0.18	-1.00	-0.83	1.00																								
Ba D	0.32	-0.61	0.70	-0.35	1.00																							
Cd D	-0.80	-0.98	-0.74	0.70	-0.16	1.00																						
Co D	-0.71	0.86	-0.48	-0.27	-0.40	-1.00	1.00																					
Cr D	1.00	-0.59	0.74	0.17	0.18	1.00	-0.67	1.00																				
Cu D	-0.15	-0.23	0.38	-0.38	0.57	-0.92	0.75	-0.49	1.00																			
Fe D	-0.59	0.96	0.01	-1.00	0.19	-0.93	0.73	-0.99	0.82	1.00																		
Mn D	-0.54	-0.03	-0.19	-0.30	-0.11	-0.66	1.00	-0.53	0.62	0.73	1.00																	
Mo D	0.95	-0.69	0.90	0.16	0.58	-0.48	-0.86	0.91	0.02	-0.49	-0.51	1.00																
Ni D	0.10	-0.41	0.61	-0.48	0.80	-0.77	0.45	-0.20	0.94	0.70	0.38	0.31	1.00															
Pb D	0.26	0.19	0.12	0.12	-0.46	-0.77	0.74	-0.66	0.46	0.49	0.72	-0.10	0.21	1.00														
S D	0.83	-0.48	0.95	-0.90	0.74	-0.56	-0.81	0.73	0.31	-0.07	-0.42	0.93	0.57	-0.04	1.00													
Sb D	0.00	-0.07	0.44	-0.39	0.78	-0.13	-0.03	-0.12	0.54	0.44	-0.01	0.18	0.65	-0.55	0.45	1.00												
Sn D	0.76	-0.48	0.47	0.47	0.95	1.00	-0.90	0.42	-0.04	1.00	-0.93	0.99	0.67	-0.96	0.93	0.72	1.00											
Ti D	0.39	-0.41	0.81	-0.18	0.85	-0.71	0.09	0.08	0.78	0.33	0.09	0.56	0.91	0.10	0.79	0.71	0.66	1.00										
U D	-0.25	-0.52	0.29	-0.01	0.84	1.00	0.00	-0.32	0.68	0.25	0.13	0.06	0.78	-1.00	0.37	0.82	0.95	0.84	1.00									
V D	1.00	-0.57	0.83	0.08	0.33	-0.76	-0.68	0.99	-0.17	-0.62	-0.51	0.95	0.09	0.17	0.81	0.00	0.62	0.37	-0.25	1.00								
Zn D	-0.70	-0.08	-0.25	-0.43	0.39	0.39	0.49	-0.68	0.56	0.77	0.55	-0.50	0.49	-0.85	-0.28	0.59	0.73	0.21	0.79	-0.67	1.00							
HCO3- Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00						
F- Xss	0.09	-0.54	0.13	0.94	0.05	0.02	0.09	-0.10	-1.00	-0.07	0.11	-0.17	-1.00	-0.02	0.08	1.00	0.27	0.28	0.03	-0.17	1.00	1.00						
Cl- Xss	0.56	-0.61	0.65	0.94	0.60	-0.52	-0.48	0.38	0.22	-0.54	-0.33	0.66	0.38	-0.06	0.69	0.33	0.99	0.67	0.53	0.50	-0.25	0.99	1.00	1.00				
NO3- Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00			
SO4= Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00		
NO2- Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Na Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Mg Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
K Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Ca Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Sr Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Li Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
SiO2 Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Al Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
As Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
B Xss	0.09	-0.54	0.13	0.94	0.05	0.02	0.09	-0.10	-1.00	-0.07	0.11	-0.17	-1.00	-0.02	0.08	1.00	0.27	0.28	0.03	-0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Ba Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Cd Xss	0.86	-0.19	0.81	0.81	0.97	-0.37	-0.80	0.59	0.66	0.68	-0.53	0.99	0.86	-0.23	0.97	0.78	0.98	0.88	0.99	0.86	0.45	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	
Co Xss	0.49	-0.71	0.55	0.94	0.52	-0.37	-0.48	0.28	0.02	-0.60	-0.51	0.59	0.18	-0.23	0.60	0.29	0.98	0.56	0.41	0.43	-0.36	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Cr Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Cu Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Fe Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Mn Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Mo Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	

Continuación

	SiO2 D	Al D	As D	B D	Ba D	Cd D	Co D	Cr D	Cu D	Fe D	Mn D	Mo D	Ni D	Pb D	S D	Sb D	Sn D	Ti D	U D	V D	Zn D	HCO3-Xss	F- Xss	Cl-Xss	NO3-Xss	SO4=Xss	NO2-Xss
Ni Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Pb Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
S Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Sb Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Se Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Sn Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
U Xss	0.41	-0.67	0.45	0.94	0.50	1.00	-0.48	0.37	-0.08	-0.87	-0.37	0.53	0.11	-1.00	0.52	0.30	0.98	0.47	0.49	0.37	-0.13	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
V Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
W Xss	-0.76	1.00	-0.07	1.00	0.97	0.99	-0.76	0.99	0.95	-0.70	1.00	-1.00	-0.11	0.88	1.00	0.93	0.99	-0.74	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zn Xss	0.53	-0.54	0.58	0.94	0.54	-0.37	-0.48	0.37	0.11	-0.60	-0.40	0.62	0.27	-0.23	0.63	0.32	0.98	0.59	0.49	0.47	-0.28	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Mg Xsp	-0.35	-0.05	0.03	-0.32	0.51	0.42	0.12	-0.23	0.31	0.42	0.19	-0.19	0.35	-0.81	-0.02	0.83	0.62	0.30	0.80	-0.32	0.80	0.04	0.15	0.01	0.04	0.04	0.04
K Xsp	-0.17	-0.12	0.24	-0.30	0.66	0.19	0.03	-0.12	0.39	0.39	0.11	0.01	0.48	-0.74	0.20	0.93	0.64	0.49	0.81	-0.14	0.71	0.21	0.19	0.10	0.21	0.21	0.21
Ca Xsp	0.56	-0.48	0.79	0.63	0.69	-0.38	-0.22	0.48	0.30	-0.28	-0.12	0.65	0.48	-0.34	0.69	0.62	0.42	0.74	0.51	0.55	-0.01	0.78	0.72	0.79	0.78	0.78	0.78
Sr Xsp	0.21	-0.36	0.59	0.10	0.71	-0.22	0.05	0.19	0.45	0.15	0.13	0.34	0.56	-0.46	0.47	0.82	0.39	0.70	0.68	0.22	0.38	0.54	0.52	0.54	0.54	0.54	0.54
Li Xsp	-0.09	-0.19	0.36	-0.28	0.73	0.00	0.09	-0.09	0.52	0.45	0.17	0.09	0.60	-0.62	0.30	0.95	0.59	0.62	0.82	-0.07	0.69	0.28	0.21	0.28	0.28	0.28	0.28
SiO2 Xsp	-0.27	-0.03	0.16	-0.30	0.59	0.12	0.15	-0.23	0.44	0.50	0.19	-0.10	0.48	-0.68	0.12	0.92	0.58	0.47	0.79	-0.25	0.75	0.15	0.18	0.13	0.15	0.15	0.15
Al Xsp	-0.27	-0.03	0.20	-0.34	0.61	-0.01	0.23	-0.26	0.53	0.60	0.27	-0.10	0.56	-0.60	0.14	0.92	0.53	0.52	0.79	-0.24	0.78	0.12	0.13	0.11	0.12	0.12	0.12
As Xsp	0.03	-0.20	0.50	-0.24	0.77	-0.21	0.10	-0.05	0.59	0.44	0.14	0.20	0.68	-0.48	0.43	0.96	0.55	0.74	0.80	0.04	0.58	0.39	0.26	0.40	0.39	0.39	0.39
Ba Xsp	-0.22	-0.08	0.18	-0.45	0.60	0.30	0.08	-0.11	0.36	0.48	0.16	-0.05	0.43	-0.76	0.12	0.88	0.60	0.39	0.76	-0.18	0.75	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05
Cd Xsp	0.62	0.39	0.80	0.84	0.84	-0.23	-0.22	0.97	0.54	0.57	-0.23	0.67	0.68	-0.47	0.74	0.99	0.62	0.77	0.84	0.72	0.84	0.74	1.00	0.65	0.74	0.74	0.74
Co Xsp	-0.66	0.74	-0.27	-0.40	0.34	0.32	0.46	-0.59	0.44	0.73	0.46	-0.58	0.38	-0.68	-0.32	0.71	0.42	0.17	0.76	-0.64	0.92	-0.24	0.01	-0.28	-0.24	-0.24	-0.24
Cr Xsp	0.18	-0.36	0.60	-0.23	0.90	-0.13	-0.13	0.08	0.55	0.27	-0.02	0.39	0.71	-0.55	0.59	0.95	0.73	0.80	0.85	0.18	0.50	0.51	0.26	0.53	0.51	0.51	0.51
Cu Xsp	-0.54	0.08	-0.12	-0.46	0.36	0.39	0.42	-0.44	0.42	0.70	0.45	-0.40	0.37	-0.70	-0.21	0.72	0.42	0.21	0.71	-0.49	0.90	-0.22	-0.03	-0.23	-0.22	-0.22	-0.22
Fe Xsp	-0.47	0.10	-0.06	-0.38	0.36	0.29	0.40	-0.37	0.40	0.68	0.41	-0.35	0.35	-0.64	-0.16	0.76	0.37	0.25	0.68	-0.43	0.83	-0.12	0.10	-0.15	-0.12	-0.12	-0.12
Mn Xsp	-0.50	0.16	-0.10	-0.45	0.37	0.32	0.34	-0.42	0.38	0.66	0.35	-0.37	0.34	-0.71	-0.16	0.78	0.49	0.22	0.69	-0.47	0.86	-0.17	0.00	-0.19	-0.17	-0.17	-0.17
Mo Xsp	-0.07	-0.14	0.40	-0.32	0.75	-0.11	0.10	-0.13	0.57	0.49	0.15	0.11	0.65	-0.56	0.36	0.98	0.61	0.67	0.82	-0.06	0.67	0.29	0.17	0.29	0.29	0.29	0.29
Ni Xsp	0.09	-0.34	0.53	-0.22	0.83	-0.08	-0.01	0.05	0.53	0.33	0.09	0.29	0.67	-0.58	0.47	0.94	0.62	0.73	0.82	0.11	0.57	0.43	0.28	0.44	0.43	0.43	0.43
Pb Xsp	-0.11	-0.08	0.39	-0.46	0.69	-0.25	0.26	-0.16	0.64	0.69	0.31	0.06	0.69	-0.45	0.31	0.93	0.46	0.66	0.74	-0.08	0.71	0.13	0.03	0.15	0.13	0.13	0.13
Sb Xsp	-0.06	-0.17	0.39	-0.28	0.73	-0.04	0.08	-0.08	0.51	0.44	0.14	0.12	0.60	-0.60	0.33	0.96	0.59	0.64	0.81	-0.04	0.65	0.31	0.22	0.30	0.31	0.31	0.31
Ti Xsp	-0.41	0.00	0.00	-0.34	0.43	0.36	0.30	-0.29	0.37	0.58	0.34	-0.27	0.36	-0.71	-0.10	0.79	0.45	0.28	0.74	-0.37	0.82	-0.05	0.14	-0.07	-0.05	-0.05	-0.05
V Xsp	-0.44	0.19	0.00	-0.40	0.38	-0.02	0.43	-0.40	0.48	0.77	0.42	-0.33	0.42	-0.53	-0.09	0.80	0.34	0.34	0.64	-0.41	0.81	-0.10	0.08	-0.12	-0.10	-0.10	-0.10
W Xsp	-0.33	1.00	0.44	1.00	0.97	0.80	-0.34	0.79	0.68	-0.25	0.87	-1.00	0.40	1.00	1.00	0.99	0.78	-0.31	0.79	0.87	0.87	0.80	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Zn Xsp	-0.11	-0.30	0.34	-0.40	0.70	0.08	0.22	-0.04	0.53	0.60	0.33	0.07	0.61	-0.63	0.23	0.84	0.47	0.55	0.77	-0.07	0.74	0.13	0.11	0.15	0.13	0.13	0.13
HCO3- Xint	0.77	-0.34	0.90	-0.27	0.50	-0.95	-0.42	0.74	0.46	0.09	-0.13	0.80	0.60	0.55	0.88	0.20	-0.15	0.77	0.11	0.74	-0.40	0.50	-0.08	0.59	0.50	0.50	0.50
F- Xint	-0.22	0.49	0.38	0.29	0.76	0.62	-0.23	0.53	1.00	0.47	-0.16	0.53	-1.00	0.29	0.80	1.00	0.90	0.74	-0.24	0.48	0.66	0.66	0.64	0.66	0.66	0.66	0.66
NO3- Xint	0.42	-0.88	0.47	1.00	0.74	0.68	-0.91	0.48	0.03	-0.64	-0.37	0.64	0.33	-0.68	0.55	0.27	0.90	0.38	0.52	0.44	0.07	0.53	0.47	0.57	0.53	0.53	0.53
SO4= Xint	0.76	-0.38	0.93	-0.99	0.75	-0.57	-0.65	0.63	0.38	0.19	-0.34	0.86	0.63	-0.04	0.97	0.50	0.90	0.79	0.36	0.75	-0.18	0.45	-0.48	0.52	0.45	0.45	0.45
NO2- Xint	0.59	-0.14	0.61	-0.75	0.18	-0.98	0.00	0.56	0.17	0.85	0.06	0.55	0.29	0.71	0.51	-0.02	-0.77	0.26	-0.34	0.64	-0.24	-0.26	-0.71	-0.17	-0.26	-0.26	-0.26
Mg Xint	0.52	-0.32	0.79	-0.24	0.75	-0.72	-0.47	0.18	0.61	0.17	-0.20	0.66	0.77	0.17	0.87	0.52	0.99	0.91	0.84	0.47	-0.07	0.62	0.10	0.70	0.62	0.62	0.62
K Xint	0.87	-0.51	0.97	0.05	0.53	-0.92	-0.34	0.81	0.32	-0.08	-0.14	0.89	0.51	0.42	0.89	0.24	-0.11	0.72	0.06	0.87	-0.40	0.54	0.19	0.61	0.54	0.54	0.54
Ca Xint	0.79	-0.39	0.94	-0.95	0.70	-0.66	-0.71	0.69	0.37	0.13	-0.35	0.88	0.61	0.07	0.98	0.44	0.91	0.79	0.32	0.78	-0.26	0.49	-0.43	0.56	0.49	0.49	0.49
Sr Xint	0.94	-0.56	0.95	0.04	0.61	-0.64	-0.80	0.90	0.14	-0.30	-0.45	0.98	0.41	0.05	0.97	0.27	0.88	0.67	0.12	0.93	-0.46	0.63	0.13	0.68	0.63	0.63	0.63
Li Xint	0.91	-0.58	0.95	0.25	0.67	-0.54	-0.81	0.85	0.16	-0.31	-0.46	0.98	0.43	-0.08	0.97	0.34	0.89	0.70	0.22	0.90	-0.41	0.69	0.27	0.73	0.69	0.69	0.69
SiO2 Xint	1.00	-0.51	0.82	0.14	0.32	-0.81	-0.71	1.00	-0.16	-0.60	-0.54	0.95	0.09	0.29	0.83	-0.02	0.86	0.38	-0.26	1.00	-0.70	0.51	0.06	0.54	0.51	0.51	0.51
Al Xint	-0.61	0.13	-0.46	0.10	-0.10	1.00	0.51	-0.44	-0.08	0.13	0.36	-0.58	-0.19	-0.64	-0.59	0.29	0.07	-0.28	0.46	-0.57	0.63	-0.22	0.52	-0.29	-0.22	-0.22	-0.22

Continuación

	SiO2 D	Al D	As D	B D	Ba D	Cd D	Co D	Cr D	Cu D	Fe D	Mn D	Mo D	Ni D	Pb D	S D	Sb D	Sn D	Ti D	U D	V D	Zn D	HCO3-Xss	F- Xss	Cl-Xss	NO3-Xss	SO4=Xss	NO2-Xss
As Xint	0.77	-0.44	0.95	0.82	0.64	-0.71	-0.27	0.67	0.34	-0.14	-0.16	0.81	0.52	0.01	0.85	0.49	0.27	0.79	0.32	0.76	-0.23	0.70	0.53	0.74	0.70	0.70	0.70
B Xint	0.70	-0.18	0.82	0.99	-0.04	X	-0.32	0.69	-0.41	-1.00	-0.49	0.73	-0.36	-1.00	0.72	0.15	1.00	0.20	-0.17	0.67	-0.44	0.65	0.65	0.61	0.65	0.65	0.65
Ba Xint	0.30	-0.47	0.70	-0.52	0.98	-0.17	-0.30	0.16	0.58	0.32	-0.10	0.54	0.80	-0.49	0.73	0.87	0.88	0.84	0.82	0.31	0.43	0.45	-0.07	0.50	0.45	0.45	0.45
Cd Xint	-0.83	0.00	-0.66	X	-0.28	1.00	-0.37	0.92	-0.86	-0.96	-0.24	-0.62	-0.78	-0.72	-0.65	-0.05	0.73	-0.70	0.91	-0.75	0.45	-0.51	1.00	-0.65	-0.51	-0.51	-0.51
Co Xint	-0.12	0.68	0.28	-0.59	0.00	-0.99	0.96	-0.54	0.82	0.73	0.73	-0.18	0.67	0.70	0.07	0.20	-0.74	0.52	0.00	-0.14	0.20	-0.14	-0.12	-0.08	-0.14	-0.14	-0.14
Cr Xint	0.98	-0.59	0.75	0.10	0.25	-0.65	-0.70	1.00	-0.28	-0.77	-0.56	0.92	-0.02	0.08	0.75	-0.09	0.96	0.25	-0.32	0.99	-0.71	0.42	0.00	0.45	0.42	0.42	0.42
Cu Xint	-0.13	-0.21	0.41	-0.49	0.58	-0.92	0.75	-0.44	0.99	0.85	0.62	0.03	0.94	0.43	0.32	0.56	-0.03	0.78	0.65	-0.14	0.58	0.06	-0.20	0.16	0.06	0.06	0.06
Fe Xint	-0.36	-0.16	-0.20	0.10	0.17	0.95	0.13	-0.01	-0.08	-0.06	0.21	-0.28	-0.07	-0.77	-0.32	0.43	0.37	-0.11	0.66	-0.31	0.59	-0.02	0.53	-0.09	-0.02	-0.02	-0.02
Mn Xint	-0.55	-0.02	-0.18	-0.40	-0.08	-0.69	1.00	-0.53	0.63	0.78	1.00	-0.51	0.40	0.67	-0.41	0.04	-0.90	0.11	0.16	-0.52	0.59	-0.41	-0.14	-0.35	-0.41	-0.41	-0.41
Mo Xint	0.96	-0.69	0.90	-0.11	0.56	-0.48	-0.83	0.92	0.01	-0.44	-0.50	0.99	0.30	-0.11	0.92	0.18	0.98	0.54	0.01	0.96	-0.49	0.53	-0.07	0.58	0.53	0.53	0.53
Ni Xint	0.40	-0.41	0.83	-0.74	0.83	-0.75	0.21	0.15	0.80	0.60	0.20	0.56	0.93	0.14	0.77	0.66	0.51	0.94	0.63	0.40	0.27	0.32	-0.28	0.43	0.32	0.32	0.32
Pb Xint	-0.57	0.06	-0.46	-0.79	-0.08	0.99	0.54	-0.37	-0.11	0.29	0.38	-0.52	-0.16	-0.65	-0.57	0.18	0.10	-0.39	0.35	-0.49	0.67	-0.55	-0.37	-0.58	-0.55	-0.55	-0.55
S Xint	0.84	-0.47	0.95	-0.86	0.72	-0.61	-0.78	0.75	0.31	-0.01	-0.39	0.92	0.57	0.01	1.00	0.42	0.92	0.78	0.31	0.83	-0.30	0.56	-0.21	0.63	0.56	0.56	0.56
Sb Xint	-0.47	-0.05	-0.04	-0.51	0.61	0.22	0.10	-0.48	0.51	0.60	0.18	-0.24	0.55	-0.79	0.03	0.81	0.92	0.38	0.85	-0.45	0.90	-0.07	-0.21	-0.06	-0.07	-0.07	-0.07
Se Xint	0.92	-0.70	0.72	0.60	0.26	-0.88	-0.61	0.91	-0.18	-0.80	-0.39	0.89	0.04	0.93	0.68	-0.18	-0.75	0.30	-0.20	0.91	-0.69	0.62	0.39	0.65	0.62	0.62	0.62
Sn Xint	-0.20	-0.60	0.29	-0.23	0.83	-0.22	0.17	-0.31	0.76	0.62	0.32	0.09	0.85	-0.37	0.31	0.68	0.99	0.69	0.92	-0.19	0.75	0.26	-0.01	0.33	0.26	0.26	0.26
U Xint	-0.29	-0.41	0.28	-0.12	0.83	1.00	0.05	-0.35	0.72	0.38	0.16	0.02	0.80	-0.99	0.35	0.87	0.91	0.84	0.99	-0.28	0.84	0.40	0.19	0.44	0.40	0.40	0.40
V Xint	0.99	-0.56	0.81	-0.03	0.31	-0.74	-0.67	0.99	-0.19	-0.62	-0.51	0.94	0.07	0.13	0.80	-0.01	0.58	0.33	-0.28	1.00	-0.66	0.41	-0.05	0.45	0.41	0.41	0.41
W Xint	1.00	1.00	0.75	-1.00	-0.51	X	-0.79	1.00	-0.80	X	-0.89	1.00	-0.70	-1.00	0.78	-0.30	1.00	-0.41	-0.81	1.00	-0.80	-0.71	-0.71	-0.80	-0.71	-0.71	-0.71
Zn Xint	-0.75	-0.11	-0.36	-0.43	0.29	0.79	0.51	-0.71	0.45	0.68	0.56	-0.56	0.37	-0.96	-0.40	0.46	0.80	0.06	0.76	-0.71	0.98	-0.35	-0.20	-0.33	-0.35	-0.35	-0.35

Continuación

	Na Xss	Mg Xss	K Xss	Ca Xss	Sr Xss	Li Xss	SiO2 Xss	Al Xss	As Xss	B Xss	Ba Xss	Cd Xss	Co Xss	Cr Xss	Cu Xss	Fe Xss	Mn Xss	Mo Xss	Ni Xss	Pb Xss	S Xss	Sb Xss	Se Xss	Sn Xss	U Xss	V Xss	W Xss	
Na Xss	1.00																											
Mg Xss	1.00	1.00																										
K Xss	1.00	1.00	1.00																									
Ca Xss	1.00	1.00	1.00	1.00																								
Sr Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																							
Li Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																						
SiO2 Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																					
Al Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																				
As Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																			
B Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																		
Ba Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																	
Cd Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																
Co Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00															
Cr Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00														
Cu Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00													
Fe Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00												
Mn Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Mo Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00										
Ni Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Pb Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
S Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						
Sb Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
Se Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
Sn Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
U Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
V Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
W Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zn Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mg Xsp	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.15	0.04	0.34	-0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.26	0.04	0.90	
K Xsp	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.21	0.51	0.16	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.87	
Ca Xsp	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.72	0.78	0.62	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.59	
Sr Xsp	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.52	0.54	0.50	0.51	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.76	
Li Xsp	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.21	0.28	0.58	0.22	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.36	0.28	0.87	
SiO2 Xsp	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.18	0.15	0.51	0.12	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.27	0.15	0.90	
Al Xsp	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.53	0.07	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.21	0.12	0.90	
As Xsp	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.26	0.39	0.67	0.34	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.86	
Ba Xsp	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.41	-0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.22	0.05	0.83	
Cd Xsp	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	1.00	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	1.00	
Co Xsp	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	0.01	-0.24	0.25	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.06	-0.24	0.95
Cr Xsp	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.26	0.51	0.79	0.46	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.87	
Cu Xsp	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.03	-0.22	0.21	-0.27	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.04	-0.22	0.92	
Fe Xsp	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	0.10	-0.12	0.22	-0.16	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	0.05	-0.12	0.89	
Mn Xsp	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	0.00	-0.17	0.30	-0.19	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.01	-0.17	0.91	
Mo Xsp	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.17	0.29	0.66	0.24	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.32	0.29	0.88	
Ni Xsp	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.28	0.43	0.66	0.37	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.47	0.43	0.85	

Continuación

	Na Xss	Mg Xss	K Xss	Ca Xss	Sr Xss	Li Xss	SiO2 Xss	Al Xss	As Xss	B Xss	Ba Xss	Cd Xss	Co Xss	Cr Xss	Cu Xss	Fe Xss	Mn Xss	Mo Xss	Ni Xss	Pb Xss	S Xss	Sb Xss	Se Xss	Sn Xss	U Xss	V Xss	W Xss
Pb Xsp	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.03	0.13	0.59	0.06	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15	0.13	0.84
Sb Xsp	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.22	0.31	0.60	0.25	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.37	0.31	0.86
Ti Xsp	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.14	-0.05	0.24	-0.10	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.16	-0.05	0.88
V Xsp	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.08	-0.10	0.33	-0.12	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	0.89
W Xsp	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	1.00	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Zn Xsp	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.11	0.13	0.42	0.01	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.27	0.13	0.84
HCO3- Xint	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-0.08	0.50	0.66	0.46	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.31	0.50	-0.56
F- Xint	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	1.00	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.91
NO3- Xint	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.47	0.53	0.51	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.64	0.53	-0.03
SO4= Xint	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-0.48	0.45	0.97	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.27	0.45	-0.08
NO2- Xint	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.71	-0.26	0.04	-0.39	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.42	-0.26	-0.72
Mg Xint	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.10	0.62	0.92	0.60	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.54	0.62	1.00
K Xint	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.19	0.54	0.60	0.50	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.40	0.54	-0.37
Ca Xint	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	-0.43	0.49	0.94	0.45	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.31	0.49	-0.21
Sr Xint	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.13	0.63	0.95	0.60	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.53	0.63	-0.51
Li Xint	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.27	0.69	0.97	0.67	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.60	0.69	-0.35
SiO2 Xint	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.06	0.51	0.85	0.47	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.39	0.51	-0.78
Al Xint	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	0.52	-0.22	-0.41	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	0.18	-0.22	0.91
As Xint	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.53	0.70	0.67	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.63	0.70	0.22
B Xint	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	1.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.01
Ba Xint	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	-0.07	0.45	0.93	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.45	0.88
Cd Xint	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	1.00	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	0.85	-0.51	1.00
Co Xint	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.12	-0.14	0.13	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.51	-0.14	0.84
Cr Xint	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.00	0.42	0.95	0.38	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.34	0.42	-0.81
Cu Xint	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	-0.20	0.06	0.65	-0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	-0.13	0.06	1.00
Fe Xint	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.53	-0.02	-0.25	-0.08	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.52	-0.02	0.82
Mn Xint	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.14	-0.41	-0.50	-0.52	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.38	-0.41	0.98
Mo Xint	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	-0.07	0.53	0.99	0.49	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.43	0.53	-0.69
Ni Xint	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	-0.28	0.32	0.83	0.24	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.15	0.32	0.75
Pb Xint	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.37	-0.55	-0.52	-0.61	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.55	-0.43	-0.55	0.74
S Xint	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	-0.21	0.56	0.96	0.53	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.42	0.56	-0.24
Sb Xint	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.21	-0.07	0.76	-0.12	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	0.02	-0.07	1.00
Se Xint	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.39	0.62	0.04	0.59	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.56	0.62	-0.92
Sn Xint	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	-0.01	0.26	0.99	0.15	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.28	0.26	0.95
U Xint	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.19	0.40	0.97	0.32	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	1.00
V Xint	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	-0.05	0.41	0.85	0.37	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.30	0.41	-0.74
W Xint	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	1.00	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71	-0.71
Zn Xint	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.20	-0.35	0.10	-0.44	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.16	-0.35	0.97

Continuación

	Zn Xss	Mg Xsp	K Xsp	Ca Xsp	Sr Xsp	Li Xsp	SiO2 Xsp	Al Xsp	As Xsp	Ba Xsp	Cd Xsp	Co Xsp	Cr Xsp	Cu Xsp	Fe Xsp	Mn Xsp	Mo Xsp	Ni Xsp	Pb Xsp	
Zn Xss	1.00																			
Mg Xsp	0.04	1.00																		
K Xsp	0.21	0.97	1.00																	
Ca Xsp	0.78	0.42	0.58	1.00																
Sr Xsp	0.54	0.74	0.85	0.91	1.00															
Li Xsp	0.28	0.93	0.99	0.66	0.90	1.00														
SiO2 Xsp	0.15	0.97	0.99	0.52	0.82	0.98	1.00													
Al Xsp	0.12	0.96	0.98	0.52	0.82	0.98	0.99	1.00												
As Xsp	0.39	0.84	0.94	0.75	0.94	0.98	0.93	0.94	1.00											
Ba Xsp	0.05	0.98	0.98	0.49	0.79	0.96	0.98	0.97	0.89	1.00										
Cd Xsp	0.74	0.82	0.92	0.98	0.95	0.97	0.94	0.96	0.99	0.88	1.00									
Co Xsp	-0.24	0.94	0.87	0.15	0.60	0.84	0.91	0.92	0.74	0.91	0.82	1.00								
Cr Xsp	0.51	0.77	0.89	0.80	0.91	0.94	0.86	0.86	0.97	0.83	0.99	0.62	1.00							
Cu Xsp	-0.22	0.95	0.88	0.21	0.61	0.84	0.91	0.92	0.74	0.92	0.79	1.00	0.62	1.00						
Fe Xsp	-0.12	0.96	0.91	0.32	0.69	0.88	0.95	0.95	0.80	0.94	0.81	0.98	0.67	0.99	1.00					
Mn Xsp	-0.17	0.96	0.91	0.24	0.63	0.87	0.94	0.94	0.78	0.94	0.84	0.99	0.65	0.99	0.99	1.00				
Mo Xsp	0.29	0.90	0.97	0.66	0.89	0.99	0.97	0.97	0.99	0.93	0.99	0.81	0.95	0.81	0.85	0.84	1.00			
Ni Xsp	0.43	0.84	0.94	0.78	0.95	0.98	0.91	0.91	0.98	0.89	0.99	0.73	0.98	0.72	0.77	0.74	0.97	1.00		
Pb Xsp	0.13	0.87	0.93	0.59	0.85	0.97	0.94	0.97	0.96	0.93	0.98	0.85	0.90	0.85	0.88	0.87	0.98	0.94	1.00	
Sb Xsp	0.31	0.91	0.98	0.69	0.91	1.00	0.97	0.97	0.99	0.95	0.98	0.82	0.95	0.82	0.86	0.85	1.00	0.98	0.97	
Ti Xsp	-0.05	0.98	0.94	0.39	0.74	0.91	0.96	0.96	0.83	0.97	0.81	0.97	0.72	0.98	0.99	0.98	0.88	0.81	0.89	
V Xsp	-0.10	0.93	0.90	0.34	0.70	0.89	0.95	0.96	0.83	0.92	0.88	0.97	0.69	0.96	0.99	0.98	0.88	0.78	0.91	
W Xsp	0.87	1.00	1.00	0.91	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zn Xsp	0.13	0.91	0.94	0.60	0.86	0.96	0.92	0.94	0.91	0.95	0.91	0.92	0.87	0.87	0.89	0.86	0.93	0.94	0.95	
HCO3- Xint	0.50	-0.31	-0.10	0.54	0.28	0.05	-0.13	-0.07	0.23	-0.17	0.38	-0.47	0.33	-0.38	-0.34	-0.37	0.12	0.22	0.14	
F- Xint	0.66	0.84	0.86	0.87	0.96	0.87	0.86	0.83	0.90	0.79	1.00	0.74	0.90	0.73	0.81	0.75	0.85	0.91	0.77	
NO3- Xint	0.53	0.18	0.27	0.46	0.34	0.29	0.15	0.12	0.27	0.23	0.17	-0.22	0.49	-0.02	-0.05	-0.05	0.25	0.42	0.15	
SO4= Xint	0.45	0.03	0.24	0.60	0.43	0.34	0.17	0.20	0.46	0.19	0.76	-0.22	0.60	-0.11	-0.08	-0.07	0.40	0.49	0.39	
NO2- Xint	-0.26	-0.22	-0.13	0.12	0.03	-0.05	-0.18	-0.11	0.00	-0.05	0.20	-0.30	0.05	-0.15	-0.17	-0.18	-0.03	0.03	0.11	
Mg Xint	0.62	-0.01	0.20	0.56	0.40	0.32	0.17	0.21	0.47	0.09	0.57	-0.16	0.59	-0.13	-0.10	-0.09	0.41	0.46	0.36	
K Xint	0.54	-0.15	0.05	0.73	0.48	0.19	-0.01	0.03	0.33	0.00	0.60	-0.43	0.43	-0.27	-0.20	-0.26	0.22	0.36	0.23	
Ca Xint	0.49	-0.06	0.16	0.59	0.39	0.26	0.09	0.12	0.40	0.10	0.69	-0.31	0.54	-0.20	-0.17	-0.16	0.33	0.42	0.31	
Sr Xint	0.63	-0.16	0.06	0.69	0.40	0.16	-0.04	-0.02	0.29	-0.01	0.72	-0.50	0.45	-0.35	-0.29	-0.31	0.20	0.35	0.15	
Li Xint	0.69	-0.08	0.14	0.75	0.47	0.24	0.04	0.05	0.36	0.06	0.78	-0.43	0.52	-0.29	-0.23	-0.25	0.27	0.42	0.21	
SiO2 Xint	0.51	-0.37	-0.19	0.54	0.18	-0.11	-0.29	-0.28	0.01	-0.23	0.57	-0.68	0.16	-0.55	-0.49	-0.52	-0.09	0.07	-0.12	
Al Xint	-0.22	0.76	0.61	0.07	0.40	0.52	0.64	0.60	0.38	0.66	0.24	0.79	0.23	0.79	0.80	0.77	0.44	0.38	0.44	
As Xint	0.70	0.15	0.35	0.93	0.75	0.47	0.29	0.32	0.60	0.27	0.87	-0.12	0.66	-0.02	0.08	0.01	0.49	0.62	0.46	
B Xint	0.65	0.17	0.24	0.88	0.64	0.26	0.20	0.16	0.32	0.20	1.00	-0.04	0.31	0.00	0.15	0.05	0.22	0.35	0.17	
Ba Xint	0.45	0.60	0.74	0.69	0.75	0.80	0.68	0.70	0.84	0.70	0.92	0.44	0.94	0.46	0.47	0.48	0.83	0.88	0.79	
Cd Xint	-0.51	0.50	0.31	-0.11	0.08	0.16	0.27	0.19	-0.02	0.41	-0.08	0.46	-0.05	0.50	0.44	0.45	0.05	0.07	0.01	
Co Xint	-0.14	0.01	0.07	0.13	0.25	0.19	0.16	0.26	0.30	0.06	0.26	0.24	0.14	0.21	0.23	0.19	0.25	0.18	0.41	
Cr Xint	0.42	-0.37	-0.21	0.47	0.13	-0.15	-0.32	-0.33	-0.06	-0.23	0.64	-0.69	0.09	-0.54	-0.49	-0.52	-0.15	0.02	-0.18	
Cu Xint	0.06	0.34	0.42	0.30	0.47	0.54	0.47	0.56	0.61	0.40	0.58	0.47	0.56	0.45	0.43	0.41	0.59	0.56	0.68	
Fe Xint	-0.02	0.83	0.73	0.32	0.58	0.66	0.72	0.67	0.53	0.77	0.36	0.75	0.44	0.78	0.80	0.76	0.57	0.57	0.54	
Mn Xint	-0.41	0.25	0.16	-0.10	0.16	0.22	0.25	0.33	0.19	0.22	-0.16	0.51	0.03	0.50	0.46	0.40	0.20	0.14	0.36	
Mo Xint	0.53	-0.19	0.00	0.61	0.32	0.09	-0.11	-0.10	0.19	-0.04	0.71	-0.57	0.37	-0.38	-0.34	-0.35	0.11	0.27	0.07	
Ni Xint	0.32	0.30	0.46	0.62	0.63	0.59	0.44	0.51	0.69	0.43	0.77	0.22	0.75	0.27	0.28	0.26	0.64	0.70	0.69	
Pb Xint	-0.55	0.67	0.49	-0.16	0.18	0.40	0.50	0.48	0.22	0.61	0.04	0.72	0.11	0.76	0.71	0.71	0.31	0.25	0.37	
S Xint	0.56	-0.06	0.16	0.65	0.43	0.27	0.08	0.11	0.40	0.10	0.72	-0.34	0.55	-0.22	-0.18	-0.18	0.33	0.44	0.29	
Sb Xint	-0.07	0.84	0.83	0.14	0.47	0.80	0.84	0.84	0.72	0.83	0.85	0.85	0.70	0.84	0.80	0.85	0.80	0.71	0.79	
Se Xint	0.62	-0.41	-0.26	0.57	0.20	-0.17	-0.36	-0.36	-0.07	-0.31	-0.43	-0.79	0.09	-0.59	-0.53	-0.59	-0.19	0.02	-0.23	
Sn Xint	0.26	0.59	0.64	0.37	0.55	0.69	0.62	0.66	0.68	0.60	0.75	0.64	0.74	0.57	0.52	0.53	0.70	0.72	0.68	
U Xint	0.40	0.86	0.86	0.49	0.69	0.86	0.85	0.85	0.84	0.82	0.89	0.83	0.87	0.78	0.76	0.77	0.87	0.85	0.80	
V Xint	0.41	-0.32	-0.15	0.52	0.19	-0.08	-0.25	-0.25	0.02	-0.17	0.77	-0.63	0.16	-0.48	-0.43	-0.46	-0.07	0.09	-0.08	
W Xint	-0.71	-0.33	-0.28	0.15	-0.09	-0.28	-0.33	-0.33	-0.25	-0.20	1.00	-0.47	-0.28	-0.38	-0.31	-0.35	-0.29	-0.24	-0.22	
Zn Xint	-0.35	0.75	0.63	-0.11	0.28	0.59	0.67	0.69	0.46	0.69	0.53	0.88	0.38	0.86	0.79	0.81	0.55	0.47	0.60	

Continuación

	Sb Xsp	Ti Xsp	V Xsp	W Xsp	Zn Xsp	HCO3- Xint	F- Xint	NO3- Xint	SO4= Xint	NO2- Xint	Mg Xint	K Xint	Ca Xint	Sr Xint	Li Xint	SiO2 Xint	Al Xint	As Xint	B Xint	
Sb Xsp	1.00																			
Ti Xsp	0.89	1.00																		
V Xsp	0.88	0.97	1.00																	
W Xsp	1.00	1.00	1.00	1.00																
Zn Xsp	0.94	0.92	0.87	1.00	1.00															
HCO3- Xint	0.09	-0.32	-0.23	-0.07	0.02	1.00														
F- Xint	0.88	0.84	0.80	1.00	0.82	-0.11	1.00													
NO3- Xint	0.27	0.06	-0.13	-0.52	0.32	0.25	-0.15	1.00												
SO4= Xint	0.37	-0.03	-0.01	0.43	0.29	0.86	0.09	0.48	1.00											
NO2- Xint	-0.05	-0.17	-0.13	-0.28	0.09	0.59	-0.49	0.07	0.62	1.00										
Mg Xint	0.36	-0.07	0.01	0.89	0.20	0.86	0.73	0.39	0.86	0.26	1.00									
K Xint	0.21	-0.16	-0.14	0.14	0.19	0.92	0.17	0.36	0.85	0.66	0.70	1.00								
Ca Xint	0.30	-0.12	-0.09	0.30	0.21	0.91	0.03	0.46	0.99	0.61	0.88	0.88	1.00							
Sr Xint	0.19	-0.22	-0.24	-0.01	0.11	0.88	0.02	0.54	0.91	0.56	0.75	0.94	0.94	1.00						
Li Xint	0.27	-0.15	-0.18	0.16	0.18	0.85	0.21	0.59	0.91	0.49	0.77	0.92	0.93	0.99	1.00					
SiO2 Xint	-0.08	-0.42	-0.46	-0.36	-0.13	0.77	-0.26	0.42	0.76	0.60	0.51	0.87	0.79	0.94	0.91	1.00				
Al Xint	0.49	0.80	0.72	1.00	0.57	-0.74	0.98	-0.15	-0.58	-0.45	-0.61	-0.52	-0.64	-0.60	-0.54	-0.63	1.00			
As Xint	0.50	0.13	0.14	0.68	0.42	0.80	0.67	0.38	0.79	0.42	0.69	0.93	0.80	0.87	0.89	0.75	-0.25	1.00		
B Xint	0.29	0.19	0.14	0.50	0.23	0.68	0.54	-0.25	0.28	0.06	-0.15	0.86	0.37	0.81	0.90	0.66	0.43	0.95	1.00	
Ba Xint	0.81	0.53	0.49	1.00	0.76	0.48	0.71	0.64	0.77	0.24	0.72	0.52	0.71	0.58	0.64	0.29	-0.03	0.65	0.04	
Cd Xint	0.13	0.48	0.27	1.00	0.29	-0.95	1.00	0.21	-0.64	-0.63	-0.81	-0.78	-0.73	-0.71	-0.61	-0.86	0.88	-0.46	1.00	
Co Xint	0.20	0.15	0.36	1.00	0.23	0.44	0.67	-0.80	0.16	0.33	0.32	0.34	0.19	0.00	-0.03	-0.13	-0.09	0.29	0.05	
Cr Xint	-0.13	-0.42	-0.49	-0.41	-0.14	0.66	-0.33	0.44	0.68	0.62	0.37	0.80	0.71	0.88	0.85	0.99	-0.56	0.68	0.61	
Cu Xint	0.54	0.40	0.52	0.86	0.57	0.46	0.50	0.03	0.41	0.25	0.59	0.34	0.39	0.15	0.17	-0.14	-0.07	0.35	-0.39	
Fe Xint	0.63	0.84	0.70	1.00	0.72	-0.58	0.98	0.17	-0.33	-0.31	-0.45	-0.29	-0.40	-0.32	-0.25	-0.37	0.94	-0.01	0.58	
Mn Xint	0.19	0.40	0.47	0.77	0.38	-0.13	0.49	-0.36	-0.32	0.08	-0.19	-0.14	-0.33	-0.45	-0.46	-0.55	0.39	-0.15	-0.45	
Mo Xint	0.11	-0.26	-0.32	-0.24	0.08	0.79	-0.24	0.60	0.88	0.62	0.63	0.89	0.89	0.98	0.97	0.96	-0.59	0.79	0.64	
Ni Xint	0.60	0.30	0.35	0.98	0.61	0.76	0.53	0.37	0.83	0.54	0.81	0.74	0.81	0.65	0.67	0.39	-0.29	0.73	0.01	
Pb Xint	0.35	0.71	0.60	0.98	0.54	-0.74	0.45	-0.03	-0.48	-0.10	-0.68	-0.52	-0.57	-0.58	-0.55	-0.57	0.86	-0.39	-0.07	
S Xint	0.30	-0.12	-0.11	0.27	0.21	0.90	0.11	0.52	0.98	0.58	0.86	0.90	0.99	0.97	0.97	0.84	-0.62	0.84	0.59	
Sb Xint	0.78	0.80	0.79	0.87	0.76	-0.22	0.50	0.25	0.13	-0.20	0.20	-0.25	0.04	-0.19	-0.12	-0.48	0.45	-0.05	-0.39	
Se Xint	-0.15	-0.45	-0.54	-0.59	-0.15	0.66	-0.20	0.52	0.55	0.42	0.38	0.81	0.60	0.83	0.82	0.91	-0.51	0.71	0.69	
Sn Xint	0.67	0.55	0.51	0.66	0.72	0.17	0.49	0.55	0.34	-0.08	0.51	0.13	0.29	0.12	0.19	-0.20	0.14	0.24	-0.47	
U Xint	0.85	0.80	0.72	0.83	0.82	0.09	0.74	0.44	0.37	-0.30	0.81	0.04	0.32	0.08	0.19	-0.30	0.51	0.31	-0.17	
V Xint	-0.05	-0.36	-0.41	-0.31	-0.07	0.73	-0.28	0.42	0.75	0.68	0.44	0.85	0.77	0.91	0.88	0.99	-0.57	0.73	0.63	
W Xint	-0.26	-0.30	-0.30	-0.27	-0.21	0.98	-0.36	-0.68	0.76	1.00	-0.67	0.92	0.84	0.97	0.91	0.99	-0.36	0.53	0.70	
Zn Xint	0.55	0.77	0.73	0.72	0.67	-0.52	0.41	0.08	-0.30	-0.27	-0.21	-0.49	-0.38	-0.55	-0.50	-0.75	0.67	-0.35	-0.52	

Continuación

	Ba Xint	Cd Xint	Co Xint	Cr Xint	Cu Xint	Fe Xint	Mn Xint	Mo Xint	Ni Xint	Pb Xint	S Xint	Sb Xint	Se Xint	Sn Xint	U Xint	V Xint	W Xint	Zn Xint
Ba Xint	1.00																	
Cd Xint	-0.22	1.00																
Co Xint	0.09	-0.68	1.00															
Cr Xint	0.23	-0.75	-0.25	1.00														
Cu Xint	0.60	-0.82	0.83	-0.25	1.00													
Fe Xint	0.22	0.88	-0.24	-0.30	-0.06	1.00												
Mn Xint	-0.05	-0.22	0.74	-0.57	0.64	0.24	1.00											
Mo Xint	0.53	-0.61	-0.16	0.94	0.03	-0.28	-0.50	1.00										
Ni Xint	0.85	-0.69	0.62	0.29	0.83	-0.10	0.23	0.57	1.00									
Pb Xint	-0.01	0.96	-0.18	-0.46	-0.06	0.84	0.42	-0.48	-0.22	1.00								
S Xint	0.71	-0.69	0.11	0.76	0.33	-0.35	-0.38	0.93	0.78	-0.56	1.00							
Sb Xint	0.67	0.16	0.04	-0.51	0.53	0.49	0.24	-0.23	0.40	0.48	0.01	1.00						
Se Xint	0.18	-0.86	-0.22	0.91	-0.18	-0.25	-0.42	0.86	0.28	-0.51	0.68	-0.58	1.00					
Sn Xint	0.79	-0.38	0.20	-0.27	0.76	0.27	0.35	0.06	0.68	0.16	0.28	0.79	-0.15	1.00				
U Xint	0.83	0.95	0.08	-0.36	0.69	0.69	0.20	-0.02	0.66	0.46	0.29	0.90	-0.28	0.91	1.00			
V Xint	0.30	-0.70	-0.15	0.99	-0.15	-0.30	-0.52	0.96	0.39	-0.46	0.82	-0.45	0.89	-0.21	-0.31	1.00		
W Xint	-0.29	1.00	-0.21	0.99	-0.72	-0.17	-0.82	1.00	-0.07	-0.05	0.85	-0.71	0.93	-0.90	-0.76	1.00	1.00	
Zn Xint	0.32	0.78	0.10	-0.74	0.47	0.63	0.60	-0.55	0.14	0.75	-0.41	0.84	-0.69	0.69	0.81	-0.70	-0.86	1.00

Correlaciones de Pearson entre componentes químicos del agua de niebla para el mes de octubre

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	Ba T	Cd T	Ce T	Co T	Cr T	Cu T	
Altura	1.00																											
Tiempo	-0.06	1.00																										
H+	0.76	0.06	1.00																									
Temp. Agua	0.30	0.31	-0.17	1.00																								
CE	-0.69	0.19	-0.75	0.16	1.00																							
STD	-0.69	0.19	-0.75	0.15	1.00	1.00																						
HCO3- T	-0.76	0.14	-0.75	0.16	0.97	0.97	1.00																					
F- T	-0.53	-0.91	-0.77	0.11	0.98	0.98	1.00	1.00																				
Cl- T	-0.58	0.10	-0.67	0.19	0.97	0.97	0.95	0.99	1.00																			
NO3- T	-0.51	0.10	-0.62	0.24	0.96	0.96	0.93	0.99	0.99	1.00																		
SO4= T	-0.69	0.13	-0.77	0.13	1.00	1.00	0.96	0.99	0.98	0.96	1.00																	
NO2- T	-0.10	0.49	-0.18	0.63	0.65	0.65	0.70	0.46	0.73	0.78	0.62	1.00																
Na T	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00															
Mg T	-0.54	0.12	-0.63	0.22	0.96	0.96	0.94	0.98	1.00	1.00	0.96	0.78	1.00	1.00														
K T	-0.65	0.20	-0.34	-0.17	0.78	0.79	0.84	0.58	0.81	0.79	0.78	0.71	0.81	0.82	1.00													
Ca T	-0.69	0.12	-0.79	0.17	0.99	0.99	0.97	0.99	0.98	0.96	1.00	0.63	0.95	0.96	0.76	1.00												
Sr T	-0.60	0.05	-0.71	0.16	0.97	0.97	0.94	1.00	1.00	0.99	0.98	0.68	0.99	0.99	0.79	0.98	1.00											
Li T	-0.54	0.03	-0.67	0.19	0.96	0.96	0.93	1.00	1.00	0.99	0.97	0.71	0.99	0.99	0.78	0.97	1.00	1.00										
SiO2 T	-0.72	0.17	-0.79	0.06	0.98	0.98	0.92	0.91	0.93	0.91	0.98	0.51	0.89	0.91	0.72	0.98	0.94	0.93	1.00									
Al T	0.68	-0.49	0.46	-0.12	-0.39	-0.39	-0.54	0.83	-0.32	-0.26	-0.37	-0.40	-0.28	-0.32	-0.51	-0.40	-0.31	-0.25	-0.34	1.00								
As T	-0.63	0.19	-0.63	0.06	0.97	0.97	0.94	0.95	0.98	0.97	0.98	0.70	0.97	0.98	0.87	0.97	0.98	0.97	0.95	-0.36	1.00							
Ba T	0.18	-0.32	-0.19	0.28	0.47	0.46	0.33	0.96	0.55	0.61	0.49	0.36	0.59	0.56	0.16	0.47	0.56	0.62	0.45	0.57	0.47	1.00						
Cd T	0.41	0.32	0.60	0.28	0.45	0.46	0.23	1.00	0.48	0.63	0.37	0.69	0.53	0.54	0.33	0.26	0.38	0.53	0.42	0.31	0.57	0.60	1.00					
Ce T	0.79	-0.37	0.85	-0.01	-0.45	-0.45	-0.57	1.00	-0.37	-0.28	-0.45	-0.18	-0.31	-0.34	-0.44	-0.49	-0.38	-0.31	-0.46	1.00	-0.38	0.57	0.98	1.00				
Co T	0.50	-0.18	0.43	0.09	0.07	0.07	-0.04	0.48	0.17	0.26	0.06	0.30	0.22	0.20	0.09	0.03	0.14	0.22	0.03	0.72	0.15	0.77	0.85	0.86	1.00			
Cr T	-0.58	0.00	-0.70	-0.04	0.92	0.92	0.82	0.93	0.91	0.89	0.94	0.42	0.88	0.88	0.66	0.92	0.93	0.92	0.95	-0.09	0.92	0.62	0.77	-0.28	0.19	1.00		
Cu T	-0.05	0.06	0.37	-0.16	0.23	0.23	0.31	-0.08	0.32	0.37	0.21	0.65	0.37	0.37	0.69	0.18	0.27	0.31	0.11	-0.07	0.37	0.17	0.70	0.37	0.53	0.11	1.00	
Fe T	0.69	-0.49	0.44	-0.11	-0.41	-0.41	-0.56	0.68	-0.35	-0.29	-0.38	-0.43	-0.31	-0.35	-0.56	-0.41	-0.33	-0.27	-0.35	1.00	-0.39	0.56	0.26	1.00	0.67	-0.11	-0.14	
Mn T	0.63	0.21	0.86	0.05	-0.38	-0.38	-0.39	-0.72	-0.33	-0.23	-0.42	0.18	-0.27	-0.27	-0.06	-0.46	-0.38	-0.32	-0.46	0.42	-0.28	0.11	0.93	0.98	0.70	-0.42	0.62	
Mo T	-0.52	0.05	-0.62	0.16	0.95	0.95	0.91	0.99	0.99	0.99	0.96	0.72	0.99	0.99	0.80	0.96	0.99	1.00	0.91	-0.23	0.98	0.62	0.66	-0.27	0.26	0.92	0.36	
Ni T	-0.53	0.02	-0.55	0.11	0.94	0.94	0.92	0.97	0.97	0.98	0.94	0.77	0.97	0.98	0.84	0.93	0.97	0.98	0.89	-0.21	0.96	0.62	0.74	-0.20	0.33	0.89	0.48	
Pb T	0.78	-0.51	0.58	-0.07	-0.52	-0.52	-0.64	0.26	-0.43	-0.36	-0.50	-0.38	-0.37	-0.42	-0.56	-0.52	-0.42	-0.36	-0.49	0.98	-0.48	0.49	0.30	0.99	0.70	-0.26	-0.03	
S T	-0.23	0.05	-0.47	0.69	0.69	0.68	0.72	0.54	0.71	0.76	0.66	0.81	0.72	0.73	0.44	0.69	0.69	0.72	0.58	-0.22	0.61	0.56	0.50	-0.19	0.28	0.48	0.28	
Sb T	0.23	-0.16	0.06	0.49	0.38	0.38	0.39	0.48	0.51	0.60	0.37	0.77	0.59	0.57	0.38	0.37	0.48	0.55	0.25	0.23	0.43	0.74	0.83	0.54	0.74	0.30	0.61	
Se T	-0.68	-0.21	-0.69	0.05	0.95	0.95	0.95	0.97	1.00	0.99	0.96	0.73	1.00	1.00	0.84	0.96	0.99	0.99	0.89	-0.39	0.97	0.46	0.27	-0.46	0.03	0.86	0.35	
Sn T	0.57	-0.24	0.39	0.33	0.01	0.00	-0.06	0.29	0.11	0.21	-0.01	0.33	0.17	0.15	-0.04	-0.02	0.08	0.16	-0.07	0.68	0.04	0.77	0.83	0.91	0.95	0.06	0.44	
Ti T	0.70	-0.47	0.50	-0.11	-0.40	-0.40	-0.54	0.88	-0.33	-0.27	-0.38	-0.37	-0.29	-0.33	-0.50	-0.41	-0.32	-0.26	-0.35	1.00	-0.36	0.57	0.35	1.00	0.75	-0.11	-0.03	
Tl T	-0.36	-0.25	-0.53	0.28	0.74	0.73	0.76	0.88	0.87	0.87	0.77	0.85	0.92	0.89	0.67	0.78	0.86	0.87	0.65	-0.32	0.80	0.46	-0.22	-0.37	0.05	0.66	0.30	
U T	-0.58	0.05	-0.85	0.05	0.98	0.98	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.76	0.98	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99	0.95	-0.12	0.99	0.97	0.98	-0.20	0.88	0.94	0.73	
V T	-0.58	0.02	-0.67	-0.01	0.94	0.94	0.85	0.95	0.94	0.93	0.96	0.50	0.91	0.92	0.71	0.94	0.95	0.95	0.96	-0.11	0.95	0.63	0.90	-0.25	0.24	0.99	0.20	
W T	-0.24	0.07	-0.61	0.13	0.85	0.84	0.91	0.99	0.95	0.94	0.89	0.74	0.97	0.96	0.99	0.89	0.96	0.96	0.77	-0.01	0.92	0.94	1.00	0.08	0.84	0.84	0.80	
Zn T	0.33	-0.44	0.60	-0.18	-0.66	-0.66	-0.48	-0.64	-0.58	-0.55	-0.66	-0.27	-0.53	-0.55	-0.23	-0.65	-0.59	-0.57	-0.75	0.10	-0.61	-0.37	-0.09	0.33	0.02	-0.75	0.34	
HCO3- D	-0.74	0.17	-0.73	0.17	0.97	0.97	1.00	1.00	0.95	0.94	0.96	0.72	0.93	0.95	0.85	0.97	0.95	0.93	0.92	-0.55	0.95	0.33	0.25	-0.56	-0.03	0.82	0.33	
F- D	-0.42	-0.90	-0.68	0.14	0.95	0.95	0.99	0.99	1.00	1.00	0.96	0.57	0.99	1.00	0.65	0.96	0.99	1.00	0.85	0.74	0.95	0.96	1.00	1.00	0.59	0.88	0.05	
Cl- D	-0.50	0.06	-0.61	0.20	0.93	0.93	0.92	0.96	0.99	0.99	0.95	0.76	1.00	0.99	0.82	0.94	0.99	0.99	0.88	-0.30	0.96	0.57	0.48	-0.32	0.21	0.87	0.38	
NO3- D	-0.42	0.05	-0.53	0.25	0.90	0.90	0.89	0.94	0.97	0.99	0.91	0.82	0.99	0.99	0.80	0.91	0.96	0.98	0.83	-0.23	0.94	0.63	0.63	-0.22	0.31	0.84	0.44	
SO4= D	-0.62	0.08	-0.71	0.15	0.97	0.97	0.95	0.99	1.00	0.98	0.99	0.69	0.99	0.99	0.81	0.98	1.00	0.99	0.94	-0.35	0.98	0.52	0.36	-0.41	0.12	0.92	0.29	

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	Ba T	Cd T	Ce T	Co T	Cr T	Cu T	
NO2- D	-0.22	0.01	-0.22	0.41	0.54	0.53	0.66	0.50	0.68	0.72	0.54	0.99	0.75	0.74	0.74	0.55	0.64	0.66	0.36	-0.49	0.63	0.18	-0.83	-0.32	0.02	0.30	0.67	
Na D	-0.49	0.08	-0.61	0.24	0.94	0.93	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.78	1.00	1.00	0.81	0.94	0.98	0.99	0.88	-0.29	0.96	0.59	0.53	-0.31	0.23	0.87	0.38	
Mg D	-0.51	0.09	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.93	0.97	0.99	0.99	0.95	0.79	1.00	1.00	0.82	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.31	0.97	0.57	0.54	-0.32	0.22	0.87	0.39	
K D	-0.65	0.20	-0.35	-0.15	0.79	0.79	0.85	0.59	0.81	0.80	0.78	0.73	0.81	0.83	1.00	0.77	0.79	0.78	0.72	-0.52	0.87	0.16	0.34	-0.45	0.09	0.65	0.69	
Ca D	-0.65	0.08	-0.75	0.17	0.98	0.98	0.97	1.00	0.99	0.98	0.99	0.67	0.98	0.98	0.79	0.99	1.00	0.99	0.95	-0.38	0.97	0.50	0.27	-0.46	0.07	0.91	0.24	
Sr D	-0.59	0.06	-0.69	0.17	0.96	0.96	0.95	0.99	1.00	0.99	0.98	0.71	0.99	0.99	0.81	0.98	1.00	0.99	0.92	-0.34	0.97	0.54	0.35	-0.39	0.13	0.91	0.31	
Li D	-0.58	0.06	-0.67	0.18	0.96	0.96	0.95	0.99	1.00	0.99	0.97	0.73	1.00	1.00	0.82	0.97	1.00	0.99	0.91	-0.34	0.97	0.54	0.40	-0.38	0.15	0.89	0.34	
SiO2 D	-0.72	0.18	-0.79	0.07	0.99	0.99	0.93	0.93	0.94	0.92	0.99	0.54	0.90	0.92	0.74	0.98	0.95	0.94	1.00	-0.37	0.96	0.44	0.37	-0.48	0.02	0.95	0.13	
Al D	-0.25	-0.68	-0.14	-0.40	-0.45	-0.45	-0.14	-0.11	-0.42	-0.50	-0.40	-0.42	-0.39	-0.43	-0.02	-0.33	-0.35	-0.42	-0.47	-0.18	-0.52	-0.44	-0.79	-0.32	-0.47	-0.57	-0.06	
As D	-0.63	0.14	-0.65	0.02	0.97	0.97	0.92	0.95	0.97	0.96	0.98	0.63	0.95	0.96	0.82	0.97	0.97	0.97	0.97	-0.27	0.99	0.53	0.72	-0.34	0.18	0.96	0.31	
Ba D	-0.28	-0.05	-0.56	0.47	0.84	0.84	0.81	0.91	0.91	0.94	0.85	0.78	0.93	0.92	0.59	0.86	0.90	0.93	0.77	-0.10	0.83	0.75	0.52	-0.11	0.37	0.78	0.29	
Cd D	0.67	-0.03	0.83	-0.12	-0.16	-0.15	-0.36	-1.00	-0.12	0.08	-0.24	0.02	-0.06	-0.06	-0.06	-0.34	-0.21	-0.02	-0.19	0.76	0.00	0.71	0.80	1.00	0.97	0.64	0.48	
Co D	-0.21	0.36	0.01	0.27	0.32	0.32	0.50	0.07	0.44	0.46	0.31	0.92	0.50	0.50	0.74	0.32	0.38	0.39	0.14	-0.63	0.43	-0.21	-0.98	-0.42	-0.13	0.01	0.82	
Cr D	-0.74	-0.56	-0.91	-0.73	0.98	0.98	0.88	0.90	0.88	0.82	0.97	0.15	0.81	0.83	0.89	0.96	0.90	0.87	1.00	0.95	0.96	0.70	1.00	0.36	1.00	0.32		
Cu D	-0.35	0.25	0.13	-0.13	0.34	0.34	0.49	-0.16	0.39	0.40	0.31	0.65	0.41	0.44	0.81	0.30	0.34	0.34	0.22	-0.52	0.45	-0.16	0.37	-0.38	0.10	0.11	0.89	
Fe D	-0.70	-1.00	-0.74	-0.26	-0.57	-0.59	-0.46	1.00	-0.53	-0.55	-0.47	-0.78	-0.53	-0.59	-0.94	-0.33	-0.37	-0.38	-0.56	1.00	-0.89	-0.02	-0.92	0.78	-0.90	-0.35	-0.96	
Mn D	0.18	0.59	0.64	0.00	-0.16	-0.15	-0.08	-0.70	-0.14	-0.10	-0.21	0.41	-0.11	-0.08	0.32	-0.24	-0.21	-0.19	-0.26	-0.25	-0.05	-0.34	0.61	0.63	0.21	-0.36	0.71	
Mo D	-0.51	0.06	-0.64	0.18	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.96	0.75	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.90	-0.26	0.97	0.60	0.60	-0.28	0.25	0.90	0.38	
Ni D	-0.58	0.13	-0.52	0.18	0.90	0.90	0.95	0.87	0.94	0.95	0.90	0.86	0.95	0.96	0.91	0.90	0.92	0.93	0.82	-0.46	0.93	0.40	0.45	-0.40	0.16	0.75	0.56	
Pb D	0.94	0.41	-0.31	0.99	0.98	0.98	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.89	0.99	0.98	0.07	1.00	1.00	1.00	0.99	-0.48	0.78	0.92	0.73	0.78	1.00	0.14		
S D	-0.17	0.02	-0.42	0.70	0.65	0.65	0.70	0.53	0.69	0.75	0.63	0.83	0.72	0.72	0.44	0.66	0.67	0.71	0.53	-0.21	0.59	0.56	0.50	-0.13	0.31	0.44	0.33	
Sb D	0.27	-0.22	0.07	0.43	0.37	0.36	0.34	0.59	0.49	0.58	0.36	0.67	0.55	0.53	0.29	0.36	0.46	0.53	0.27	0.39	0.40	0.85	0.83	0.64	0.84	0.35	0.54	
Se D	-0.49	-0.85	-0.65	0.01	0.96	0.96	0.98	0.99	1.00	0.99	0.97	0.52	0.99	0.99	0.71	0.96	1.00	0.99	0.88	0.74	0.98	0.92	1.00	1.00	0.58	0.91	0.08	
Sn D	0.26	0.24	0.00	0.78	0.22	0.21	0.30	-0.29	0.18	0.27	0.14	0.65	0.21	0.23	0.05	0.18	0.14	0.19	0.08	-0.53	0.10	0.33	0.77	-0.84	0.55	-0.09	0.30	
Ti D	-0.65	-0.04	-0.62	0.13	0.89	0.88	0.95	0.92	0.92	0.92	0.89	0.76	0.93	0.93	0.87	0.90	0.92	0.92	0.81	-0.46	0.90	0.39	0.23	-0.44	0.08	0.74	0.48	
Tl D	-0.77	-0.16	-0.99	0.22	0.91	0.91	0.87	1.00	0.92	0.89	0.93	0.80	0.92	0.91	0.60	0.94	0.93	0.91	0.93	-0.41	0.87	0.41	-1.00	-0.78	-0.25	0.90	-0.08	
U D	-0.41	-0.85	-0.66	-0.39	0.98	0.98	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.53	0.98	0.98	1.00	0.99	1.00	0.99	0.87	0.74	0.99	0.93	1.00	0.70	0.91	0.67		
V D	-0.66	0.11	-0.72	0.01	0.98	0.98	0.92	0.95	0.97	0.95	0.99	0.56	0.94	0.95	0.79	0.98	0.98	0.96	0.98	-0.29	0.98	0.51	0.53	-0.39	0.11	0.97	0.23	
Zn D	0.45	-0.55	0.64	-0.17	-0.71	-0.71	-0.57	-0.62	-0.62	-0.58	-0.70	-0.35	-0.56	-0.59	-0.34	-0.69	-0.63	-0.59	-0.78	0.31	-0.67	-0.22	0.01	0.49	0.16	-0.73	0.29	
HCO3- Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
F- Xss	-0.36	-0.87	-0.59	0.11	0.92	0.92	0.97	0.97	0.99	1.00	0.93	0.63	1.00	1.00	0.72	0.93	0.98	0.99	0.81	0.67	0.95	0.93	1.00	1.00	0.67	0.85	0.16	
Cl- Xss	-0.54	0.08	-0.64	0.19	0.95	0.95	0.93	0.98	1.00	0.99	0.96	0.75	1.00	1.00	0.82	0.96	0.99	0.99	0.90	-0.31	0.97	0.56	0.48	-0.34	0.19	0.89	0.35	
NO3- Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
SO4= Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
NO2- Xss	-0.45	0.18	-0.62	0.32	0.94	0.93	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.80	0.94	0.99	0.99	0.88	-0.33	0.96	0.55	0.50	-0.39	0.14	0.87	0.29	
Na Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.80	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37
Mg Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
K Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Ca Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Sr Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Li Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
SiO2 Xss	-0.52	0.09	-0.63	0.22	0.94	0.94	0.93	0.97	0.99	0.99	0.96	0.77	1.00	1.00	0.82	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.32	0.97	0.55	0.46	-0.34	0.19	0.88	0.36	
Al Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
As Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Ba Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Cd Xss	-0.18	0.42	-0.30	0.76	0.99	0.98	0.88	1.00	1.00	0.99	0.98	0.95	1.00	1.00	0.48	0.95	0.98	0.98	0.99	-0.45	0.89	0.16	0.53	-0.16	0.11	0.51	0.39	
Ce Xss	-0.53	0.13	-0.67	0.07	0.94	0.94	0.92	1.00	0.99	0.99	0.96	0.97	1.00	1.00	0.95	0.95	0.99	0.99	0.90	-0.31	0.98	0.60	0.03	-0.31	0.22	0.96	0.62	

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	Ba T	Cd T	Ce T	Co T	Cr T	Cu T	
Co Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Cr Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Cu Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Fe Xss	-0.53	0.15	-0.61	0.24	0.95	0.95	0.94	0.96	0.99	0.99	0.95	0.81	0.99	1.00	0.84	0.95	0.98	0.98	0.89	-0.37	0.97	0.52	0.50	-0.36	0.18	0.85	0.40	
Mn Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Mo Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Ni Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Pb Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
S Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Sb Xss	0.32	-0.28	0.08	0.09	0.31	0.31	0.16	0.97	0.41	0.48	0.33	0.28	0.46	0.43	0.15	0.30	0.41	0.47	0.31	0.70	0.37	0.95	0.68	0.70	0.90	0.51	0.31	
Se Xss	-0.62	-0.28	-0.67	0.06	0.93	0.93	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.73	1.00	1.00	0.81	0.94	0.99	0.99	0.87	-0.32	0.96	0.53	0.33	-0.40	0.10	0.87	0.35	
Sn Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Tl Xss	-0.63	-0.27	-0.68	0.06	0.93	0.93	0.93	0.97	0.99	0.99	0.95	0.73	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.87	-0.34	0.96	0.51	0.29	-0.41	0.08	0.87	0.35	
U Xss	-0.42	0.06	-0.73	0.15	0.94	0.93	0.95	0.99	0.99	0.99	0.95	0.82	1.00	1.00	0.80	0.95	0.96	0.99	0.99	0.87	-0.15	0.97	0.99	1.00	-0.10	0.91	0.89	0.76
V Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
W Xss	-0.24	0.29	-0.69	0.28	0.93	0.93	0.98	0.99	0.99	0.99	0.95	0.82	1.00	1.00	0.97	0.96	0.99	1.00	0.85	-0.21	0.97	0.99	1.00	-0.14	0.90	0.87	0.74	
Zn Xss	-0.50	0.07	-0.61	0.22	0.94	0.94	0.92	0.97	0.99	0.99	0.95	0.77	1.00	1.00	0.81	0.95	0.99	0.99	0.89	-0.28	0.97	0.59	0.53	-0.31	0.22	0.88	0.37	
Mg Xsp	0.69	-0.48	0.47	-0.09	-0.94	-0.38	-0.92	0.86	-0.31	-0.25	-0.36	-0.36	-0.27	-0.31	-0.49	-0.39	-0.30	-0.24	-0.34	1.00	-0.35	0.59	0.36	1.00	0.75	-0.10	-0.03	
K Xsp	0.64	-0.52	0.42	-0.12	-0.35	-0.34	-0.49	0.87	-0.28	-0.21	-0.32	-0.38	-0.24	-0.28	-0.47	-0.35	-0.26	-0.20	-0.29	1.00	-0.31	0.62	0.32	0.99	0.74	-0.05	-0.05	
Ca Xsp	0.13	-0.50	-0.10	-0.20	0.24	0.24	0.06	0.88	0.27	0.30	0.27	-0.19	0.28	0.25	-0.03	0.24	0.30	0.34	0.31	0.77	0.25	0.83	0.30	0.71	0.67	0.54	-0.02	
Sr Xsp	0.48	-0.51	0.25	-0.14	-0.13	-0.12	-0.29	0.89	-0.07	-0.01	-0.10	-0.30	-0.04	-0.07	-0.32	-0.13	-0.05	0.01	-0.06	0.96	-0.10	0.74	0.35	0.95	0.76	0.18	-0.03	
Li Xsp	0.61	-0.53	0.38	-0.11	-0.30	-0.30	-0.44	0.85	-0.23	-0.17	-0.27	-0.37	-0.20	-0.24	-0.44	-0.30	-0.22	-0.16	-0.25	0.99	-0.27	0.65	0.33	0.99	0.75	0.00	-0.04	
SiO2 Xsp	0.46	-0.75	0.15	-0.15	-0.25	-0.25	-0.37	0.89	-0.17	-0.13	-0.20	-0.45	-0.14	-0.19	-0.46	-0.21	-0.13	-0.09	-0.18	0.91	-0.24	0.63	0.03	0.95	0.55	0.07	-0.21	
Al Xsp	0.67	-0.52	0.44	-0.10	-0.37	-0.37	-0.51	0.84	-0.30	-0.24	-0.35	-0.38	-0.26	-0.30	-0.49	-0.37	-0.29	-0.23	-0.33	1.00	-0.34	0.60	0.32	1.00	0.73	-0.08	-0.05	
As Xsp	0.52	-0.59	0.29	-0.15	-0.23	-0.23	-0.37	0.88	-0.16	-0.11	-0.20	-0.39	-0.13	-0.17	-0.40	-0.22	-0.14	-0.08	-0.17	0.98	-0.21	0.68	0.28	0.97	0.72	0.08	-0.06	
Ba Xsp	0.66	-0.48	0.45	-0.11	-0.37	-0.37	-0.52	0.63	-0.31	-0.25	-0.35	-0.40	-0.28	-0.32	-0.50	-0.38	-0.30	-0.24	-0.32	1.00	-0.35	0.59	0.35	0.99	0.73	-0.09	-0.06	
Cd Xsp	0.74	-0.59	0.38	-0.10	-0.51	-0.51	-0.64	1.00	-0.44	-0.26	-0.53	-0.48	-0.38	-0.43	-0.66	-0.53	-0.43	-0.24	-0.53	0.99	-0.58	0.84	0.29	0.99	0.74	0.58	-0.15	
Co Xsp	0.74	-0.45	0.52	-0.05	-0.43	-0.43	-0.57	0.55	-0.36	-0.29	-0.41	-0.35	-0.31	-0.35	-0.53	-0.44	-0.35	-0.28	-0.39	0.99	-0.40	0.56	0.38	1.00	0.75	-0.16	-0.03	
Cr Xsp	0.45	-0.60	0.19	-0.09	-0.13	-0.13	-0.27	0.83	-0.08	-0.02	-0.10	-0.34	-0.05	-0.09	-0.35	-0.12	-0.05	0.01	-0.07	0.94	-0.13	0.74	0.32	0.94	0.73	0.16	-0.05	
Cu Xsp	0.73	-0.45	0.52	-0.07	-0.43	-0.43	-0.57	0.47	-0.36	-0.30	-0.41	-0.37	-0.32	-0.36	-0.53	-0.44	-0.36	-0.29	-0.39	0.99	-0.40	0.55	0.38	1.00	0.74	-0.16	-0.03	
Fe Xsp	0.66	-0.52	0.37	-0.07	-0.39	-0.39	-0.54	0.67	-0.33	-0.27	-0.36	-0.44	-0.29	-0.33	-0.58	-0.38	-0.31	-0.25	-0.32	0.99	-0.38	0.58	0.21	1.00	0.64	-0.08	-0.20	
Mn Xsp	0.73	-0.46	0.52	-0.08	-0.45	-0.45	-0.59	0.56	-0.38	-0.31	-0.43	-0.39	-0.33	-0.37	-0.54	-0.45	-0.37	-0.31	-0.40	1.00	-0.41	0.54	0.35	1.00	0.72	-0.17	-0.06	
Mo Xsp	0.57	-0.62	0.36	-0.18	-0.32	-0.32	-0.45	0.89	-0.25	-0.20	-0.29	-0.43	-0.22	-0.26	-0.45	-0.31	-0.23	-0.17	-0.27	0.98	-0.30	0.62	0.25	0.98	0.70	-0.02	-0.05	
Ni Xsp	0.53	-0.54	0.29	-0.10	-0.20	-0.20	-0.35	0.84	-0.15	-0.08	-0.18	-0.34	-0.12	-0.15	-0.39	-0.20	-0.13	-0.07	-0.15	0.97	-0.19	0.71	0.35	0.97	0.76	0.09	-0.04	
Pb Xsp	0.60	-0.56	0.40	-0.16	-0.36	-0.36	-0.50	0.60	-0.31	-0.25	-0.34	-0.46	-0.28	-0.31	-0.49	-0.36	-0.29	-0.23	-0.30	0.99	-0.34	0.58	0.30	0.98	0.70	-0.07	-0.08	
Sb Xsp	0.73	-0.37	0.56	-0.07	-0.40	-0.40	-0.55	0.86	-0.34	-0.26	-0.39	-0.31	-0.29	-0.33	-0.47	-0.42	-0.33	-0.27	-0.37	0.98	-0.36	0.56	0.45	1.00	0.79	-0.14	0.03	
Ti Xsp	0.70	-0.47	0.50	-0.11	-0.40	-0.40	-0.54	0.88	-0.33	-0.27	-0.38	-0.37	-0.29	-0.33	-0.50	-0.41	-0.32	-0.26	-0.35	1.00	-0.36	0.57	0.35	1.00	0.75	-0.11	-0.03	
Tl Xsp	0.53	-0.89	0.26	-0.14	-0.22	-0.22	-0.36	0.89	-0.15	-0.09	-0.18	-0.50	-0.11	-0.16	-0.39	-0.20	-0.12	-0.06	-0.15	0.97	-0.20	0.76	0.38	0.97	0.80	0.11	-0.07	
V Xsp	0.71	-0.46	0.49	-0.08	-0.42	-0.42	-0.56	0.75	-0.35	-0.28	-0.39	-0.38	-0.30	-0.34	-0.53	-0.42	-0.33	-0.27	-0.37	1.00	-0.38	0.56	0.33	1.00	0.72	-0.13	-0.07	
W Xsp	-0.72	-0.36	-0.59	-0.68	0.46	0.46	0.43	0.88	0.53	0.44	0.54	-0.04	0.51	0.48	0.69	0.52	0.57	0.53	0.54	0.71	0.58	0.37	-1.00	0.40	0.12	0.70	0.24	
Zn Xsp	0.60	-0.52	0.43	-0.15	-0.33	-0.32	-0.47	0.73	-0.27	-0.21	-0.31	-0.40	-0.24	-0.27	-0.44	-0.34	-0.26	-0.19	-0.28	0.99	-0.30	0.61	0.38	0.98	0.76	-0.04	0.00	
HCO3- Xint	-0.77	0.15	-0.75	0.16	0.97	0.97	1.00	1.00	0.94	0.93	0.96	0.69	0.91	0.94	0.84	0.97	0.94	0.93	0.92	-0.55	0.94	0.32	0.22	-0.57	-0.05	0.82	0.31	
F- Xint	-0.53	-0.91	-0.77	0.11	0.98	0.98	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.45	0.97	0.98	0.58	0.99	1.00	1.00	0.91	0.83	0.95	0.96	1.00	1.00	0.48	0.93	-0.08	
NO3- Xint	-0.51	0.10	-0.62	0.24	0.96	0.96	0.93	0.99	0.99	1.00	0.96	0.78	0.99	1.00	0.79	0.96	0.99	0.99	0.91	-0.26	0.97	0.61	0.63	-0.28	0.26	0.89	0.37	
SO4= Xint	-0.71	0.13	-0.78	0.11	1.00	1.00	0.96	0.97	0.97	0.95	1.00	0.60	0.94	0.95	0.77	1.00	0.98	0.96	0.99	-0.38	0.97	0.47	0.34	-0.47	0.04	0.94	0.18	
NO2- Xint	-0.10	0.49	-0.18	0.63	0.65	0.65	0.69	0.45	0.72	0.78	0.62	1.00	0.77	0.77	0.71	0.62	0.67	0.70	0.50	-0.40	0.69	0.36	0.69	-0.18	0.30	0.41	0.65	
Mg Xint	-0.77	0.53	-0.57	0.14	0.80	0.80	0.83	0.34	0.67	0.66	0.75	0.58	0.61	0.67	0.72	0.75	0.65	0.63	0.77	-0.70	0.74	-0.03	0.35	-0.67	-0.20	0.55	0.26	

Continuación

	Altura	Tiempo	H+	Temp. Agua	CE	STD	HCO3- T	F- T	Cl- T	NO3- T	SO4= T	NO2- T	Na T	Mg T	K T	Ca T	Sr T	Li T	SiO2 T	Al T	As T	Ba T	Cd T	Ce T	Co T	Cr T	Cu T
K Xint	-0.63	0.25	-0.12	-0.37	0.54	0.55	0.64	0.08	0.54	0.52	0.53	0.51	0.53	0.56	0.93	0.50	0.52	0.50	0.48	-0.57	0.64	-0.14	0.21	-0.54	-0.03	0.39	0.75
Ca Xint	-0.70	0.12	-0.80	0.17	0.99	0.99	0.97	0.99	0.97	0.95	1.00	0.62	0.94	0.96	0.76	1.00	0.98	0.97	0.98	-0.41	0.96	0.46	0.24	-0.50	0.01	0.92	0.17
Sr Xint	-0.63	0.05	-0.74	0.14	0.98	0.98	0.95	1.00	0.99	0.98	0.99	0.65	0.98	0.98	0.78	0.99	1.00	0.99	0.95	-0.33	0.98	0.53	0.31	-0.41	0.10	0.93	0.24
Li Xint	-0.59	0.04	-0.71	0.18	0.98	0.98	0.95	1.00	1.00	0.99	0.99	0.69	0.98	0.99	0.78	0.98	1.00	1.00	0.95	-0.29	0.97	0.58	0.45	-0.36	0.16	0.93	0.28
SiO2 Xint	-0.70	0.08	-0.73	0.04	0.98	0.98	0.93	0.91	0.92	0.91	0.98	0.46	0.87	0.90	0.68	0.97	0.93	0.92	1.00	0.09	0.95	0.84	0.91	-0.46	0.58	0.97	0.16
Al Xint	0.69	-0.45	0.49	-0.16	-0.43	-0.42	-0.58	0.64	-0.36	-0.30	-0.40	-0.43	-0.32	-0.36	-0.53	-0.43	-0.34	-0.29	-0.36	1.00	-0.38	0.53	0.28	1.00	0.69	-0.11	-0.09
As Xint	-0.66	0.23	-0.63	0.06	0.97	0.97	0.95	0.94	0.97	0.96	0.98	0.70	0.95	0.97	0.88	0.96	0.97	0.96	0.95	-0.41	1.00	0.42	0.48	-0.43	0.10	0.90	0.37
Ba Xint	-0.18	-0.09	-0.51	0.41	0.80	0.80	0.73	0.95	0.87	0.91	0.82	0.69	0.90	0.88	0.51	0.81	0.87	0.91	0.76	0.08	0.80	0.86	0.63	0.06	0.49	0.81	0.25
Cd Xint	0.24	0.48	0.53	0.32	0.60	0.61	0.39	-1.00	0.61	0.72	0.51	0.82	0.64	0.66	0.51	0.40	0.50	0.61	0.57	0.07	0.74	0.41	0.97	0.95	0.70	0.65	0.78
Ce Xint	0.79	-0.37	0.85	-0.01	-0.46	-0.45	-0.57	1.00	-0.37	-0.28	-0.46	-0.18	-0.31	-0.34	-0.44	-0.49	-0.39	-0.31	-0.46	1.00	-0.38	0.57	0.98	1.00	0.86	-0.28	0.36
Co Xint	0.02	0.20	0.16	0.18	0.50	0.50	0.49	0.31	0.57	0.65	0.47	0.86	0.62	0.62	0.66	0.44	0.52	0.58	0.40	0.07	0.59	0.56	0.97	0.40	0.74	0.41	0.84
Cr Xint	-0.60	0.03	-0.72	-0.04	0.93	0.93	0.84	0.92	0.92	0.90	0.95	0.43	0.89	0.89	0.68	0.94	0.94	0.93	0.96	-0.14	0.93	0.58	0.78	-0.32	0.16	1.00	0.11
Cu Xint	-0.13	0.12	0.32	-0.16	0.27	0.27	0.37	-0.11	0.34	0.39	0.24	0.67	0.39	0.40	0.74	0.22	0.30	0.32	0.15	-0.20	0.40	0.08	0.63	0.19	0.42	0.11	0.99
Mn Xint	0.46	0.38	0.79	0.09	-0.28	-0.28	-0.25	-0.72	-0.24	-0.16	-0.33	0.33	-0.19	-0.18	0.11	-0.36	-0.31	-0.26	-0.38	0.14	-0.18	-0.05	0.89	0.97	0.54	-0.41	0.71
Mo Xint	-0.52	0.05	-0.62	0.16	0.95	0.95	0.92	0.99	0.99	0.99	0.97	0.72	0.99	0.99	0.80	0.96	0.99	1.00	0.92	-0.23	0.98	0.62	0.65	-0.27	0.26	0.92	0.36
Ni Xint	-0.57	0.06	-0.57	0.12	0.95	0.95	0.94	0.97	0.98	0.99	0.95	0.78	0.98	0.98	0.87	0.94	0.97	0.98	0.90	-0.29	0.97	0.55	0.65	-0.28	0.26	0.87	0.48
Pb Xint	0.81	-0.50	0.60	-0.06	-0.55	-0.55	-0.66	0.07	-0.45	-0.38	-0.52	-0.36	-0.39	-0.43	-0.57	-0.55	-0.44	-0.38	-0.53	0.97	-0.50	0.47	0.30	0.98	0.69	-0.29	-0.02
S Xint	-0.19	0.05	-0.44	0.72	0.64	0.63	0.68	0.46	0.65	0.71	0.61	0.78	0.67	0.68	0.38	0.64	0.63	0.67	0.52	-0.21	0.55	0.54	0.49	-0.16	0.28	0.42	0.26
Sb Xint	0.04	-0.05	-0.11	0.53	0.56	0.55	0.68	0.47	0.67	0.72	0.54	0.92	0.72	0.72	0.60	0.56	0.63	0.67	0.39	-0.30	0.58	0.72	0.82	0.22	0.88	0.35	0.64
Se Xint	-0.68	-0.21	-0.69	0.05	0.95	0.95	0.95	0.97	1.00	0.99	0.96	0.73	1.00	1.00	0.84	0.96	0.99	0.99	0.89	-0.39	0.97	0.46	0.27	-0.46	0.03	0.86	0.35
Sn Xint	0.58	-0.24	0.40	0.33	0.00	0.00	-0.07	0.28	0.10	0.21	-0.01	0.33	0.16	0.14	-0.05	-0.03	0.07	0.16	-0.07	0.69	0.03	0.77	0.83	0.92	0.95	0.05	0.44
Tl Xint	0.18	-0.56	-0.01	0.24	0.38	0.37	0.46	0.62	0.61	0.63	0.42	0.95	0.70	0.66	0.57	0.42	0.58	0.60	0.23	0.08	0.53	0.59	0.46	0.97	0.68	0.32	0.52
U Xint	-0.60	0.05	-0.86	0.04	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.76	0.97	0.98	0.97	0.99	0.99	0.99	0.95	-0.12	0.99	0.97	0.97	-0.21	0.88	0.94	0.72
V Xint	-0.72	0.13	-0.75	0.00	0.98	0.98	0.93	0.94	0.96	0.93	0.99	0.54	0.92	0.94	0.79	0.98	0.97	0.95	0.99	-0.35	0.98	0.45	0.34	-0.46	0.04	0.96	0.20
W Xint	-0.22	0.08	-0.60	0.15	0.85	0.85	0.91	0.98	0.95	0.94	0.89	0.75	0.98	0.96	0.99	0.89	0.96	0.96	0.77	-0.03	0.92	0.94	1.00	0.07	0.85	0.83	0.81
Zn Xint	0.31	-0.43	0.59	-0.18	-0.66	-0.66	-0.47	-0.64	-0.58	-0.55	-0.66	-0.26	-0.52	-0.54	-0.22	-0.64	-0.59	-0.57	-0.74	0.07	-0.61	-0.39	-0.11	0.30	0.00	-0.75	0.34

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Sn T	Ti T	Ti T	U T	V T	WT	Zn T	HCO3- D	F- D	Cl- D	NO3- D	SO4= D	NO2- D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D	
Fe T	1.00																											
Mn T	0.37	1.00																										
Mo T	-0.25	-0.27	1.00																									
Ni T	-0.24	-0.16	0.99	1.00																								
Pb T	0.98	0.49	-0.33	-0.31	1.00																							
S T	-0.24	-0.04	0.70	0.72	-0.25	1.00																						
Sb T	0.18	0.42	0.57	0.62	0.25	0.77	1.00																					
Se T	-0.41	-0.48	0.99	0.97	-0.46	0.68	0.49	1.00																				
Sn T	0.65	0.67	0.19	0.26	0.70	0.44	0.83	-0.01	1.00																			
Ti T	0.99	0.46	-0.23	-0.21	0.98	-0.21	0.25	-0.40	0.71	1.00																		
Ti T	-0.34	-0.41	0.87	0.81	-0.33	0.65	0.59	0.90	0.07	-0.33	1.00																	
U T	-0.43	0.00	0.99	0.99	-0.59	0.68	0.67	0.98	0.60	-0.11	0.76	1.00																
V T	-0.13	-0.35	0.95	0.93	-0.27	0.54	0.37	0.90	0.11	-0.13	0.69	0.97	1.00															
WT	-0.23	-0.08	0.96	0.96	-0.24	0.52	0.67	1.00	0.51	-0.01	0.96	0.94	0.86	1.00														
Zn T	0.08	0.41	-0.56	-0.47	0.27	-0.23	0.08	-0.44	0.14	0.12	-0.27	-0.55	-0.71	-0.47	1.00													
HCO3- D	-0.57	-0.37	0.92	0.92	-0.64	0.73	0.41	0.95	-0.06	-0.55	0.78	0.99	0.85	0.92	-0.49	1.00												
F- D	0.58	-0.61	1.00	0.99	0.35	0.57	0.58	0.99	0.39	0.81	0.93	0.99	0.91	1.00	-0.54	1.00	1.00											
Cl- D	-0.33	-0.28	0.99	0.97	-0.38	0.71	0.58	1.00	0.15	-0.30	0.92	0.97	0.91	0.98	-0.51	0.93	0.99	1.00										
NO3- D	-0.27	-0.18	0.98	0.97	-0.31	0.76	0.67	0.98	0.27	-0.23	0.93	0.96	0.88	0.97	-0.46	0.90	0.98	0.99	1.00									
SO4= D	-0.37	-0.38	0.99	0.97	-0.46	0.68	0.47	0.99	0.05	-0.36	0.86	0.99	0.94	0.96	-0.59	0.96	0.99	0.99	0.96	1.00								
NO2- D	-0.52	-0.09	0.68	0.73	-0.41	0.70	0.73	0.75	0.10	-0.48	0.88	0.63	0.37	0.77	0.16	0.69	0.61	0.76	0.81	0.66	1.00							
Na D	-0.32	-0.26	0.99	0.97	-0.38	0.74	0.60	1.00	0.18	-0.29	0.92	0.97	0.90	0.97	-0.52	0.93	0.99	1.00	0.99	0.98	0.77	1.00						
Mg D	-0.34	-0.25	0.99	0.98	-0.40	0.74	0.59	1.00	0.17	-0.31	0.91	0.98	0.91	0.97	-0.52	0.94	0.99	1.00	0.99	0.99	0.77	1.00	1.00					
K D	-0.57	-0.06	0.80	0.84	-0.57	0.46	0.39	0.84	-0.04	-0.51	0.68	0.97	0.71	0.99	-0.22	0.86	0.66	0.82	0.81	0.82	0.76	0.81	0.83	1.00				
Ca D	-0.40	-0.42	0.98	0.95	-0.49	0.70	0.44	0.98	0.02	-0.39	0.84	1.00	0.93	0.94	-0.60	0.97	0.99	0.97	0.95	1.00	0.63	0.97	0.98	0.79	1.00			
Sr D	-0.36	-0.36	0.99	0.97	-0.44	0.70	0.50	1.00	0.08	-0.34	0.89	0.99	0.93	0.97	-0.56	0.95	1.00	0.99	0.97	1.00	0.69	0.99	0.99	0.81	0.99	1.00		
Li D	-0.36	-0.33	0.99	0.97	-0.43	0.71	0.53	1.00	0.10	-0.34	0.89	0.99	0.92	0.97	-0.54	0.95	1.00	1.00	0.98	1.00	0.72	0.99	1.00	0.82	0.99	1.00	1.00	
SiO2 D	-0.38	-0.46	0.92	0.90	-0.51	0.59	0.26	0.91	-0.07	-0.38	0.68	0.96	0.96	0.80	-0.73	0.93	0.88	0.89	0.85	0.95	0.40	0.89	0.90	0.74	0.96	0.94	0.93	
Al D	-0.18	-0.47	-0.51	-0.41	-0.10	-0.29	-0.25	0.21	-0.40	-0.21	0.82	-0.63	-0.64	-0.16	0.70	-0.16	0.28	-0.32	-0.37	-0.33	0.98	-0.38	-0.38	-0.02	-0.28	-0.28	-0.29	
As D	-0.30	-0.31	0.97	0.96	-0.41	0.58	0.40	0.95	0.06	-0.28	0.75	0.98	0.98	0.89	-0.66	0.92	0.93	0.95	0.92	0.98	0.53	0.95	0.95	0.82	0.97	0.96	0.96	
Ba D	-0.12	-0.18	0.92	0.91	-0.16	0.88	0.76	0.90	0.41	-0.10	0.88	0.92	0.81	0.90	-0.45	0.82	0.94	0.92	0.95	0.89	0.73	0.94	0.93	0.60	0.89	0.91	0.91	
Cd D	0.72	0.88	0.12	0.27	0.75	0.01	0.54	-0.42	0.85	0.79	-0.75	1.00	0.60	1.00	-0.07	-0.35	-1.00	-0.12	0.08	-0.25	-1.00	-0.06	-0.06	-0.07	-0.33	-0.25	-0.20	
Co D	-0.67	0.13	0.41	0.47	-0.52	0.48	0.52	0.52	-0.07	-0.61	0.63	0.48	0.09	0.64	0.38	0.53	0.21	0.51	0.55	0.42	0.91	0.52	0.53	0.75	0.39	0.45	0.47	
Cr D	0.72	-0.79	0.87	0.84	-0.31	-0.25	0.02	0.82	-0.23	1.00	0.61	0.91	1.00	0.81	-0.77	0.86	0.84	0.81	0.73	0.90	0.25	0.79	0.80	0.87	0.91	0.87	0.85	
Cu D	-0.58	0.33	0.38	0.47	-0.47	0.29	0.39	0.46	0.03	-0.48	0.39	0.70	0.19	0.77	0.29	0.50	-0.04	0.43	0.45	0.38	0.74	0.43	0.45	0.82	0.35	0.39	0.41	
Fe D	1.00	-1.00	-0.55	-0.64	1.00	-0.22	-0.43	1.00	-0.50	1.00	1.00	-1.00	-0.60	-1.00	0.86	-0.53	1.00	-0.53	-0.55	-0.47	1.00	-0.53	-0.57	-0.96	-0.34	-0.40	-0.46	
Mn D	-0.30	0.76	-0.14	-0.06	-0.17	-0.04	0.19	-0.23	0.15	-0.20	-0.21	-0.01	-0.29	0.01	0.33	-0.06	-0.61	-0.11	-0.06	-0.17	0.23	-0.10	-0.08	0.32	-0.21	-0.17	-0.14	
Mo D	-0.29	-0.26	1.00	0.98	-0.35	0.70	0.58	0.99	0.18	-0.26	0.90	0.98	0.93	0.97	-0.54	0.92	0.99	1.00	0.99	0.99	0.72	1.00	1.00	0.82	0.98	0.99	0.99	
Ni D	-0.50	-0.16	0.93	0.95	-0.51	0.74	0.60	0.96	0.12	-0.45	0.85	0.96	0.80	0.96	-0.33	0.96	0.93	0.95	0.95	0.94	0.87	0.95	0.96	0.92	0.93	0.94	0.95	
Pb D	-0.41	0.34	0.99	0.97	-0.38	0.98	1.00	1.00	1.00	-0.43	1.00	1.00	0.98	1.00	-0.82	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.98	0.14	1.00	1.00	1.00	
S D	-0.23	0.00	0.69	0.71	-0.21	1.00	0.82	0.68	0.47	-0.19	0.68	0.66	0.50	0.54	-0.17	0.70	0.58	0.71	0.76	0.66	0.75	0.74	0.73	0.46	0.68	0.69	0.70	
Sb D	0.35	0.43	0.55	0.61	0.39	0.72	0.98	0.44	0.90	0.42	0.50	0.74	0.41	0.72	0.00	0.35	0.68	0.54	0.64	0.44	0.57	0.56	0.55	0.30	0.41	0.47	0.49	
Se D	0.56	-0.61	1.00	1.00	0.25	0.47	0.51	0.99	0.30	0.79	0.91	1.00	0.94	0.99	-0.57	0.99	0.99	0.99	0.97	1.00	0.57	0.99	0.99	0.72	0.99	1.00	1.00	
Sn D	-0.51	0.48	0.17	0.24	-0.27	0.81	0.78	0.01	0.87	-0.45	0.00	0.19	-0.01	-0.11	0.11	0.30	-0.29	0.18	0.27	0.14	0.24	0.23	0.24	0.08	0.17	0.16	0.19	
Ti D	-0.49	-0.29	0.91	0.93	-0.51	0.74	0.55	0.97	0.07	-0.46	0.86	0.93	0.79	0.98	-0.26	0.96	0.97	0.93	0.92	0.93	0.84	0.93	0.94	0.88	0.93	0.94	0.94	

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Sn T	Ti T	Tl T	U T	VT	WT	Zn T	HCO3- D	F- D	Cl- D	NO3- D	SO4= D	NO2- D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D
Tl D	-0.40	-0.87	0.90	0.81	-0.51	0.87	0.33	0.92	-0.30	-0.44	0.99	1.00	0.88	0.98	-0.94	0.87	1.00	0.92	0.89	0.93	0.83	0.92	0.91	0.61	0.94	0.93	0.92
U D	0.38	-0.48	1.00	0.99	0.10	0.16	0.42	0.98	0.18	0.89	0.88	1.00	0.94	0.98	-0.45	0.99	0.99	0.98	0.94	1.00	0.62	0.97	0.97	0.99	1.00	0.99	0.99
V D	-0.31	-0.40	0.96	0.94	-0.43	0.56	0.33	0.94	0.00	-0.30	0.74	0.97	0.98	0.88	-0.69	0.92	0.92	0.94	0.90	0.98	0.47	0.93	0.94	0.79	0.97	0.96	0.96
Zn D	0.29	0.45	-0.58	-0.49	0.46	-0.23	0.13	-0.50	0.28	0.32	-0.33	-0.54	-0.70	-0.48	0.98	-0.57	-0.52	-0.55	-0.48	-0.63	0.02	-0.55	-0.56	-0.34	-0.64	-0.60	-0.58
HCO3- Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
F- Xss	0.49	-0.53	0.99	1.00	0.38	0.55	0.62	1.00	0.42	0.74	0.96	0.98	0.88	1.00	-0.46	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.67	1.00	1.00	0.73	0.97	0.99	1.00
Cl- Xss	-0.34	-0.30	0.99	0.97	-0.40	0.71	0.55	1.00	0.13	-0.32	0.90	0.98	0.92	0.97	-0.54	0.94	1.00	1.00	0.99	0.99	0.73	1.00	1.00	0.82	0.98	1.00	1.00
NO3- Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
SO4= Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
NO2- Xss	-0.35	-0.36	1.00	1.00	-0.41	0.70	0.55	1.00	0.08	-0.34	0.96	0.98	0.91	0.97	-0.62	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.97	0.99	1.00
Na Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Mg Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
K Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Ca Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Sr Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Li Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
SiO2 Xss	-0.35	-0.29	0.99	0.97	-0.41	0.72	0.57	1.00	0.14	-0.33	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.94	0.99	1.00	0.99	0.99	0.76	1.00	1.00	0.82	0.98	0.99	1.00
Al Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
As Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Ba Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Cd Xss	-0.47	0.24	0.98	0.88	-0.44	0.93	0.74	0.99	0.31	-0.42	0.84	0.97	0.73	1.00	-0.05	0.89	1.00	1.00	0.99	0.98	0.95	1.00	1.00	0.52	0.96	0.98	0.98
Ce Xss	-0.35	-0.33	1.00	0.97	-0.40	0.96	0.61	1.00	0.10	-0.30	0.92	0.98	0.96	0.98	-0.62	0.93	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	1.00	1.00	0.95	0.98	0.99	1.00
Co Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Cr Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Cu Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Fe Xss	-0.40	-0.25	0.98	0.97	-0.45	0.75	0.58	1.00	0.14	-0.37	0.91	0.98	0.89	0.95	-0.51	0.95	0.99	0.99	0.99	0.98	0.79	0.99	1.00	0.84	0.97	0.99	0.99
Mn Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Mo Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Ni Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Pb Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
S Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Sb Xss	0.68	0.33	0.50	0.52	0.63	0.35	0.69	0.30	0.83	0.71	0.31	0.98	0.53	0.97	-0.28	0.17	0.99	0.44	0.51	0.38	0.07	0.45	0.44	0.14	0.33	0.39	0.40
Se Xss	-0.34	-0.46	0.99	0.97	-0.39	0.68	0.53	1.00	0.06	-0.33	0.92	0.97	0.90	1.00	-0.43	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.97	0.99	1.00
Sn Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Tl Xss	-0.36	-0.46	0.99	0.97	-0.41	0.68	0.52	1.00	0.04	-0.35	0.92	0.97	0.90	1.00	-0.44	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.82	0.98	1.00	1.00
U Xss	-0.44	0.06	0.99	0.98	-0.47	0.70	0.74	1.00	0.65	-0.12	0.89	0.98	0.92	0.97	-0.50	0.96	1.00	1.00	1.00	0.99	0.77	1.00	1.00	0.96	0.98	1.00	1.00
V Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
W Xss	-0.41	0.03	1.00	1.00	-0.43	0.64	0.70	1.00	0.59	-0.23	0.96	0.98	0.91	0.97	-0.60	0.98	1.00	1.00	0.99	0.99	0.77	1.00	1.00	0.98	0.99	1.00	1.00
Zn Xss	-0.31	-0.27	0.99	0.97	-0.37	0.72	0.59	1.00	0.17	-0.29	0.92	0.98	0.91	0.97	-0.53	0.93	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	1.00	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00
Mg Xsp	0.99	0.45	-0.21	-0.19	0.98	-0.18	0.27	-0.38	0.72	1.00	-0.32	0.04	-0.11	0.08	0.11	-0.53	0.80	-0.29	-0.21	-0.34	-0.47	-0.28	-0.30	-0.50	-0.37	-0.33	-0.33
K Xsp	0.99	0.40	-0.18	-0.15	0.97	-0.17	0.27	-0.34	0.71	1.00	-0.29	0.24	-0.07	0.17	0.09	-0.49	0.79	-0.25	-0.19	-0.30	-0.47	-0.24	-0.26	-0.48	-0.33	-0.29	-0.29
Ca Xsp	0.76	0.03	0.36	0.36	0.65	0.09	0.32	0.19	0.57	0.76	0.09	0.83	0.52	0.72	-0.34												

Continuación

	Fe T	Mn T	Mo T	Ni T	Pb T	S T	Sb T	Se T	Sn T	Ti T	Tl T	U T	VT	WT	Zn T	HCO3- D	F- D	Cl- D	NO3- D	SO4= D	NO2- D	Na D	Mg D	K D	Ca D	Sr D	Li D
Al Xsp	0.99	0.41	-0.21	-0.18	0.98	-0.18	0.26	-0.36	0.71	1.00	-0.30	0.04	-0.10	0.02	0.12	-0.52	0.77	-0.28	-0.21	-0.33	-0.47	-0.27	-0.29	-0.51	-0.36	-0.31	-0.31
As Xsp	0.97	0.29	-0.07	-0.04	0.93	-0.11	0.28	-0.21	0.69	0.97	-0.19	0.51	0.06	0.43	0.03	-0.38	0.81	-0.15	-0.09	-0.18	-0.44	-0.14	-0.16	-0.41	-0.21	-0.17	-0.18
Ba Xsp	0.99	0.43	-0.22	-0.19	0.97	-0.19	0.24	-0.39	0.70	1.00	-0.34	0.01	-0.10	-0.30	0.09	-0.53	0.53	-0.30	-0.23	-0.34	-0.52	-0.29	-0.31	-0.51	-0.37	-0.33	-0.33
Cd Xsp	0.98	0.31	-0.23	-0.14	0.99	-0.09	0.32	-0.56	0.72	0.98	-0.57	-0.02	0.28	-1.00	-0.04	-0.66	1.00	-0.44	-0.26	-0.53	-0.84	-0.38	-0.41	-0.67	-0.53	-0.49	-0.48
Co Xsp	0.99	0.49	-0.26	-0.23	0.99	-0.19	0.28	-0.43	0.74	1.00	-0.34	-0.56	-0.17	-0.33	0.15	-0.57	0.52	-0.33	-0.25	-0.39	-0.46	-0.31	-0.34	-0.54	-0.42	-0.37	-0.37
Cr Xsp	0.94	0.25	0.02	0.04	0.88	0.01	0.34	-0.13	0.72	0.94	-0.15	0.68	0.14	0.67	-0.02	-0.28	0.76	-0.07	-0.01	-0.10	-0.43	-0.06	-0.08	-0.36	-0.12	-0.09	-0.09
Cu Xsp	0.99	0.49	-0.27	-0.24	0.99	-0.20	0.26	-0.44	0.72	1.00	-0.36	-0.61	-0.17	-0.55	0.15	-0.57	0.41	-0.34	-0.26	-0.39	-0.49	-0.33	-0.35	-0.54	-0.43	-0.38	-0.38
Fe Xsp	1.00	0.30	-0.24	-0.24	0.96	-0.21	0.17	-0.39	0.63	0.98	-0.31	-0.46	-0.11	-0.27	0.05	-0.55	0.57	-0.31	-0.25	-0.35	-0.51	-0.30	-0.32	-0.59	-0.37	-0.34	-0.34
Mn Xsp	0.99	0.47	-0.28	-0.26	0.99	-0.22	0.24	-0.45	0.70	1.00	-0.36	-0.69	-0.18	-0.48	0.15	-0.59	0.48	-0.35	-0.28	-0.41	-0.49	-0.34	-0.36	-0.56	-0.44	-0.39	-0.39
Mo Xsp	0.98	0.32	-0.16	-0.13	0.95	-0.17	0.25	-0.28	0.68	0.98	-0.24	0.17	-0.04	0.07	0.13	-0.46	0.82	-0.23	-0.17	-0.27	-0.45	-0.22	-0.24	-0.46	-0.30	-0.26	-0.26
Ni Xsp	0.97	0.33	-0.05	-0.02	0.92	-0.06	0.32	-0.22	0.73	0.97	-0.21	0.69	0.07	0.62	0.00	-0.36	0.76	-0.13	-0.07	-0.17	-0.46	-0.12	-0.14	-0.40	-0.20	-0.16	-0.16
Pb Xsp	0.99	0.37	-0.21	-0.18	0.96	-0.19	0.22	-0.35	0.67	0.99	-0.33	0.00	-0.09	-0.38	0.12	-0.51	0.49	-0.29	-0.23	-0.33	-0.53	-0.29	-0.30	-0.51	-0.36	-0.32	-0.32
Sb Xsp	0.97	0.56	-0.24	-0.21	0.97	-0.19	0.28	-0.44	0.75	0.99	-0.37	0.45	-0.15	0.34	0.11	-0.55	0.78	-0.31	-0.23	-0.37	-0.49	-0.30	-0.31	-0.49	-0.41	-0.36	-0.35
Ti Xsp	0.99	0.46	-0.23	-0.21	0.98	-0.21	0.25	-0.40	0.71	1.00	-0.33	-0.11	-0.13	-0.01	0.12	-0.55	0.81	-0.30	-0.23	-0.36	-0.48	-0.29	-0.31	-0.51	-0.39	-0.34	-0.34
Tl Xsp	0.97	0.29	-0.04	-0.02	0.92	-0.08	0.32	-0.19	0.75	0.96	-0.17	0.95	0.09	0.80	0.01	-0.37	0.82	-0.13	-0.07	-0.17	-0.43	-0.12	-0.14	-0.41	-0.19	-0.15	-0.16
V Xsp	1.00	0.45	-0.25	-0.23	0.98	-0.22	0.24	-0.42	0.70	1.00	-0.34	-0.44	-0.15	-0.20	0.11	-0.57	0.67	-0.32	-0.25	-0.37	-0.49	-0.31	-0.33	-0.54	-0.41	-0.36	-0.36
W Xsp	0.57	-0.80	0.55	0.51	0.00	-0.32	-0.09	0.80	-0.31	0.63	0.59	0.53	0.66	0.64	-0.35	0.43	0.82	0.53	0.46	0.57	0.22	0.49	0.48	0.66	0.54	0.56	0.54
Zn Xsp	0.98	0.44	-0.17	-0.13	0.96	-0.16	0.27	-0.33	0.72	0.99	-0.32	0.31	-0.06	-0.09	0.11	-0.47	0.63	-0.25	-0.19	-0.30	-0.51	-0.24	-0.26	-0.45	-0.33	-0.29	-0.29
HCO3- Xint	-0.57	-0.40	0.91	0.91	-0.64	0.72	0.39	0.94	-0.07	-0.55	0.75	0.99	0.85	0.91	-0.48	1.00	0.99	0.91	0.88	0.95	0.66	0.92	0.93	0.85	0.96	0.94	0.94
F- Xint	0.68	-0.72	0.98	0.97	0.26	0.54	0.48	0.97	0.29	0.88	0.88	1.00	0.95	0.99	-0.65	1.00	0.99	0.96	0.94	0.99	0.49	0.97	0.97	0.59	1.00	0.99	0.98
NO3- Xint	-0.29	-0.23	0.99	0.98	-0.36	0.76	0.60	0.99	0.21	-0.26	0.87	0.99	0.93	0.94	-0.55	0.94	1.00	0.99	0.99	0.98	0.72	0.99	0.99	0.80	0.98	0.99	0.99
SO4= Xint	-0.39	-0.44	0.95	0.93	-0.51	0.65	0.34	0.95	-0.03	-0.39	0.74	0.98	0.96	0.86	-0.68	0.96	0.94	0.93	0.90	0.98	0.50	0.93	0.94	0.77	0.99	0.97	0.96
NO2- Xint	-0.43	0.19	0.72	0.76	-0.38	0.81	0.77	0.73	0.34	-0.37	0.84	0.76	0.49	0.74	-0.27	0.72	0.56	0.76	0.81	0.69	0.99	0.78	0.79	0.72	0.67	0.71	0.73
Mg Xint	-0.72	-0.21	0.62	0.64	-0.80	0.55	0.11	0.62	-0.24	-0.69	0.33	0.75	0.59	0.36	-0.48	0.83	0.21	0.60	0.57	0.68	0.35	0.62	0.64	0.73	0.71	0.65	0.66
K Xint	-0.62	0.06	0.53	0.59	-0.59	0.18	0.17	0.60	-0.19	-0.55	0.42	0.88	0.45	0.94	0.00	0.65	0.15	0.55	0.53	0.55	0.59	0.53	0.56	0.93	0.53	0.54	0.55
Ca Xint	-0.42	-0.46	0.95	0.93	-0.53	0.69	0.36	0.95	-0.04	-0.42	0.77	0.99	0.94	0.88	-0.65	0.97	0.96	0.94	0.90	0.98	0.55	0.94	0.95	0.77	0.99	0.97	0.97
Sr Xint	-0.35	-0.42	0.98	0.96	-0.44	0.67	0.44	0.98	0.04	-0.34	0.84	0.99	0.95	0.95	-0.61	0.95	0.99	0.98	0.95	1.00	0.62	0.98	0.98	0.79	1.00	1.00	0.99
Li Xint	-0.32	-0.36	0.99	0.97	-0.41	0.72	0.50	0.99	0.11	-0.30	0.85	1.00	0.95	0.95	-0.59	0.95	0.99	0.98	0.96	1.00	0.64	0.98	0.98	0.78	0.99	0.99	0.99
SiO2 Xint	0.00	-0.28	0.91	0.89	-0.63	0.56	0.41	0.86	0.36	0.05	0.56	0.94	0.98	0.76	-0.77	0.92	0.85	0.86	0.83	0.93	0.11	0.87	0.88	0.68	0.94	0.91	0.90
Al Xint	1.00	0.42	-0.26	-0.25	0.97	-0.29	0.17	-0.43	0.64	0.99	-0.36	-0.31	-0.14	-0.08	0.08	-0.58	0.54	-0.33	-0.27	-0.38	-0.52	-0.33	-0.35	-0.54	-0.42	-0.37	-0.37
As Xint	-0.44	-0.29	0.96	0.95	-0.53	0.60	0.39	0.97	-0.01	-0.42	0.79	0.99	0.93	0.91	-0.61	0.96	0.94	0.95	0.93	0.98	0.63	0.95	0.96	0.88	0.97	0.97	0.97
Ba Xint	0.06	-0.13	0.90	0.88	0.00	0.81	0.76	0.85	0.51	0.08	0.82	0.95	0.84	0.92	-0.52	0.74	0.96	0.88	0.91	0.85	0.60	0.90	0.89	0.52	0.84	0.87	0.87
Cd Xint	0.02	0.90	0.74	0.81	0.07	0.54	0.78	0.49	0.69	0.12	-0.04	0.96	0.87	1.00	-0.08	0.42	-1.00	0.61	0.72	0.51	0.84	0.64	0.66	0.52	0.41	0.49	0.54
Ce Xint	1.00	0.99	-0.27	-0.21	0.99	-0.19	0.54	-0.46	0.91	1.00	-0.37	-0.23	-0.25	0.04	0.33	-0.56	1.00	-0.32	-0.22	-0.41	-0.33	-0.31	-0.32	-0.45	-0.46	-0.39	-0.38
Co Xint	0.01	0.58	0.62	0.70	0.05	0.59	0.82	0.53	0.68	0.11	0.46	0.89	0.49	0.82	-0.08	0.51	0.44	0.61	0.68	0.53	0.84	0.63	0.63	0.66	0.49	0.54	0.57
Cr Xint	-0.15	-0.43	0.93	0.89	-0.30	0.48	0.28	0.88	0.03	-0.16	0.68	0.94	0.99	0.83	-0.75	0.84	0.88	0.88	0.84	0.93	0.32	0.88	0.88	0.67	0.93	0.92	0.90
Cu Xint	-0.27	0.55	0.37	0.48	-0.15	0.29	0.56	0.39	0.34	-0.16	0.33	0.72	0.20	0.79	0.33	0.39	0.02	0.40	0.45	0.32	0.71	0.40	0.42	0.74	0.28	0.33	0.36
Mn Xint	0.09	0.96	-0.20	-0.10	0.22	0.03	0.39	-0.38	0.51	0.19	-0.33	0.04	-0.33	-0.05	0.40	-0.22	-0.61	-0.20	-0.11	-0.29	0.08	-0.18	-0.16	0.11	-0.33	-0.28	-0.25
Mo Xint	-0.26	-0.27	1.00	0.99	-0.34	0.70	0.56	0.99	0.19	-0.24	0.87	0.99	0.95	0.96	-0.57	0.92	1.00	0.99	0.98	0.99	0.68	0.99	0.99	0.81	0.98	0.99	0.99
Ni Xint	-0.33	-0.19	0.98	1.00	-0.39	0.72	0.59	0.98	0.20	-0.29	0.83	0.99	0.91	0.96	-0.46	0.95	0.99	0.97	0.97	0.97	0.75	0.98	0.98	0.88	0.96	0.97	0.98
Pb Xint	0.96	0.51	-0.35	-0.33	1.00	-0.25	0.26	-0.48	0.69	0.97	-0.32	-0.60	-0.30	-0.21	0.29	-0.66	0.18	-0.40	-0.32	-0.48	-0.38	-0.39	-0.41	-0.58	-0.51	-0.45	-0.45
S Xint	-0.23	-0.01	0.64	0.67	-0.22	1.00	0.77	0.62	0.45	-0.19	0.60	0.62	0.48	0.45	-0.19	0.68	0.50	0.65	0.70	0.62	0.66	0.68	0.68	0.41	0.65	0.64	0.66
Sb Xint	-0.43	0.35	0.67	0.72	-0.09	0.88	1.00	0.68	0.97	-0.20	0.75	0.66	0.43	0.66	0.05	0.70	0.56	0.72	0.79	0.63	0.95	0.74	0.74	0.63	0.63	0.67	0.69
Se Xint	-0.41	-0.48	0.99	0.97	-0.46	0.68	0.49	1.00	-0.01	-0.40	0.90	0.98	0.90	1.00	-0.44	0.95	0.99	1.00	0.98	0.99	0.75	1.00	1.00	0.84	0.98	1.00	1.00
Sn Xint	0.65	0.67	0.18	0.26	0.70	0.43	0.82	-0.02	1.00	0.72	0.06	0.59	0.11	0.50	0.14	-0.06	0.38	0.14	0.26	0.04	0.09	0.17	0.16	-0.05	0.01	0.07	0.09
Tl Xint	-0.11	0.09	0.62	0.59	0.50	0.47	0.78	0.68	0.61	0.19	0.91	0.55	0.37	0.88	0.17	0.50	0.72	0.72	0.75	0.59	0.98	0.71	0.69	0.58	0.54	0.63	0.65
U Xint	-0.42	-0.01	0.99	0.99	-0.60	0.68	0.66	0.97	0.60	-0.10	0.74	1.00	0.97	0.93	-0.55	0.99	0.98	0.97	0.95	0.99	0.61	0.97	0.98	0.97	1.00	0.99	0.98
V Xint	-0.37	-0.4																									

Continuación

	SiO2 D	Al D	As D	Ba D	Cd D	Co D	Cr D	Cu D	Fe D	Mn D	Mo D	Ni D	Pb D	S D	Sb D
SiO2 D	1.00														
Al D	-0.45	1.00													
As D	0.97	-0.61	1.00												
Ba D	0.78	-0.35	0.82	1.00											
Cd D	-0.26	-0.65	0.18	0.11	1.00										
Co D	0.19	0.97	0.30	0.40	-0.93	1.00									
Cr D	1.00	-1.00	0.98	0.53	0.07	1.00									
Cu D	0.25	0.09	0.36	0.24	-0.01	0.93	0.28	1.00							
Fe D	-0.59	0.94	-0.87	-0.19	-0.99	-1.00	0.07	-0.94	1.00						
Mn D	-0.24	-0.32	-0.13	-0.21	0.30	0.59	-0.77	0.72	-0.96	1.00					
Mo D	0.91	-0.44	0.96	0.92	0.03	0.47	0.84	0.41	-0.57	-0.11	1.00				
Ni D	0.84	-0.14	0.89	0.85	-0.13	0.73	0.68	0.66	-0.74	0.12	0.94	1.00			
Pb D	0.98	-0.70	0.81	0.97	0.31	-1.00	0.07	0.08	-0.42	0.16	0.98	0.92	1.00		
S D	0.54	-0.25	0.55	0.88	0.01	0.53	-0.21	0.32	-0.22	-0.01	0.70	0.74	0.98	1.00	
Sb D	0.27	-0.33	0.40	0.75	0.67	0.30	0.09	0.24	-0.39	0.08	0.55	0.52	1.00	0.76	1.00
Se D	0.90	0.24	0.97	0.88	-1.00	0.19	0.89	0.00	1.00	-0.58	1.00	0.92	1.00	0.47	0.60
Sn D	0.08	-0.55	0.05	0.44	0.44	0.38	-1.00	0.28	-0.41	0.31	0.18	0.34	1.00	0.82	0.73
Ti D	0.83	0.14	0.86	0.84	-0.30	0.66	0.68	0.60	-0.27	-0.03	0.92	0.98	0.99	0.74	0.48
Tl D	0.93	0.88	0.88	0.90	-0.93	0.38	0.07	0.11	0.07	-0.57	0.90	0.80	0.07	0.87	0.23
U D	0.90	1.00	0.97	0.83	0.07	0.46	0.92	0.64	0.07	-0.45	0.99	0.92	0.07	0.20	0.48
V D	0.98	-0.50	0.99	0.81	-0.07	0.24	0.99	0.30	-0.75	-0.21	0.95	0.86	0.91	0.53	0.34
Zn D	-0.77	0.64	-0.69	-0.43	0.17	0.17	-0.78	0.14	0.96	0.23	-0.57	-0.41	-0.65	-0.17	0.09
HCO3- Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
F- Xss	0.84	0.59	0.92	0.92	-1.00	0.30	0.81	0.07	1.00	-0.51	1.00	0.96	1.00	0.56	0.70
Cl- Xss	0.92	-0.37	0.96	0.92	-0.12	0.48	0.84	0.41	-0.53	-0.12	1.00	0.95	0.99	0.70	0.52
NO3- Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
SO4= Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
NO2- Xss	0.89	-0.41	0.95	0.93	-0.19	0.50	0.81	0.36	-0.53	-0.14	1.00	0.95	0.99	0.70	0.51
Na Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Mg Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
K Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Ca Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Sr Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Li Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
SiO2 Xss	0.91	-0.34	0.95	0.92	-0.15	0.51	0.81	0.43	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.53
Al Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
As Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Ba Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Cd Xss	0.97	-0.39	0.89	0.86	-0.06	0.74	0.07	0.48	-0.53	0.41	0.99	0.90	0.99	0.93	0.57
Ce Xss	0.92	-0.68	0.97	0.98	-0.11	0.98	1.00	0.81	0.07	-0.26	1.00	0.98	0.07	0.98	0.53
Co Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Cr Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Cu Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Fe Xss	0.90	-0.37	0.95	0.92	-0.11	0.57	0.78	0.48	-0.63	-0.03	0.99	0.97	0.97	0.74	0.53
Mn Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Mo Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Ni Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Pb Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
S Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Sb Xss	0.29	-0.47	0.43	0.58	0.90	-0.24	0.81	-0.09	-0.53	-0.16	0.48	0.29	0.99	0.36	0.82
Se Xss	0.89	0.23	0.94	0.92	-0.35	0.50	0.81	0.43	1.00	-0.26	1.00	0.95	1.00	0.68	0.49
Sn Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
Tl Xss	0.89	0.24	0.94	0.92	-0.39	0.50	0.81	0.43	1.00	-0.26	1.00	0.95	1.00	0.68	0.48
U Xss	0.89	-0.59	0.95	0.96	0.98	0.64	0.81	0.74	-1.00	0.08	1.00	0.98	1.00	0.70	0.80
V Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55
W Xss	0.87	-0.68	0.94	0.95	1.00	0.64	0.81	0.71	-1.00	0.14	1.00	0.99	1.00	0.64	0.77
Zn Xss	0.90	-0.39	0.95	0.93	-0.06	0.50	0.81	0.41	-0.53	-0.11	1.00	0.95	0.99	0.72	0.55

Continuación

	SiO2 D	Al D	As D	Ba D	Cd D	Co D	Cr D	Cu D	Fe D	Mn D	Mo D	Ni D	Pb D	S D	Sb D
Mg Xsp	-0.36	-0.21	-0.27	-0.07	0.79	-0.61	0.98	-0.49	0.99	-0.22	-0.24	-0.43	-0.27	-0.17	0.44
K Xsp	-0.32	-0.18	-0.23	-0.04	0.76	-0.63	1.00	-0.50	1.00	-0.27	-0.21	-0.41	-0.33	-0.16	0.44
Ca Xsp	0.29	-0.24	0.35	0.36	0.74	-0.63	0.98	-0.38	0.99	-0.50	0.31	0.06	-0.30	0.07	0.50
Sr Xsp	-0.09	-0.24	0.00	0.12	0.78	-0.66	0.99	-0.47	0.98	-0.35	-0.01	-0.24	-0.24	-0.06	0.50
Li Xsp	-0.27	-0.18	-0.18	0.00	0.76	-0.64	0.99	-0.50	0.98	-0.30	-0.17	-0.37	-0.22	-0.12	0.46
SiO2 Xsp	-0.21	0.10	-0.15	0.05	0.50	-0.63	0.99	-0.59	0.99	-0.58	-0.11	-0.34	-0.30	-0.11	0.37
Al Xsp	-0.35	-0.17	-0.26	-0.06	0.76	-0.62	0.99	-0.50	0.99	-0.26	-0.24	-0.43	-0.28	-0.16	0.43
As Xsp	-0.20	-0.13	-0.11	0.05	0.72	-0.66	0.99	-0.50	0.99	-0.38	-0.10	-0.32	-0.29	-0.10	0.46
Ba Xsp	-0.35	-0.22	-0.26	-0.08	0.78	-0.66	0.60	-0.51	0.99	-0.25	-0.25	-0.45	-0.31	-0.18	0.41
Cd Xsp	-0.60	-0.20	-0.41	0.08	0.71	-0.99	∞	-0.62	0.94	-0.45	-0.33	-0.57	-0.09	-0.09	0.52
Co Xsp	-0.42	-0.23	-0.32	-0.10	0.80	-0.59	-0.51	-0.48	0.93	-0.18	-0.29	-0.47	-0.04	-0.17	0.43
Cr Xsp	-0.10	-0.16	-0.03	0.15	0.72	-0.67	1.00	-0.49	0.91	-0.42	-0.02	-0.23	0.01	0.01	0.52
Cu Xsp	-0.42	-0.23	-0.32	-0.12	0.80	-0.61	-0.98	-0.49	0.97	-0.18	-0.30	-0.47	-0.18	-0.18	0.42
Fe Xsp	-0.35	-0.16	-0.29	-0.09	0.67	-0.69	0.68	-0.63	0.98	-0.38	-0.27	-0.49	-0.23	-0.20	0.35
Mn Xsp	-0.43	-0.21	-0.33	-0.13	0.78	-0.61	-0.90	-0.51	0.99	-0.19	-0.31	-0.49	-0.32	-0.20	0.40
Mo Xsp	-0.29	-0.07	-0.21	-0.03	0.71	-0.64	1.00	-0.49	1.00	-0.35	-0.19	-0.38	-0.41	-0.15	0.42
Ni Xsp	-0.18	-0.21	-0.09	0.08	0.76	-0.67	0.98	-0.49	0.93	-0.34	-0.09	-0.30	-0.05	-0.06	0.50
Pb Xsp	-0.33	-0.14	-0.25	-0.09	0.75	-0.69	0.53	-0.52	1.00	-0.30	-0.25	-0.44	-0.39	-0.18	0.39
Sb Xsp	-0.39	-0.31	-0.28	-0.10	0.86	-0.59	0.99	-0.43	0.99	-0.09	-0.27	-0.44	-0.27	-0.18	0.44
Ti Xsp	-0.38	-0.21	-0.28	-0.10	0.79	-0.61	1.00	-0.48	1.00	-0.20	-0.26	-0.45	-0.43	-0.19	0.42
Tl Xsp	-0.18	-0.54	-0.10	0.09	0.81	-0.65	1.00	-0.51	1.00	-0.43	-0.08	-0.31	1.00	-0.07	0.51
V Xsp	-0.39	-0.21	-0.30	-0.11	0.77	-0.63	0.93	-0.52	1.00	-0.22	-0.28	-0.47	-0.32	-0.20	0.40
W Xsp	0.55	0.68	0.61	0.25	-1.00	0.04	1.00	0.22	1.00	-0.76	0.54	0.41	-1.00	-0.29	-0.05
Zn Xsp	-0.30	-0.20	-0.21	-0.05	0.80	-0.65	0.81	-0.46	1.00	-0.23	-0.21	-0.39	-0.37	-0.15	0.45
HCO3- Xint	0.93	-0.13	0.91	0.81	-0.37	0.50	0.88	0.49	-0.45	-0.08	0.91	0.94	1.00	0.70	0.33
F- Xint	0.93	-0.12	0.95	0.91	-1.00	0.07	0.90	-0.17	1.00	-0.70	0.97	0.87	1.00	0.53	0.59
NO3- Xint	0.92	-0.50	0.96	0.94	0.08	0.46	0.82	0.40	-0.55	-0.10	0.99	0.95	0.99	0.75	0.58
SO4= Xint	0.99	-0.39	0.98	0.83	-0.27	0.27	0.99	0.30	-0.46	-0.22	0.94	0.88	1.00	0.61	0.33
NO2- Xint	0.53	-0.42	0.62	0.77	0.02	0.92	0.14	0.65	-0.79	0.41	0.75	0.85	0.89	0.83	0.67
Mg Xint	0.77	-0.36	0.70	0.47	-0.23	0.42	0.39	0.51	-0.92	0.22	0.61	0.73	0.73	0.50	0.04
K Xint	0.50	0.10	0.59	0.26	-0.07	0.74	0.94	0.91	-0.73	0.52	0.54	0.72	-0.32	0.19	0.07
Ca Xint	0.98	-0.32	0.96	0.85	-0.36	0.31	0.96	0.30	-0.32	-0.24	0.95	0.89	1.00	0.65	0.34
Sr Xint	0.96	-0.31	0.97	0.89	-0.28	0.36	0.92	0.33	-0.32	-0.23	0.98	0.92	1.00	0.65	0.43
Li Xint	0.95	-0.37	0.97	0.91	-0.12	0.37	0.89	0.34	-0.34	-0.21	0.99	0.92	1.00	0.70	0.49
SiO2 Xint	1.00	-0.74	0.97	0.78	0.65	-0.30	0.99	0.10	-0.68	-0.27	0.89	0.79	0.95	0.51	0.52
Al Xint	-0.39	-0.19	-0.30	-0.15	0.76	-0.65	0.81	-0.53	0.91	-0.23	-0.29	-0.50	-0.75	-0.28	0.34
As Xint	0.96	-0.47	0.99	0.80	-0.10	0.46	0.96	0.48	-0.92	-0.02	0.96	0.93	0.74	0.58	0.36
Ba Xint	0.76	-0.50	0.81	0.98	0.37	0.22	0.66	0.13	-0.20	-0.26	0.89	0.77	0.97	0.81	0.78
Cd Xint	0.53	-0.78	0.85	0.52	0.66	0.99	∞	0.54	-0.94	0.75	0.71	0.61	0.69	0.54	0.74
Ce Xint	-0.48	-0.32	-0.34	-0.12	1.00	-0.42	1.00	-0.39	∞	0.63	-0.29	-0.40	∞	-0.14	0.63
Co Xint	0.41	-0.53	0.56	0.62	0.69	0.81	0.36	0.65	-0.96	0.53	0.62	0.69	0.66	0.61	0.80
Cr Xint	0.96	-0.56	0.97	0.77	0.47	0.05	1.00	0.14	-0.47	-0.34	0.91	0.76	1.00	0.44	0.33
Cu Xint	0.17	-0.02	0.33	0.28	0.35	0.88	0.30	0.94	-0.95	0.73	0.40	0.60	0.13	0.33	0.47
Mn Xint	-0.37	-0.45	-0.23	-0.16	0.68	0.38	-0.79	0.53	-1.00	0.91	-0.19	-0.02	0.34	0.06	0.35
Mo Xint	0.93	-0.50	0.97	0.92	0.10	0.42	0.88	0.38	-0.56	-0.14	1.00	0.93	0.99	0.69	0.55
Ni Xint	0.91	-0.35	0.96	0.89	0.12	0.53	0.84	0.51	-0.68	-0.02	0.98	0.97	0.95	0.71	0.56
Pb Xint	-0.55	-0.09	-0.44	-0.18	0.75	-0.49	-0.34	-0.45	1.00	-0.14	-0.37	-0.52	-0.38	-0.22	0.39
S Xint	0.53	-0.28	0.52	0.84	0.02	0.45	-0.37	0.27	-0.21	-0.03	0.65	0.70	0.98	0.99	0.72
Sb Xint	0.41	-0.16	0.51	0.82	0.52	0.79	0.01	0.59	-0.45	0.23	0.70	0.83	1.00	0.92	0.99
Se Xint	0.91	0.21	0.95	0.90	-0.42	0.52	0.82	0.46	1.00	-0.23	0.99	0.96	1.00	0.68	0.44
Sn Xint	-0.08	-0.40	0.05	0.41	0.85	-0.07	-0.24	0.03	-0.50	0.15	0.17	0.12	1.00	0.47	0.90
Tl Xint	0.27	0.90	0.45	0.69	-0.03	0.83	0.45	0.49	1.00	0.07	0.67	0.70	1.00	0.54	0.74
U Xint	0.96	-0.62	0.98	0.92	1.00	0.46	0.92	0.70	-1.00	-0.01	0.98	0.96	1.00	0.66	0.74
V Xint	0.99	-0.41	0.99	0.78	-0.27	0.24	1.00	0.30	-0.74	-0.22	0.93	0.86	0.92	0.51	0.28
W Xint	0.79	-0.18	0.89	0.91	1.00	0.65	0.80	0.78	-1.00	0.03	0.97	0.97	1.00	0.56	0.74
Zn Xint	-0.73	0.71	-0.66	-0.45	-0.11	0.40	-0.77	0.30	0.85	0.34	-0.54	-0.32	-0.83	-0.17	-0.01

Continuación

	Se D	Sn D	Ti D	Tl D	U D	V D	Zn D	HCO3- Xss	F- Xss	Cl- Xss	NO3- Xss	SO4= Xss	NO2- Xss	Na Xss	Mg Xss	K Xss	Ca Xss	Sr Xss	Li Xss	SiO2 Xss	Al Xss	As Xss	Ba Xss	Cd Xss	Ce Xss	Co Xss	Cr Xss
Se D	1.00																										
Sn D	-0.41	1.00																									
Ti D	0.95	0.30	1.00																								
Tl D	1.00	-0.47	0.84	1.00																							
U D	1.00	-1.00	0.92	0.91	1.00																						
V D	0.95	0.00	0.85	0.91	0.95	1.00																					
Zn D	-0.56	0.13	-0.34	-0.96	-0.46	-0.72	1.00																				
HCO3- Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00																			
F- Xss	0.99	-0.34	0.98	1.00	0.98	0.90	-0.45	1.00	1.00																		
Cl- Xss	1.00	0.18	0.93	0.92	0.99	0.95	-0.58	1.00	1.00	1.00																	
NO3- Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00																
SO4= Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00															
NO2- Xss	0.99	0.11	0.94	1.00	0.98	0.94	-0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00														
Na Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00													
Mg Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00												
K Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Ca Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00										
Sr Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Li Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00								
SiO2 Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Al Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						
As Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
Ba Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
Cd Xss	1.00	0.99	0.81	-0.08	0.96	-0.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
Ce Xss	1.00	0.85	0.94	0.94	1.00	0.97	-0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Co Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Cr Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cu Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fe Xss	0.98	0.27	0.94	0.90	0.97	0.93	-0.56	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99
Mn Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mo Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ni Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Pb Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
S Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sb Xss	0.99	0.21	0.24	0.20	0.98	0.39	-0.12	0.46	1.00	0.43	0.46	0.46	0.41	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.42	0.46	0.46	0.46	-0.03	0.46	0.46	0.46
Se Xss	0.99	0.00	0.96	0.92	0.98	0.93	-0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sn Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tl Xss	0.99	0.00	0.96	0.92	0.98	0.93	-0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
U Xss	0.99	0.20	0.94	1.00	0.98	0.93	-0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
W Xss	0.99	0.08	0.97	0.98	0.92	-0.61	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zn Xss	0.99	0.21	0.93	0.92	0.98	0.94	-0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mg Xsp	0.76	-0.30	-0.44	-0.42	0.97	-0.29	0.32	-0.27	0.73	-0.30	-0.27	-0.27	-0.33	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.31	-0.27	-0.27	-0.27	-0.40	-0.29	-0.27	-0.27
K Xsp	0.77	-0.32	-0.40	-0.36	0.88	-0.25	0.30	-0.24	0.72	-0.26	-0.24	-0.24	-0.30	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.28	-0.24	-0.24	-0.24	-0.42	-0.26	-0.24	-0.24
Ca Xsp	0.83	-0.24	0.08	0.21	0.82	0.35	-0.16	0.28	0.76	0.27	0.28	0.28	0.21	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.24	0.28	0.28	0.28	-0.41	0.37	0.28	0.28
Sr Xsp	0.83	-0.25	-0.23	-0.16	0.84	-0.02	0.12	-0.04	0.76	-0.06	-0.04	-0.04	-0.11	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.08	-0.04	-0.04	-0.04	-0.40	-0.04	-0.04	-0.04
Li Xsp	0.75	-0.21	-0.36	-0.32	0.87	-0.20	0.28	-0.20	0.71	-0.22	-0.20	-0.20	-0.27	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.24	-0.20	-0.20	-0.20	-0.40	-0.22	-0.20	-0.20
SiO2 Xsp	0.80	-0.34	-0.27	-0.09	0.97	-0.14	0.28	-0.14	0.77	-0.16	-0.14	-0.14	-0.19	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.17	-0.14	-0.14	-0.14	-0.50	-0.21	-0.14	-0.14
Al Xsp	0.74	-0.29	-0.42	-0.39	0.95	-0.28	0.32	-0.26	0.70	-0.29	-0.26	-0.26	-0.32	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.30	-0.26	-0.26	-0.26	-0.42	-0.29	-0.26	-0.26

Continuación

	Se D	Sn D	Ti D	Tl D	U D	V D	Zn D	HCO3- Xss	F- Xss	Cl- Xss	NO3- Xss	SO4= Xss	NO2- Xss	Na Xss	Mg Xss	K Xss	Ca Xss	Sr Xss	Li Xss	SiO2 Xss	Al Xss	As Xss	Ba Xss	Cd Xss	Ce Xss	Co Xss	Cr Xss
As Xsp	0.80	-0.27	-0.29	-0.22	0.87	-0.12	0.24	-0.13	0.74	-0.15	-0.13	-0.13	-0.21	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.17	-0.13	-0.13	-0.13	-0.42	-0.16	-0.13	-0.13
Ba Xsp	0.50	-0.30	-0.45	-0.41	0.22	-0.28	0.30	-0.28	0.43	-0.31	-0.28	-0.28	-0.35	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.32	-0.28	-0.28	-0.28	-0.41	-0.30	-0.28	-0.28
Cd Xsp	1.00	-0.02	-0.52	-0.50	0.22	-0.54	0.34	-0.38	1.00	-0.44	-0.38	-0.38	-0.47	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.46	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.30	-0.38	-0.38
Co Xsp	0.42	-0.06	-0.48	-0.47	-0.12	-0.34	0.35	-0.31	0.46	-0.34	-0.31	-0.31	-0.36	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.35	-0.31	-0.31	-0.31	-0.38	-0.34	-0.31	-0.31
Cr Xsp	0.72	-0.02	-0.20	-0.15	0.88	-0.04	0.19	-0.05	0.68	-0.07	-0.05	-0.05	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.09	-0.05	-0.05	-0.05	-0.33	-0.09	-0.05	-0.05
Cu Xsp	0.32	-0.15	-0.49	-0.48	-0.81	-0.35	0.35	-0.32	0.32	-0.35	-0.32	-0.32	-0.37	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.36	-0.32	-0.32	-0.32	-0.39	-0.34	-0.32	-0.32
Fe Xsp	0.54	-0.36	-0.48	-0.34	0.33	-0.29	0.26	-0.29	0.48	-0.32	-0.29	-0.29	-0.32	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.33	-0.29	-0.29	-0.29	-0.46	-0.35	-0.29	-0.29
Mn Xsp	0.41	-0.33	-0.50	-0.47	-1.00	-0.36	0.35	-0.33	0.39	-0.36	-0.33	-0.33	-0.38	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.37	-0.33	-0.33	-0.33	-0.42	-0.36	-0.33	-0.33
Mo Xsp	0.80	-0.33	-0.35	-0.30	0.90	-0.22	0.33	-0.22	0.75	-0.24	-0.22	-0.22	-0.30	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.25	-0.22	-0.22	-0.22	-0.45	-0.25	-0.22	-0.22
Ni Xsp	0.74	-0.09	-0.28	-0.24	0.83	-0.11	0.21	-0.12	0.68	-0.14	-0.12	-0.12	-0.20	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.16	-0.12	-0.12	-0.12	-0.36	-0.14	-0.12	-0.12
Pb Xsp	0.47	-0.29	-0.42	-0.38	0.14	-0.27	0.33	-0.28	0.39	-0.30	-0.28	-0.28	-0.36	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.32	-0.28	-0.28	-0.28	-0.44	-0.31	-0.28	-0.28
Sb Xsp	0.77	-0.26	-0.47	-0.51	0.85	-0.32	0.31	-0.29	0.71	-0.32	-0.29	-0.29	-0.35	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.33	-0.29	-0.29	-0.29	-0.36	-0.30	-0.29	-0.29
Ti Xsp	0.79	-0.45	-0.46	-0.44	0.89	-0.30	0.32	-0.29	0.74	-0.32	-0.29	-0.29	-0.34	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.33	-0.29	-0.29	-0.29	-0.42	-0.30	-0.29	-0.29
Tl Xsp	0.80	-0.01	-0.27	-0.19	0.90	-0.10	0.27	-0.11	0.75	-0.14	-0.11	-0.11	-0.22	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.15	-0.11	-0.11	-0.11	-0.46	-0.20	-0.11	-0.11
V Xsp	0.63	-0.41	-0.48	-0.44	0.71	-0.32	0.31	-0.30	0.58	-0.33	-0.30	-0.30	-0.35	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.34	-0.30	-0.30	-0.30	-0.43	-0.33	-0.30	-0.30
W Xsp	0.88	-0.84	0.49	0.90	0.65	-0.35	0.51	0.79	0.53	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	-1.00	0.85	0.51	0.51	
Zn Xsp	0.62	-0.18	-0.38	-0.39	0.51	-0.23	0.31	-0.24	0.54	-0.26	-0.24	-0.24	-0.33	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.28	-0.24	-0.24	-0.24	-0.39	-0.25	-0.24	-0.24
HCO3- Xint	0.98	0.30	0.95	0.87	1.00	0.92	-0.56	0.91	0.97	0.93	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.93	0.91	0.91	0.91	0.88	0.91	0.91	0.91
F- Xint	0.98	-0.29	0.92	1.00	1.00	0.95	-0.62	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97
NO3- Xint	0.99	0.27	0.92	0.89	0.98	0.95	-0.58	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
SO4= Xint	0.95	0.13	0.88	0.93	0.97	0.99	-0.72	0.94	0.90	0.95	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.97	0.94	0.94	0.94
NO2- Xint	0.51	0.65	0.75	0.80	0.53	0.56	-0.34	0.77	0.62	0.75	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.95	0.97	0.77	0.77	0.77
Mg Xint	0.24	0.53	0.68	0.60	-0.01	0.69	-0.60	0.61	0.12	0.64	0.61	0.61	0.58	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.63	0.61	0.61	0.61	0.81	0.65	0.61	0.61
K Xint	0.24	-0.06	0.68	0.33	1.00	0.54	-0.15	0.53	0.25	0.55	0.53	0.53	0.49	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.55	0.53	0.53	0.53	0.26	0.85	0.53	0.53
Ca Xint	0.96	0.18	0.90	0.94	0.99	0.97	-0.69	0.94	0.92	0.96	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94
Sr Xint	0.99	0.12	0.92	0.94	1.00	0.98	-0.64	0.98	0.97	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.99	0.98	0.98
Li Xint	0.99	0.19	0.92	0.92	1.00	0.97	-0.62	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
SiO2 Xint	0.88	0.10	0.77	0.90	0.87	0.98	-0.76	0.87	0.81	0.89	0.87	0.87	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.98	0.89	0.87	0.87
Al Xint	0.59	-0.80	-0.51	-0.44	0.50	-0.31	0.28	-0.32	0.48	-0.35	-0.32	-0.32	-0.36	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.36	-0.32	-0.32	-0.32	-0.50	-0.33	-0.32	-0.32
As Xint	0.98	0.10	0.90	0.87	0.99	0.98	-0.68	0.95	0.95	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.85	0.97	0.95	0.95
Ba Xint	0.92	0.37	0.75	0.82	0.91	0.80	-0.46	0.90	0.95	0.88	0.90	0.90	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.88	0.90	0.90	0.88	0.69	0.93	0.90	0.90
Cd Xint	-1.00	0.74	0.37	-0.93	0.69	-0.07	0.64	-1.00	0.61	0.64	0.64	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.59	0.64	0.64	0.64	0.64	0.14	0.64	0.64
Ce Xint	1.00	-0.87	-0.45	-0.78	1.00	-0.40	0.49	-0.31	1.00	-0.35	-0.31	-0.31	-0.39	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.35	-0.31	-0.31	-0.31	-0.16	-0.31	-0.31	-0.31
Co Xint	0.44	0.52	0.57	0.14	0.71	0.48	-0.08	0.62	0.53	0.59	0.62	0.62	0.59	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.60	0.62	0.62	0.62	0.60	0.74	0.62	0.62
Cr Xint	0.91	-0.09	0.76	0.92	0.91	0.98	-0.74	0.89	0.85	0.90	0.89	0.89	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.75	0.96	0.89	0.89
Cu Xint	0.05	0.30	0.52	-0.03	0.66	0.25	0.25	0.39	0.13	0.38	0.39	0.39	0.32	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.43	0.71	0.39	0.39
Mn Xint	-0.61	0.48	-0.16	-0.80	-0.48	-0.33	0.39	-0.19	-0.53	-0.22	-0.19	-0.19	-0.27	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.20	-0.19	-0.19	-0.19	0.41	-0.32	-0.19	-0.19
Mo Xint	1.00	0.17	0.91	0.90	1.00	0.96	-0.59	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	1.00	0.99	0.99
Ni Xint	0.99	0.25	0.95	0.82	0.99	0.94	-0.50	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.91	0.98	0.98	0.98
Pb Xint	0.10	-0.24	-0.53	-0.54	0.07	-0.46	0.48	-0.39	0.23	-0.42	-0.39	-0.39	-0.42	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.42	-0.39	-0.39	-0.39	-0.45	-0.41	-0.39	-0.39
S Xint	0.38	0.84	0.69	0.85	0.03	0.50	-0.19	0.67	0.47	0.65	0.67	0.67	0.64	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.92	0.94	0.67	0.67	
Sb Xint	0.49	0.79	0.81	0.68	0.41	0.46	0.05	0.72	0.61	0.70	0.72	0.72	0.69	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.98	0.95	0.72	0.72	
Se Xint	0.99	0.01	0.97	0.92	0.98	0.94	-0.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	
Sn Xint	0.28	0.88	0.06	-0.31	0.17	-0.01	0.29	0.16	0.41	0.12	0.16	0.16	0.07	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.13	0.16	0.16	0.30	0.09	0.16	0.16	
Tl Xint	0.70	0.01	0.67	0.95	0.77	0.41	0.17	0.70	0.79	0.67	0.70	0.70	0.79	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.94	0.75	0.70	0.70	
U Xint	1.00	0.19	0.93	1.00	1.00	0.97	-0.54	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
V Xint	0.94	0.00	0.85	0.92	0.94	1.00	-0.73	0.92	0.88	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.95	0.92	0.92	
W Xint	0.99																										

Continuación

	Cu Xss	Fe Xss	Mn Xss	Mo Xss	Ni Xss	Pb Xss	S Xss	Sb Xss	Se Xss	Sn Xss	Tl Xss	U Xss	V Xss	W Xss	Zn Xss	Mg Xsp	K Xsp	Ca Xsp	Sr Xsp	Li Xsp	SiO2 Xsp	Al Xsp	As Xsp	Ba Xsp	Cd Xsp	Co Xsp	Cr Xsp
Cu Xss	1.00																										
Fe Xss	0.99	1.00																									
Mn Xss	1.00	0.99	1.00																								
Mo Xss	1.00	0.99	1.00	1.00																							
Ni Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00																						
Pb Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00																					
S Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00																				
Sb Xss	0.46	0.39	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	1.00																			
Se Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.37	1.00																		
Sn Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	1.00	1.00																	
Tl Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.36	1.00	1.00	1.00																
U Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00															
V Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00														
W Xss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00													
Zn Xss	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00												
Mg Xsp	-0.27	-0.35	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	0.72	-0.31	-0.27	-0.33	0.02	-0.27	-0.15	-0.27	1.00											
K Xsp	-0.24	-0.32	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	0.73	-0.26	-0.24	-0.28	0.17	-0.24	-0.04	-0.24	1.00	1.00										
Ca Xsp	0.28	0.19	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.86	0.25	0.28	0.24	0.74	0.28	0.70	0.28	0.77	0.80	1.00									
Sr Xsp	-0.04	-0.13	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	0.83	-0.08	-0.04	-0.10	0.70	-0.04	0.65	-0.04	0.96	0.97	0.92	1.00								
Li Xsp	-0.20	-0.28	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.76	-0.22	-0.20	-0.24	0.36	-0.20	0.16	-0.20	0.99	1.00	0.83	0.98	1.00							
SiO2 Xsp	-0.14	-0.24	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	0.67	-0.07	-0.14	-0.09	0.09	-0.14	-0.05	-0.14	0.90	0.93	0.83	0.93	0.93	1.00						
Al Xsp	-0.26	-0.35	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	0.72	-0.29	-0.26	-0.31	0.01	-0.26	-0.20	-0.26	1.00	1.00	0.78	0.96	1.00	0.92	1.00					
As Xsp	-0.13	-0.22	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	0.77	-0.14	-0.13	-0.16	0.42	-0.13	0.26	-0.13	0.97	0.99	0.88	0.99	0.99	0.96	0.98	1.00				
Ba Xsp	-0.28	-0.36	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	0.71	-0.32	-0.28	-0.34	-0.12	-0.28	-0.46	-0.28	1.00	1.00	0.78	0.96	0.99	0.91	1.00	0.98	1.00			
Cd Xsp	-0.38	-0.50	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	0.89	-0.44	-0.38	-0.48	-0.26	-0.38	-1.00	-0.38	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.96	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00
Co Xsp	-0.31	-0.39	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	0.70	-0.36	-0.31	-0.38	-0.48	-0.31	-0.51	-0.31	1.00	0.99	0.72	0.93	0.98	0.88	0.99	0.95	0.99	0.98	1.00	
Cr Xsp	-0.05	-0.14	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	0.80	-0.06	-0.05	-0.08	0.56	-0.05	0.56	-0.05	0.94	0.96	0.90	0.99	0.98	0.95	0.96	0.99	0.95	1.00	0.92	1.00
Cu Xsp	-0.32	-0.40	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.69	-0.37	-0.32	-0.39	-0.61	-0.32	-0.72	-0.32	1.00	0.99	0.72	0.94	0.98	0.88	0.99	0.96	0.99	0.98	1.00	0.92
Fe Xsp	-0.29	-0.38	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	0.67	-0.32	-0.29	-0.33	-0.48	-0.29	-0.44	-0.29	0.98	0.99	0.78	0.95	0.98	0.94	0.99	0.97	0.99	0.99	0.98	0.94
Mn Xsp	-0.33	-0.41	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	0.68	-0.38	-0.33	-0.40	-0.66	-0.33	-0.67	-0.33	1.00	0.99	0.72	0.93	0.98	0.89	0.99	0.96	0.99	0.98	1.00	0.92
Mo Xsp	-0.22	-0.31	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	0.72	-0.20	-0.22	-0.22	0.11	-0.22	-0.15	-0.22	0.98	0.99	0.83	0.97	0.99	0.96	0.99	0.99	0.98	0.99	0.97	0.98
Ni Xsp	-0.12	-0.20	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	0.79	-0.15	-0.12	-0.17	0.57	-0.12	0.53	-0.12	0.97	0.99	0.88	0.99	0.99	0.94	0.98	1.00	0.98	1.00	0.96	0.99
Pb Xsp	-0.28	-0.36	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	-0.28	0.69	-0.29	-0.28	-0.31	-0.13	-0.28	-0.54	-0.28	0.99	0.99	0.80	0.96	0.99	0.93	0.99	0.99	0.99	1.00	0.98	0.97
Sb Xsp	-0.29	-0.36	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	0.72	-0.37	-0.29	-0.39	0.36	-0.29	0.16	-0.29	0.99	0.98	0.72	0.93	0.97	0.83	0.98	0.94	0.99	1.00	0.98	0.90
Ti Xsp	-0.29	-0.37	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	0.71	-0.33	-0.29	-0.35	-0.12	-0.29	-0.23	-0.29	1.00	1.00	0.76	0.95	0.99	0.90	1.00	0.97	1.00	0.98	1.00	0.94
Tl Xsp	-0.11	-0.21	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11	0.86	-0.11	-0.11	-0.13	0.86	-0.11	0.79	-0.11	0.97	0.98	0.89	1.00	0.99	0.98	0.98	1.00	0.97	1.00	0.95	0.99
V Xsp	-0.30	-0.39	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.70	-0.35	-0.30	-0.37	-0.42	-0.30	-0.41	-0.30	1.00	0.99	0.75	0.95	0.99	0.90	1.00	0.96	1.00	0.98	1.00	0.93
W Xsp	0.51	0.45	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.79	0.51	0.79	0.51	0.51	0.51	0.51	0.65	0.80	0.87	0.93	0.92	0.73	0.63	0.96	0.53	1.00	-0.09	0.99
Zn Xsp	-0.24	-0.32	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	0.73	-0.26	-0.24	-0.28	0.18	-0.24	-0.27	-0.24	0.99	1.00	0.81	0.97	1.00	0.91	0.99	0.98	1.00	0.99	0.98	0.97
HCO3- Xint	0.91	0.94	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.15	0.92	0.91	0.92	0.94	0.91	0.98	0.91	-0.53	-0.50	0.06	-0.30	-0.45	-0.37	-0.52	-0.38	-0.53	-0.64	-0.57	-0.28
F- Xint	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.86	0.87	0.88	0.89	0.85	0.89	0.84	0.88	0.64	1.00	0.55	0.83
NO3- Xint	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.48	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	-0.25	-0.21	0.30	-0.01	-0.17	-0.13	-0.24	-0.11	-0.25	-0.26	-0.29	-0.02
SO4= Xint	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.31	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	-0.37	-0.33	0.27	-0.10	-0.28	-0.21	-0.36	-0.20	-0.36	-0.55	-0.42	-0.11

Continuación

	Cu Xss	Fe Xss	Mn Xss	Mo Xss	Ni Xss	Pb Xss	S Xss	Sb Xss	Se Xss	Sn Xss	Tl Xss	U Xss	V Xss	W Xss	Zn Xss	Mg Xsp	K Xsp	Ca Xsp	Sr Xsp	Li Xsp	SiO2 Xsp	Al Xsp	As Xsp	Ba Xsp	Cd Xsp	Co Xsp	Cr Xsp
NO2- Xint	0.77	0.81	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.28	0.72	0.77	0.72	0.82	0.77	0.82	0.77	-0.36	-0.38	-0.20	-0.31	-0.37	-0.45	-0.38	-0.39	-0.40	-0.48	-0.35	-0.34
Mg Xint	0.61	0.68	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	-0.16	0.56	0.61	0.57	0.63	0.61	0.55	0.61	-0.69	-0.67	-0.23	-0.52	-0.64	-0.69	-0.69	-0.61	-0.66	-0.76	-0.71	-0.51
K Xint	0.53	0.58	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	-0.09	0.56	0.53	0.57	0.84	0.53	0.87	0.53	-0.56	-0.55	-0.23	-0.45	-0.53	-0.58	-0.56	-0.50	-0.56	-0.64	-0.58	-0.48
Ca Xint	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.28	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	-0.40	-0.36	0.23	-0.14	-0.31	-0.22	-0.39	-0.23	-0.39	-0.55	-0.45	-0.14
Sr Xint	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.38	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	-0.32	-0.28	0.29	-0.06	-0.24	-0.14	-0.31	-0.16	-0.32	-0.47	-0.37	-0.07
Li Xint	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.42	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	-0.28	-0.24	0.32	-0.03	-0.20	-0.12	-0.27	-0.12	-0.28	-0.33	-0.33	-0.03
SiO2 Xint	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.85	0.87	0.85	0.87	0.87	0.85	0.87	0.15	0.29	0.86	0.77	0.44	0.19	0.15	0.49	0.23	-0.32	-0.25	0.60
Al Xint	-0.32	-0.40	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.68	-0.36	-0.32	-0.38	-0.31	-0.32	-0.24	-0.32	0.99	0.99	0.75	0.95	0.98	0.90	0.99	0.96	0.99	0.97	0.99	0.92
As Xint	0.95	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.32	0.95	0.95	0.95	0.97	0.95	0.96	0.95	-0.40	-0.37	0.20	-0.16	-0.33	-0.30	-0.40	-0.27	-0.40	-0.67	-0.45	-0.19
Ba Xint	0.90	0.86	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.72	0.88	0.90	0.87	0.98	0.90	0.98	0.90	0.11	0.13	0.53	0.31	0.18	0.21	0.11	0.23	0.10	0.37	0.07	0.32
Cd Xint	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.49	0.51	0.64	0.49	1.00	0.64	1.00	0.64	0.13	0.09	0.07	0.11	0.10	-0.21	0.09	0.04	0.12	0.05	0.15	0.09
Ce Xint	-0.31	-0.36	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	0.70	-0.40	-0.31	-0.42	-0.13	-0.31	-0.17	-0.31	1.00	0.99	0.70	0.95	0.99	0.94	1.00	0.97	0.99	0.99	1.00	0.94
Co Xint	0.62	0.63	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.55	0.62	0.54	0.91	0.62	0.90	0.62	0.12	0.11	0.25	0.19	0.12	-0.08	0.10	0.11	0.09	0.09	0.11	0.16
Cr Xint	0.89	0.86	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.48	0.88	0.89	0.88	0.89	0.89	0.87	0.89	-0.15	-0.10	0.50	0.14	-0.05	0.02	-0.13	0.03	-0.13	0.28	-0.21	0.11
Cu Xint	0.39	0.43	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.20	0.38	0.39	0.38	0.76	0.39	0.74	0.39	-0.16	-0.18	-0.12	-0.15	-0.17	-0.33	-0.18	-0.19	-0.19	-0.29	-0.16	-0.18
Mn Xint	-0.19	-0.14	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	0.15	-0.38	-0.19	-0.38	0.10	-0.19	0.07	-0.19	0.18	0.12	-0.21	0.02	0.10	-0.22	0.14	0.01	0.15	-0.02	0.22	-0.02
Mo Xint	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.50	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	-0.22	-0.19	0.35	0.02	-0.14	-0.09	-0.21	-0.07	-0.23	-0.25	-0.27	0.01
Ni Xint	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.44	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	1.00	0.98	-0.28	-0.24	0.28	-0.04	-0.20	-0.17	-0.27	-0.13	-0.28	-0.32	-0.32	-0.05
Pb Xint	-0.39	-0.46	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	0.61	-0.40	-0.39	-0.42	-0.46	-0.39	-0.39	-0.39	0.97	0.96	0.61	0.87	0.94	0.86	0.97	0.91	0.96	0.99	0.98	0.86
S Xint	0.67	0.69	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.32	0.62	0.67	0.62	0.64	0.67	0.57	0.67	-0.17	-0.16	0.06	-0.07	-0.12	-0.12	-0.16	-0.10	-0.17	-0.07	-0.17	0.01
Sb Xint	0.72	0.76	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.69	0.72	0.69	0.74	0.72	0.70	0.72	-0.07	-0.06	0.16	0.13	0.04	-0.06	-0.07	0.04	-0.24	-0.03	-0.04	0.19
Se Xint	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.38	-0.34	0.19	-0.15	-0.30	-0.15	-0.36	-0.21	-0.39	-0.56	-0.43	-0.13
Sn Xint	0.16	0.13	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.82	0.05	0.16	0.03	0.64	0.16	0.58	0.16	0.73	0.71	0.56	0.70	0.72	0.55	0.71	0.69	0.71	0.72	0.74	0.72
Tl Xint	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.73	0.70	0.88	0.70	0.23	0.17	0.18	0.19	0.15	0.26	0.19	0.18	-0.17	0.82	0.21	0.12
U Xint	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97	0.04	0.24	0.84	0.80	0.46	0.11	0.05	0.52	0.02	0.00	-0.56	0.69
V Xint	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.32	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.90	0.92	-0.35	-0.30	0.30	-0.08	-0.26	-0.19	-0.34	-0.18	-0.34	-0.70	-0.40	-0.10
W Xint	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	0.98	1.00	0.98	0.98	0.98	0.98	0.07	0.15	0.71	0.69	0.33	0.16	0.01	0.41	-0.32	-1.00	-0.33	0.65
Zn Xint	-0.52	-0.51	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.52	-0.30	-0.43	-0.52	-0.43	-0.50	-0.52	-0.60	-0.52	0.09	0.07	-0.36	-0.12	0.04	0.05	0.09	0.00	0.07	-0.08	0.12	-0.05

Continuación

	Cu Xsp	Fe Xsp	Mn Xsp	Mo Xsp	Ni Xsp	Pb Xsp	Sb Xsp	Ti Xsp	Tl Xsp	V Xsp	W Xsp	Zn Xsp	HCO3- Xint	F- Xint	NO3- Xint	SO4= Xint	NO2- Xint	Mg Xint	K Xint	Ca Xint	Sr Xint	Li Xint	SiO2 Xint	Al Xint	As Xint	Ba Xint	Cd Xint	
Cu Xsp	1.00																											
Fe Xsp	0.98	1.00																										
Mn Xsp	1.00	0.98	1.00																									
Mo Xsp	0.97	0.98	0.97	1.00																								
Ni Xsp	0.96	0.97	0.96	0.99	1.00																							
Pb Xsp	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00																						
Sb Xsp	0.99	0.95	0.99	0.95	0.95	0.96	1.00																					
Ti Xsp	1.00	0.98	1.00	0.98	0.97	0.99	0.99	1.00																				
Tl Xsp	0.95	0.97	0.95	0.99	1.00	0.98	0.94	0.96	1.00																			
V Xsp	1.00	0.99	1.00	0.97	0.98	0.98	0.99	1.00	0.96	1.00																		
W Xsp	-0.06	0.54	0.11	0.70	0.98	0.44	0.92	0.63	1.00	0.51	1.00																	
Zn Xsp	0.99	0.97	0.98	0.99	0.99	1.00	0.98	0.99	0.98	0.99	0.69	1.00																
HCO3- Xint	-0.58	-0.55	-0.59	-0.46	-0.36	-0.50	-0.56	-0.55	-0.36	-0.57	0.43	-0.47	1.00															
F- Xint	0.47	0.67	0.56	0.89	0.84	0.61	0.86	0.88	0.89	0.76	0.89	0.73	1.00	1.00														
NO3- Xint	-0.30	-0.27	-0.31	-0.20	-0.08	-0.25	-0.26	-0.26	-0.09	-0.28	0.44	-0.21	0.93	0.98	1.00													
SO4= Xint	-0.42	-0.37	-0.44	-0.30	-0.18	-0.34	-0.40	-0.39	-0.19	-0.40	0.54	-0.31	0.96	0.98	0.95	1.00												
NO2- Xint	-0.37	-0.44	-0.39	-0.44	-0.34	-0.46	-0.31	-0.37	-0.50	-0.38	-0.05	-0.40	0.69	0.45	0.78	0.59	1.00											
Mg Xint	-0.70	-0.72	-0.72	-0.67	-0.56	-0.66	-0.65	-0.69	-0.64	-0.71	-0.07	-0.62	0.84	0.34	0.66	0.76	0.57	1.00										
K Xint	-0.58	-0.67	-0.59	-0.52	-0.50	-0.55	-0.52	-0.55	-0.51	-0.59	0.86	-0.50	0.64	0.07	0.52	0.52	0.51	0.66	1.00									
Ca Xint	-0.45	-0.39	-0.46	-0.33	-0.22	-0.37	-0.43	-0.42	-0.22	-0.43	0.51	-0.35	0.97	0.99	0.95	1.00	0.62	0.76	0.51	1.00								
Sr Xint	-0.38	-0.32	-0.39	-0.25	-0.14	-0.31	-0.36	-0.34	-0.14	-0.36	0.59	-0.28	0.95	1.00	0.98	0.98	0.65	0.67	0.52	0.99	1.00							
Li Xint	-0.34	-0.29	-0.35	-0.21	-0.10	-0.27	-0.32	-0.30	-0.10	-0.32	0.53	-0.23	0.95	1.00	0.99	0.98	0.68	0.67	0.50	0.98	1.00	1.00						
SiO2 Xint	-0.25	0.06	-0.31	0.22	0.62	0.17	0.44	0.05	0.90	-0.05	0.51	0.38	0.93	0.91	0.91	0.99	0.46	0.77	0.39	0.97	0.94	0.94	1.00					
Al Xint	0.99	0.98	0.99	0.97	0.96	0.98	0.98	0.99	0.95	1.00	0.71	0.98	-0.59	0.64	-0.30	-0.41	-0.43	-0.72	-0.57	-0.44	-0.36	-0.33	-0.04	1.00				
As Xint	-0.45	-0.43	-0.47	-0.35	-0.25	-0.40	-0.41	-0.42	-0.26	-0.44	0.57	-0.35	0.95	0.94	0.96	0.97	0.70	0.77	0.67	0.96	0.97	0.96	0.95	-0.44	1.00			
Ba Xint	0.06	0.09	0.04	0.14	0.26	0.09	0.07	0.08	0.29	0.07	0.32	0.13	0.72	0.95	0.91	0.80	0.69	0.38	0.17	0.81	0.85	0.88	0.84	0.03	0.77	1.00		
Cd Xint	0.15	-0.03	0.12	0.02	0.12	0.06	0.24	0.12	0.05	0.10	-1.00	0.15	0.39	-1.00	0.72	0.49	0.82	0.55	0.38	0.38	0.44	0.55	0.89	0.05	0.67	0.56	1.00	
Ce Xint	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	0.98	1.00	1.00	0.97	1.00	0.37	0.98	-0.57	1.00	-0.28	-0.47	-0.18	-0.67	-0.55	-0.50	-0.42	-0.37	-0.49	1.00	-0.43	0.05	0.95	
Co Xint	0.11	-0.03	0.08	0.07	0.16	0.06	0.18	0.11	0.14	0.08	0.09	0.15	0.48	0.31	0.65	0.45	0.87	0.40	0.55	0.44	0.49	0.54	0.54	0.04	0.58	0.63	0.99	
Cr Xint	-0.21	-0.13	-0.21	-0.07	0.04	-0.12	-0.18	-0.16	0.06	-0.17	0.70	-0.09	0.83	0.92	0.90	0.95	0.43	0.58	0.42	0.93	0.94	0.93	0.97	-0.16	0.92	0.80	0.74	
Cu Xint	-0.16	-0.33	-0.19	-0.18	-0.17	-0.20	-0.10	-0.16	-0.20	-0.20	0.23	-0.13	0.37	-0.11	0.39	0.22	0.67	0.34	0.81	0.21	0.27	0.30	0.14	-0.22	0.41	0.22	0.73	
Mn Xint	0.22	0.01	0.20	0.04	0.05	0.09	0.30	0.19	-0.01	0.17	-0.79	0.16	-0.25	-0.72	-0.16	-0.35	0.34	0.00	0.26	-0.36	-0.34	-0.29	-0.26	0.14	-0.18	-0.16	0.93	
Mo Xint	-0.28	-0.25	-0.29	-0.16	-0.06	-0.22	-0.25	-0.24	-0.05	-0.26	0.55	-0.18	0.91	0.98	0.99	0.95	0.72	0.62	0.53	0.95	0.99	0.99	0.91	-0.27	0.96	0.90	0.74	
Ni Xint	-0.33	-0.32	-0.34	-0.22	-0.11	-0.27	-0.29	-0.29	-0.12	-0.32	0.50	-0.22	0.94	0.96	0.99	0.94	0.78	0.69	0.64	0.94	0.96	0.97	0.89	-0.33	0.97	0.85	0.75	
Pb Xint	0.98	0.95	0.98	0.94	0.90	0.94	0.96	0.97	0.90	0.97	-0.06	0.94	-0.66	0.07	-0.38	-0.54	-0.36	-0.82	-0.59	-0.56	-0.47	-0.43	-0.70	0.96	-0.55	-0.02	0.07	
S Xint	-0.18	-0.20	-0.20	-0.16	-0.05	-0.18	-0.18	-0.19	-0.08	-0.20	-0.40	-0.14	0.68	0.46	0.71	0.59	0.78	0.53	0.14	0.63	0.62	0.67	0.50	-0.28	0.54	0.77	0.53	
Sb Xint	-0.20	-0.33	-0.33	-0.05	0.15	-0.22	0.01	-0.20	0.26	-0.30	-0.10	-0.02	0.68	0.46	0.72	0.51	0.92	0.40	0.38	0.55	0.60	0.64	0.40	-0.60	0.57	0.76	0.78	
Se Xint	-0.44	-0.39	-0.45	-0.28	-0.22	-0.36	-0.44	-0.40	-0.19	-0.42	0.81	-0.33	0.94	0.97	0.99	0.95	0.73	0.62	0.60	0.95	0.98	0.99	0.86	-0.43	0.97	0.85	0.49	
Sn Xint	0.73	0.63	0.71	0.68	0.73	0.68	0.75	0.72	0.75	0.70	-0.32	0.73	-0.08	0.28	0.21	-0.04	0.33	-0.24	-0.19	-0.04	0.03	0.10	0.35	0.64	-0.01	0.50	0.69	
Tl Xint	-0.04	-0.09	-0.04	0.20	0.11	-0.21	0.15	0.19	0.20	0.03	0.42	-0.06	0.45	0.62	0.63	0.37	0.95	-0.17	0.36	0.41	0.54	0.55	0.22	-0.11	0.52	0.65	0.39	
U Xint	-0.61	-0.46	-0.69	0.18	0.70	0.01	0.45	-0.10	0.95	-0.44	0.53	0.33	0.99	1.00	0.99	0.99	0.75	0.76	0.88	0.99	0.99	1.00	0.95	-0.31	0.99	0.95	0.96	
V Xint	-0.41	-0.35	-0.41	-0.27	-0.17	-0.32	-0.38	-0.36	-0.16	-0.38	0.65	-0.29	0.93	0.94	0.93	0.99	0.54	0.73	0.56	0.98	0.98	0.96	0.98	-0.37	0.98	0.76	0.53	
W Xint	-0.55	-0.29	-0.49	0.05	0.61	-0.40	0.32	-0.03	0.78	-0.21	0.62	-0.11	0.91	0.98	0.94	0.86	0.75	0.36	0.94	0.88	0.95	0.95	0.76	-0.10	0.91	0.92	1.00	
Zn Xint	0.12	0.02	0.12	0.10	-0.03	0.09	0.09	0.09	-0.02	0.08	-0.35	0.08	-0.47	-0.65	-0.55	-0.67	-0.26	-0.46	0.01	-0.64	-0.60	-0.59	-0.77	0.06	-0.60	-0.52	-0.09	

Continuación

	Ce Xint	Co Xint	Cr Xint	Cu Xint	Mn Xint	Mo Xint	Ni Xint	Pb Xint	S Xint	Sb Xint	Se Xint	Sn Xint	Tl Xint	U Xint	V Xint	W Xint	Zn Xint
Ce Xint	1.00																
Co Xint	0.40	1.00															
Cr Xint	-0.32	0.40	1.00														
Cu Xint	0.19	0.81	0.12	1.00													
Mn Xint	0.97	0.62	-0.41	0.68	1.00												
Mo Xint	-0.28	0.62	0.93	0.37	-0.20	1.00											
Ni Xint	-0.28	0.69	0.88	0.50	-0.10	0.98	1.00										
Pb Xint	0.98	0.05	-0.34	-0.14	0.24	-0.36	-0.41	1.00									
S Xint	-0.16	0.57	0.42	0.27	0.05	0.64	0.67	-0.23	1.00								
Sb Xint	0.19	0.82	0.35	0.62	0.35	0.67	0.72	-0.06	0.87	1.00							
Se Xint	-0.46	0.53	0.88	0.39	-0.38	0.99	0.98	-0.48	0.62	0.68	1.00						
Sn Xint	0.92	0.67	0.02	0.33	0.52	0.18	0.19	0.70	0.45	0.97	-0.02	1.00					
Tl Xint	0.95	0.61	0.32	0.51	0.09	0.62	0.60	0.49	0.42	0.78	0.68	0.61	1.00				
U Xint	-0.24	0.89	0.94	0.72	0.03	0.99	0.99	-0.61	0.62	0.65	0.97	0.59	0.53	1.00			
V Xint	-0.46	0.44	0.97	0.23	-0.36	0.95	0.93	-0.52	0.49	0.43	0.93	-0.08	0.36	0.97	1.00		
W Xint	0.04	0.83	0.83	0.80	-0.03	0.96	0.96	-0.21	0.46	0.68	1.00	0.52	0.89	0.93	0.85	1.00	
Zn Xint	0.30	-0.09	-0.75	0.34	0.40	-0.56	-0.46	0.27	-0.19	0.05	-0.43	0.12	0.17	-0.55	-0.69	-0.47	1.00