



5° Congreso Internacional del Gran Chaco Americano Territorio e Innovación

TÍTULO: Calidad del agua asociada a riesgos sanitarios en el río Dulce

EJE 1

Marta Leiva, Daiana Peralta, Santiago Coria Figueroa,
Fernando Carabajal, Claudio Borsarelli

INBIONATEC, UNSE-CONICET – Santiago del Estero, Argentina – martaleiva@gmail.com



PROBLEMÁTICA ABORDADA

Uso recreativo intensivo (baño, pesca) en el tramo urbano sin un marco regulatorio local unificado ni monitoreo sanitario continuo.

1. Presiones y Fuentes de Contaminación

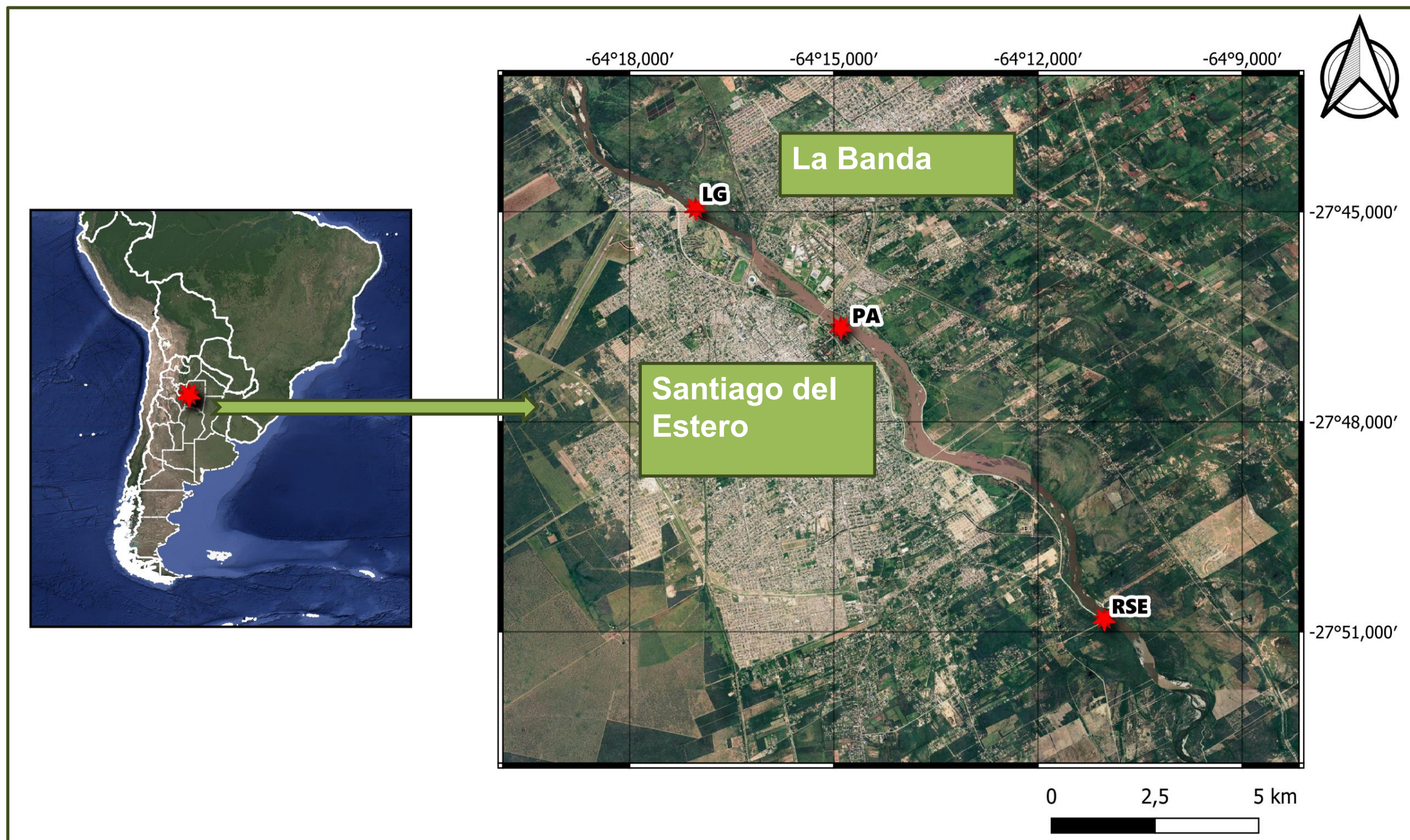
- Efluentes Urbanos y Cloacales**
Vertidos cloacales ilegales y arrastre de contaminantes por el Desagüe Pluvial Sur (DPS).
- Escorrentía Urbana Pluvial**
Lavado de superficies impermeabilizadas urbanas durante eventos de precipitaciones intensas.

2. Moduladores Hidrometeorológicos

- Clima semiárido**
Altas proliferación bacteriana y reducen T° estivales que estimulan la el Oxígeno Disuelto (OD).
- Balance Hídrico Negativo**
Alta evapotranspiración (900–1100 mm/año) concentrando solutos.
- Régimen de Precipitaciones**
Precipitaciones estacionales en verano.

3. Impactos y Vulnerabilidad

- Riesgo a la Salud Pública**
Transmisión de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y cutáneas por patógenos hídricos.
- Deterioro Ecológico Fluvial**
Desoxigenación, incremento de carga iónica (salinización) y alteración trófica.
- Oportunidad para la vigilancia ambiental**
Monitoreo de la calidad hídrica con fines recreativos.



Localización de los sitios de muestreo:
- LG: Lomas del Golf
- PA: Parque Aguirre
- RSE: Rotonda San Esteban
sobre el río Dulce, Santiago del Estero.

Elaboración propia.
Créditos / Fuentes:
Imágenes satelitales: © Google / Google Earth.
Límites continentales, nacionales y provinciales: © CONAE.
Elaboración cartográfica en QGIS 3.3 (GNU GPL). Nota: La imagen satelital se emplea exclusivamente como referencia visual.

METODOLOGÍA

- Área de estudio: 3 sitios urbanos del río Dulce usados para baño y pesca — LG (Lomas del Golf), PA (Parque Aguirre) y RSE (San Esteban, aguas abajo del Desagüe Pluvial Sur).
- 10 muestreos entre agosto de 2024 y agosto de 2025.
- In situ: temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (método Winkler).

- Laboratorio: alcalinidad, dureza, cloruros, nitratos y fosfatos (titulación / espectrofotometría).
- Microbiología: NMP de coliformes totales y fecales; recuento de aerobios mesófilos (UFC/mL); aislamiento en medios selectivos (EMB, SS, Manitol Salado, Cetrimida).
- Análisis: estadística descriptiva, boxplots y Análisis de Componentes Principales (PCA) en R (v4.5.2).

RESULTADOS

Parámetros de calidad de agua por sitio de muestreo (media ± DS)

Parámetro	LG	PA	RSE
pH	8.06 ± 0.48	8.19 ± 0.31	8.04 ± 0.23
CE (µS/cm)	650 ± 127	652 ± 150	675 ± 117
OD (mg/L)	7.68 ± 1.18	7.42 ± 1.12	6.26 ± 1.45
Cl ⁻ (mg/L)	54.0 ± 5.9	54.2 ± 5.7	57.0 ± 4.8
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1.54 ± 0.62	1.50 ± 0.59	1.81 ± 0.73
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.22 ± 0.05	0.22 ± 0.05	0.29 ± 0.06
CT (NMP/100mL)	502 ± 772	277 ± 399	1439 ± 3077
CF (NMP/100mL)	41 ± 75	86 ± 130	262 ± 487

Variabilidad especial y temporal

- Correlación positiva entre CE, Cl⁻, NO₃⁻, Dureza y bacterias (CT, CF).
- Segregación espacial marcada: **RSE** presenta las condiciones más críticas de calidad.
- Segregación temporal: Meses cálidos/lluviosos (Oct-Feb) proyectan la peor calidad.

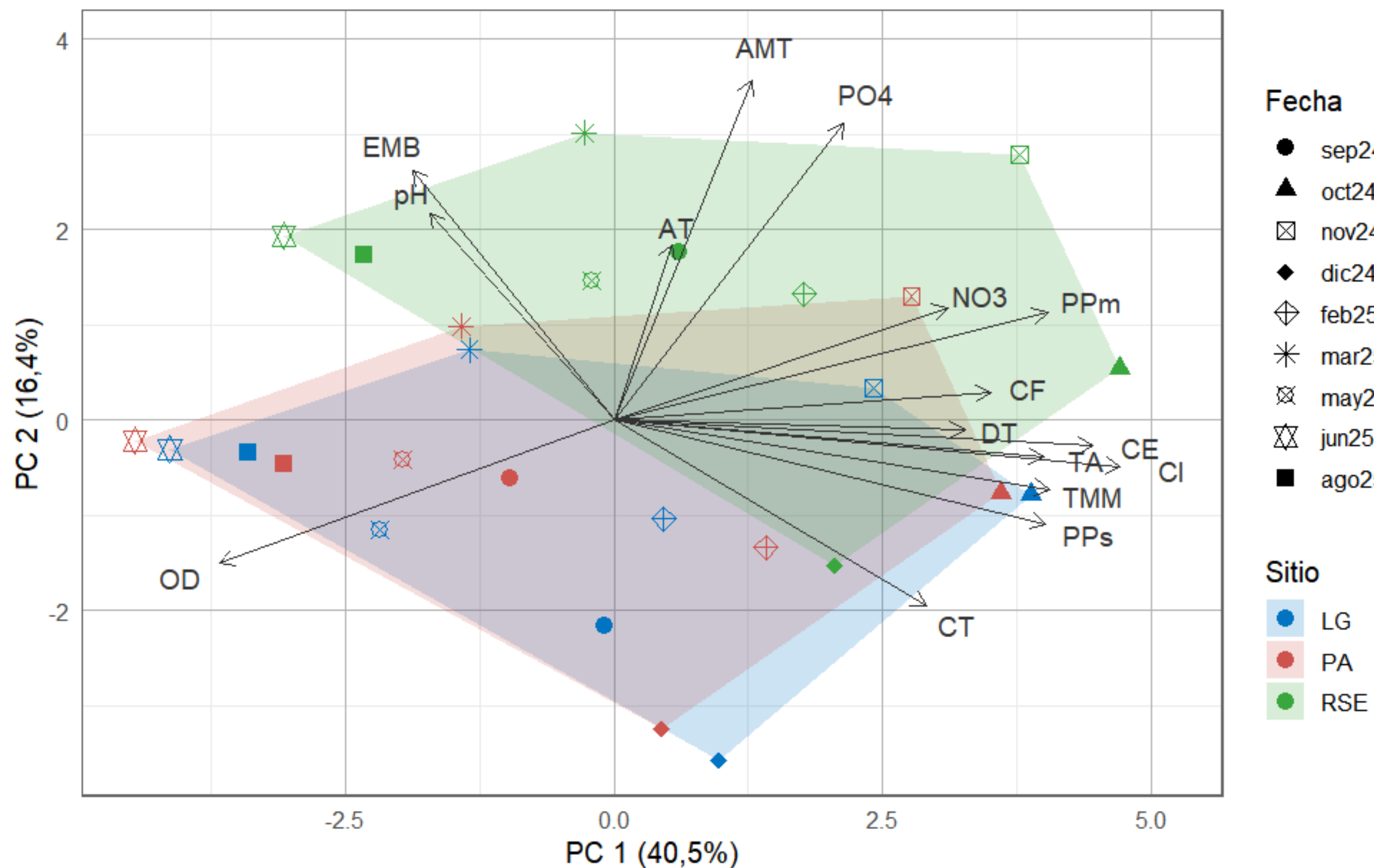
Gradiente PC1 (40.5% Varianza): Contaminación Fecal y Mineralización

- Correlación positiva entre CE, Cl⁻, NO₃⁻, Dureza y bacterias (CT, CF).
- Segregación espacial marcada: **RSE** presenta las condiciones más críticas de Calidad.
- Segregación temporal: Meses cálidos/lluviosos (Oct-Feb) proyectan la peor calidad.

Gradiente PC2 (16.4% Varianza): Oxigenación y Dinámica Microbiana

- Relaciona pH, Alcalinidad, PO₄³⁻ y Oxígeno Disuelto.
- Revela dinámicas diferenciadas entre nutrientes: **NO₃⁻** como trazador de efluentes cloacales directos vs. **PO₄³⁻** como estimulador de microbiota heterótrofa (AMT y EMB).
- Sitios LG y PA muestran aguas más oxigenadas y diluidas.

Gradientes de Calidad del Agua



CONCLUSIONES

- El sitio RSE presenta el mayor deterioro de calidad del agua por ingreso de efluentes urbanos sin tratamiento adecuado.
- En la estación cálida y lluviosa se intensifica el deterioro de la calidad del agua, coincidiendo con la temporada de mayor uso recreativo.
- El estudio aporta una línea de base para la vigilancia ambiental y para el diseño de estrategias de monitoreo y gestión.



Sitio PA: Bañistas en Costanera, Parque Aguirre, en verano.

Propuestas para la Gestión del Riesgo Sanitario y Ambiental

- Línea de Base Ambiental**
Generación y ampliación de datos científicos válidos para la toma de decisiones locales.
- Sistemas de Monitoreo Continuo**
Implementar las guías COHIFE 2024 / Res. 2523/19 enfocado en meses de mayor riesgo (verano).
- Saneamiento e Infraestructura**
Control de vertidos cloacales en desagües pluviales y tratamiento de aguas pluviales.
- Comunicación Pública**
Desarrollar un sistema de información y alerta a bañistas y pescadores para prevenir brotes infecciosos.
- Redes de trabajo entre sectores clave: Ambiente, Salud, Educación, CyT**
Implementar sistemas / redes de colaboración en el marco de la vigilancia epidemiológica.



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial



UNSE
Universidad Nacional
de Santiago del Estero

Universidad Católica
de Santiago del Estero
Scientia Dei. Fides Patriae. Servire



SANTIAGO
DEL ESTERO

SICIYT
SISTEMA INTEGRADO DE VIGILANCIA E INNOVACIÓN
Epidemiológica y Sanitaria