



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



---

# EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN – 2015

---

COORDINACIÓN DE EVALUACIONES  
AMBIENTALES INTEGRALES

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

**Diciembre de 2015**



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**INFORME N° 00034-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI**

A : **ADY ROSIN CHINCHAY TUESTA**  
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental

DE : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**  
Coordinador de Evaluaciones Ambientales Integrales

**EDGAR ALBERTO YSLA CEDEÑO**  
Tercero Evaluador

**JEAN PIERRE BAZÁN ALGUIAR**  
Tercero Evaluador

**DIBER ROLANDO SALDAÑA ALFARO**  
Tercero Evaluador

**CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ**  
Tercero Evaluador

ASUNTO : Informe de Evaluación Ambiental de la cuenca del río San Juan, ejecutado durante el año 2015.

FECHA : Lima, 17 DIC 2015

2015-101-043875



**I. INFORMACIÓN GENERAL**

a.	Zona	Cuenca del río San Juan.			
b.	Ámbito de influencia	Distritos de Vicco y Simón Bolívar, provincia de Pasco, departamento de Pasco			
c.	Problemática de la zona	Presunta contaminación del suelo, agua superficial y sedimentos de la cuenca del río San Juan por actividades mineras.			
d.	¿A pedido de qué se realizó la actividad?	PLANEFA 2015			
e.	¿Se realizó en el marco de un espacio de diálogo, mesa de diálogo o mesa de desarrollo?	SI		NO	X

**II. OBJETO**

1. Evaluar el estado de la calidad ambiental de la cuenca del río San Juan.

**III. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

2. El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1 referido al Informe de Evaluación Ambiental de la cuenca del río San Juan, ejecutado durante el año 2015, que se adjunta y forma parte del presente Informe.

**IV. CONCLUSIÓN**

3. Mediante el presente Informe, se recomienda la revisión y aprobación del "Informe de Evaluación Ambiental de la cuenca del río San Juan - 2015", que obra como anexo.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN  
Coordinador de Evaluaciones Ambientales  
Integrales  
Dirección de Evaluación

EDGAR ALBERTO YSLA CEDEÑO  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación

JEAN PIERRE BAZÁN ALGUIAR  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación

DIBER ROLANDO SALDAÑA ALFARO  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación

CARLOS FIDENCIO LLANOS VÁSQUEZ  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación

Lima, **17 DIC. 2015**

Visto el Informe N° **00034** -2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI y habiéndose verificado que se encuentra enmarcado dentro de la función evaluadora, así como su coherencia lógica; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

ADY ROSÍN CHINCHAY TUESTA  
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental  
Dirección de Evaluación

Lima, **17 DIC. 2015**

Visto el Informe N° **00034** -2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI, y en atención a la recomendación de la Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

GIULIANA BECERRA CELIS  
Directora de la Dirección de Evaluación  
Dirección de Evaluación



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## INDICE

1.0	INTRODUCCIÓN .....	11
1.1	Antecedentes .....	12
1.2	Objetivos .....	12
1.3	Alcance de la Evaluación.....	13
1.4	Área de estudio.....	17
2.0	MÉTODOS.....	19
2.1	Etapa de precampo.....	19
2.2	Etapa de campo.....	19
2.3	Análisis de datos.....	23
3.0	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	33
3.1	Calidad de agua.....	33
3.2	Calidad de sedimentos .....	128
3.3	Hidrobiología.....	158
3.4	Calidad de suelos .....	196
4.0	CONCLUSIONES .....	205
5.0	RECOMENDACIÓN.....	207
6.0	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	208
7.0	ANEXOS .....	209





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Puntos de muestro en la cuenca del río San Juan, tributarios principales y lagos/lagunas asociadas por componente ambiental evaluado durante el año 2015. .... 14
Tabla 1-2: Coordenadas de los puntos de muestreo (agua continental, sedimento e hidrobiología) en la cuenca del río San Juan, tributarios principales y lagos/lagunas asociadas durante el año 2015. .... 17
Tabla 1-3: Coordenadas de los puntos de muestreo (suelo) en la cuenca del río San Juan durante el año 2015. .... 18
Tabla 2-1: Equipo técnico que participó de la primera evaluación – Marzo 2015. .... 19
Tabla 2-2: Equipo técnico que participó de la segunda evaluación – Junio 2015. .... 19
Tabla 2-3: Equipo técnico que participó de la tercera evaluación – Setiembre 2015. .... 19
Tabla 2-4: Características de los equipos usados en la evaluación de campo para la Calidad de Agua. .... 20
Tabla 2-5: Parámetros de calidad de agua, analizados por el laboratorio. .... 20
Tabla 2-6: Parámetros de calidad de sedimentos, analizados por el laboratorio. .... 21
Tabla 2-7: Parámetros en hidrobiología analizados por el laboratorio. .... 22
Tabla 2-8: Parámetros de calidad de suelos, analizados por el laboratorio. .... 23
Tabla 2-9: Método de análisis por parámetro en agua, utilizados por el laboratorio. .... 23
Tabla 2-10: Parámetros de agua según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Categoría 3, Riego de Vegetales y Bebidas de Animales. .... 25
Tabla 2-11: Parámetros de agua según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Categoría 4, Conservación del Ambiente Acuático: Lagunas y Lagos. .... 26
Tabla 2-12: Método de análisis por parámetro en sedimentos, utilizados por el laboratorio. .... 27
Tabla 2-13: Parámetros de Metales según norma canadiense. .... 28
Tabla 2-14: Método de análisis en Hidrobiología utilizados por el laboratorio. .... 29
Tabla 2-15: Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados de acuerdo al ABI. .... 31
Tabla 2-16: Clases, valores y descripción para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP/Col. .... 32
Tabla 2-17: Método de análisis por parámetro en suelos, utilizados por el laboratorio. .... 32
Tabla 2-18: Metales totales según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos de uso Agrícola. .... 33
Tabla 3-1: Resultados de los parámetros in situ en la cuenca del río San Juan y sus tributarios, 2015. .... 33
Tabla 3-2: Resultados de los parámetros in situ en lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. .... 35
Tabla 3-3: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos de la cuenca del río San Juan, 2015. .... 43
Tabla 3-4: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015. .... 44
Tabla 3-5: Resultados de metales totales en la cuenca del río San Juan y sus tributarios, 2015. .... 94
Tabla 3-6: Resultados de metales totales en las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. .... 95
Tabla 3-7: Resultados de los Parámetros físico-químico y orgánicos en sedimentos de la cuenca del río San Juan, 2015. .... 128
Tabla 3-8: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015. .... 129
Tabla 3-9: Resultados de los Metales totales en sedimentos de la cuenca del río San Juan, 2015. .... 131



Handwritten signatures in blue ink



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Tabla 3-10: Resultados de los Metales totales en sedimentos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015. 135
Tabla 3-11: Riqueza de especies de fitoplancton de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015. 158
Tabla 3-12: Abundancia total de los Phyla de fitoplancton (organismos/mL) de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015. 160
Tabla 3-13: Índices de diversidad del fitoplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 162
Tabla 3-14: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad del fitoplancton de los meses evaluados de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 164
Tabla 3-15: Riqueza de especies de zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 165
Tabla 3-16: Abundancia total de los Phyla de zooplancton (organismos/mL) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 167
Tabla 3-17: Índices de diversidad del zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 169
Tabla 3-18: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 171
Tabla 3-19: Abundancia total de las Clases de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m2) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 173
Tabla 3-20: Índices de diversidad de microinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 175
Tabla 3-21: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 176
Tabla 3-22: Riqueza de especies de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 177
Tabla 3-23: Abundancia total de Órdenes de peces (individuos totales) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 177
Tabla 3-24: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 178
Tabla 3-25: Índices de diversidad de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 179
Tabla 3-26: Riqueza de especies de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015. 179
Tabla 3-27: Abundancia relativa de los Phyla de perifiton (%) en la cuenca del río San Juan, 2015. 182
Tabla 3-28: Índices de diversidad de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015. 184
Tabla 3-29: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015. 186
Tabla 3-30: Abundancia total de las Clases de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m2) en la cuenca del río San Juan, 2015. 188
Tabla 3-30: Índices de diversidad de microinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015. 190
Tabla 3-32: Valores del Andean Biotic Index – ABI para todos los puntos de muestreos evaluados en la cuenca del río San Juan, 2015. 191
Tabla 3-33: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015. 193
Tabla 3-34: Riqueza de especies de peces en la cuenca del río San Juan, 2015. 194
Tabla 3-35: Abundancia total de Órdenes de peces (individuos totales) de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015. 194



Handwritten signatures and initials in blue ink



Tabla 3-36: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces en la cuenca del río San Juan, 2015. 195
Tabla 3-37: Índices de diversidad de peces en la cuenca del río San Juan, 2015 196
Tabla 3-38: Resultados de los parámetros fisicoquímicos de suelos cercanos a la cuenca del río San Juan, 2015. 196
Tabla 3-39: Resultados físico químicos del análisis de suelos cercanos a la cuenca del río San Juan. Marzo - 2015. 199

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1: Resultados de pH para los puntos de muestreo en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 36
Gráfico 3-2: Resultados de pH para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 37
Gráfico 3-3: Influencia de las unidades de pH de los tributarios al río San Juan, 2015. 38
Gráfico 3-4: Resultados de oxígeno disuelto para los puntos de muestreo de agua superficial en la cuenca del río San Juan, 2015. 39
Gráfico 3-5: Resultados de oxígeno disuelto para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 40
Gráfico 3-6: Resultados de conductividad eléctrica para los puntos de muestreo en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 41
Gráfico 3-7: Resultados de conductividad eléctrica para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 42
Gráfico 3-8: Resultados de DBO5 para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 45
Gráfico 3-9: Resultados de DBO5 para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 46
Gráfico 3-10: Influencia de las concentraciones de DBO5, de los tributarios al río San Juan, 2015. 47
Gráfico 3-11: Resultados de Aceites y Grasas para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 48
Gráfico 3-12: Resultados de Aceites y Grasas para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 49
Gráfico 3-13: Influencia de las concentraciones de aceites y grasas, de los tributarios al río San Juan, 2015. 50
Gráfico 3-14: Resultados de Fenoles para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 51
Gráfico 3-15: Resultados de fenoles para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 52
Gráfico 3-16: Resultados de Nitratos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 52
Gráfico 3-17: Resultados de nitratos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 53
Gráfico 3-18: Influencia de las concentraciones de Nitratos, de los tributarios al río San Juan, 2015. 54
Gráfico 3-19: Resultados de Cianuro WAD para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 55
Gráfico 3-20: Resultados de Cianuro WAD para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015. 56
Gráfico 3-21: Influencia de las concentraciones de Cianuro WAD, de los tributarios al río San Juan, 2015. 57



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-22: Resultados de Bicarbonatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015..... 58
Gráfico 3-23: Resultados de Bicarbonatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 59
Gráfico 3-24: Influencia de las concentraciones de bicarbonatos, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 60
Gráfico 3-25: Resultados de Sulfuros para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .... 61
Gráfico 3-26: Resultados de Sulfuros para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 62
Gráfico 3- 27: Resultados de DQO para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .... 63
Gráfico 3-28: Resultados de DQO para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 63
Gráfico 3-29: Influencia de las concentraciones de DQO, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 65
Gráfico 3-30: Resultados de Nitritos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .... 66
Gráfico 3-31: Resultados de Nitritos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 67
Gráfico 3-32: Influencia de las concentraciones de Nitritos, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 68
Gráfico 3- 33: Resultados de Cloruros para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .... 69
Gráfico 3- 34: Resultados de Cloruros para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 70
Gráfico 3-35: Influencia de las concentraciones de Cloruros, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 71
Gráfico 3-36: Resultados de Fosfatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .... 72
Gráfico 3-37: Resultados de Fosfatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015..... 73
Gráfico 3-38: Influencia de las concentraciones de Fosfatos, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 74
Gráfico 3-39: Resultados de Sulfatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015..... 75
Gráfico 3-40: Resultados de Sulfatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 76
Gráfico 3-41: Influencia de las concentraciones de Sulfatos, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 77
Gráfico 3-42: Resultados de Cromo VI para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. .. 78
Gráfico 3-43: Resultados de Cromo VI para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. .... 79
Gráfico 3-44: Influencia de las concentraciones de Cromo VI, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 80
Gráfico 3-45: Resultados de Detergente SAAM para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015..... 81
Gráfico 3-46: Resultados de Detergente Aniónicos (SAAM) para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015. .... 82
Gráfico 3-47: Resultados de Carbonatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015..... 83
Gráfico 3-48: Resultados de Carbonatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015..... 83
Gráfico 3-49: Influencia de las concentraciones de Carbonatos, de los tributarios al río San Juan, 2015..... 85
Gráfico 3-50: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015..... 86



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



Gráfico 3-51: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 87
Gráfico 3-52: Resultados de Coliformes termotolerantes para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 87
Gráfico 3-53: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 88
Gráfico 3-54: Resultados de Clorofila A para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 89
Gráfico 3-55: Resultados de Cianuro libre para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 89
Gráfico 3-56: Resultados de Sólidos totales en suspensión para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 90
Gráfico 3-57: Resultados de Sulfuro de hidrógeno para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 91
Gráfico 3-58: Resultados de Nitrógeno amoniacal para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 92
Gráfico 3-59: Resultados de aluminio (Al) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 93
Gráfico 3-60: Resultados de aluminio (Al) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 96
Gráfico 3-61: Influencia de las concentraciones de aluminio (Al) total de los tributarios al río San Juan, 2015. 97
Gráfico 3-62: Resultados de arsénico (As) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 98
Gráfico 3-63: Influencia de las concentraciones de arsénico (As) total de los tributarios al río San Juan, 2015. 99
Gráfico 3-64: Resultados de cadmio (Cd) total, en aguas del río San Juan, 2015. 101
Gráfico 3-65: Resultados de cadmio (Cd) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 102
Gráfico 3-66: Influencia de las concentraciones de cadmio (Cd) total de los tributarios al río San Juan, 2015. 103
Gráfico 3-67: Resultados de calcio (Ca) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 104
Gráfico 3-68: Influencia de las concentraciones de calcio (Ca) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 105
Gráfico 3-69: Resultados de cobalto (Co) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 106
Gráfico 3-70: Resultados de cobre (Cu) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 107
Gráfico 3-71: Resultados de cobre (Cu) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 108
Gráfico 3-72: Influencia de las concentraciones de cobre (Cu) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 109
Gráfico 3-73: Resultados de hierro (Fe) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 110
Gráfico 3-74: Resultados de hierro (Fe) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 111
Gráfico 3-75: Influencia de las concentraciones de hierro (Fe) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 112
Gráfico 3-76: Resultados de manganeso (Mn) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 113
Gráfico 3-77: Resultados de manganeso (Mn) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 114
Gráfico 3-78: Influencia de las concentraciones de manganeso (Mn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 115



Handwritten signatures and initials in blue ink



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-79: Resultados de mercurio (Hg) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 116
Gráfico 3-80: Resultados de mercurio (Hg) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 117
Gráfico 3-81: Influencia de las concentraciones de mercurio (Hg) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 118
Gráfico 3-82: Resultados de níquel (Ni) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 119
Gráfico 3-83: Resultados de plata (Ag) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 120
Gráfico 3-84: Resultados de plata (Ag) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 120
Gráfico 3-85: Influencia de las concentraciones de plata (Ag) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 122
Gráfico 3-86: Resultados de plomo (Pb) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 123
Gráfico 3-87: Influencia de las concentraciones de plomo (Pb) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 124
Gráfico 3-88: Resultados de zinc (Zn) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015. 125
Gráfico 3-89: Resultados de zinc (Zn) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015. 126
Gráfico 3-90: Influencia de las concentraciones de zinc (Zn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 127
Gráfico 3-91: Resultados de arsénico (As) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 137
Gráfico 3-92: Resultados de arsénico (As) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 138
Gráfico 3-93: Influencia de las concentraciones de arsénico (As) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 139
Gráfico 3-94: Resultados de cadmio (Cd) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 140
Gráfico 3-95: Resultados de cadmio (Cd) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 141
Gráfico 3-96: Influencia de las concentraciones de cadmio (Cd) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 142
Gráfico 3-97: Resultados de Cobre (Cu) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 143
Gráfico 3-98: Resultados de Cobre (Cu) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 144
Gráfico 3-99: Influencia de las concentraciones de Cobre (Cu) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 145
Gráfico 3-100: Resultados de Cromo (Cr) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 146
Gráfico 3-101: Resultados de Cromo (Cr) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 147
Gráfico 3-102: Influencia de las concentraciones de Cromo (Cr) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 148
Gráfico 3-103: Resultados de Plomo (Pb) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 149
Gráfico 3-104: Resultados de Plomo (Pb) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 150



Handwritten signatures and initials in blue ink



Gráfico 3-105: Influencia de las concentraciones de Plomo (Pb) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 151
Gráfico 3-106: Resultados de Zinc (Zn) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 152
Gráfico 3-107: Resultados de Zinc (Zn) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 153
Gráfico 3-108: Influencia de las concentraciones de Zinc (Zn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 154
Gráfico 3-109: Resultados de Mercurio (Hg) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015. 155
Gráfico 3-110: Resultados de Mercurio (Hg) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 156
Gráfico 3-111: Influencia de las concentraciones de Mercurio (Hg) total, de los tributarios al río San Juan, 2015. 157
Gráfico 3-112: Riqueza específica de los phyla de fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 159
Gráfico 3-113: Abundancias relativas de los phyla de fitoplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 160
Gráfico 3-114: Abundancias de los phyla de fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 161
Gráfico 3-115: Índice de Equidad de Hill del fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015. 163
Gráfico 3-116: Cluster de similaridad de Bray-Curtis del fitoplancton por punto de muestreo de los tres meses de evaluación de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 164
Gráfico 3-117: Riqueza específica de los phyla de zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 166
Gráfico 3-118: Abundancias relativas de los phyla de zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 167
Gráfico 3-119: Abundancias de los phyla de zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 168
Gráfico 3-120: Índice de Equidad de Hill del zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 169
Gráfico 3-121: Riqueza específica de las clases de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 172
Gráfico 3-122: Abundancias relativas de las Clases de macroinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 173
Gráfico 3-123: Abundancias de las clases de microinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 174
Gráfico 3-124: Índice de Equidad de Hill de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 175
Gráfico 3-125: Cluster de similaridad de Bray-Curtis de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 176
Gráfico 3-126: Abundancias relativas de órdenes de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 177
Gráfico 3-127: Abundancias de órdenes de peces por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015. 178
Gráfico 3-128: Riqueza específica de los phyla de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015. 181



Handwritten signatures and initials in blue ink



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-129: Abundancias relativas de los phyla de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015..... 182
Gráfico 3-130: Abundancias de los phyla de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015. .... 183
Gráfico 3-131: Índice de Equidad de Hill de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015. .... 185
Gráfico 3-132: Riqueza específica de los clases de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015..... 187
Gráfico 3-133: Abundancias relativas de las clases de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015..... 188
Gráfico 3-134: Abundancias de las Clases de microinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015..... 189
Gráfico 3-135: Índice de Equidad de Hill de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015..... 191
Gráfico 3-136: Cluster de similaridad de Bray-Curtis de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en la cuenca del río San Juan, 2015..... 193
Gráfico 3-137: Abundancias relativas de órdenes de peces en la cuenca del río San Juan, 2015..... 195
Gráfico 3-138: Resultado de análisis de cianuro libre comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 197
Gráfico 3-139: Resultado de análisis de cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015. .... 198
Gráfico 3-140: Resultado de análisis de arsénico (As) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 201
Gráfico 3-141: Resultado de análisis de bario (Ba) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 202
Gráfico 3-142: Resultado de análisis de cadmio (Cd) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 202
Gráfico 3-143: Resultado de análisis de mercurio (Hg) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 203
Gráfico 3-144: Resultado de análisis de plomo (Pb) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015..... 204



Handwritten signatures and initials in blue ink



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## 1.0 INTRODUCCIÓN

1. La problemática ambiental en el ámbito nacional e internacional es un tema de relevancia tanto para la sociedad civil en su conjunto, como para las instituciones privadas y estatales. Uno de los componentes ambientales más comprometidos es el recurso hídrico. Diversos tipos de industrias se asientan junto a fuentes de agua naturales para su uso, vertiendo a la vez sus efluentes con carga contaminante en los ríos y lagos, impactando negativamente la calidad de los mismos.
2. La minería en el Perú cumple un rol fundamental debido a que constituye un factor de desarrollo económico, siendo la fuente de divisas más importante del país. No obstante, en el pasado ha generado impactos ambientales negativos que hasta el día de hoy no han recibido el manejo ambiental que amerita. Prueba de ello es la lista de pasivos ambientales mineros<sup>1</sup> que de manera paradójica crece año tras año.
3. Actualmente, las actividades mineras legales vienen implementando sistemas de gestión ambiental a fin de controlar sus aspectos ambientales significativos en un intento por adecuarse a la normativa ambiental actual. Por otro lado, la minería informal e ilegal posee operaciones que deterioran la calidad ambiental de manera descontrolada, convirtiéndose en un problema que merecería la atención inmediata de las autoridades locales de las que son competencia.
4. El Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2015 – PLANEFA 2015<sup>2</sup> (en adelante, PLANEFA) indica que la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA (en adelante, OEFA), comprende la facultad de analizar los factores externos que inciden en la calidad del ambiente de las áreas de influencia de las actividades, cuya fiscalización es de competencia directa del OEFA, a través de estudios ambientales especializados y monitoreos automatizados de componentes ambientales (aire, agua, flora, fauna, suelo, entre otros). Esta función sirve como soporte técnico a la función de supervisión directa, en tanto le provee información sobre los posibles impactos y riesgos de las actividades supervisadas.
5. Conociendo ésta problemática, el OEFA, determinó realizar una evaluación ambiental en la cuenca del río San Juan (ubicada en la región de Pasco) a través de monitoreos de agua, suelo, sedimentos e hidrobiológicos realizados en los meses de marzo, junio y setiembre del presente año.
6. La información generada producto de la evaluación ambiental realizada a la cuenca del río San Juan servirá de insumo para las acciones de supervisión de la Dirección de Supervisión del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.



<sup>1</sup> Según la Resolución Ministerial N° 102-2015-MEM/DM, hasta el 9 de marzo de 2015 se identificaron 8616 pasivos mineros en todo el ámbito nacional.

<sup>2</sup> Resolución de Consejo Directivo N° 048-2014-OEFA/CD – PLANEFA 2015.

## 1.1 Antecedentes

7. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 048-2014-OEFA/CD, publicada el 01 de enero de 2015 en el diario oficial El Peruano, se aprobó el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental – PLANEFA del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, correspondiente al año 2015, en el cual se señala que, como parte de la función evaluadora, el OEFA efectúa el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas directamente, a través de estudios ambientales especializados y monitoreos sistematizados de componentes ambientales.
8. En ese sentido, el OEFA consideró de prioridad efectuar una evaluación ambiental de la cuenca del río San Juan, dado que en ella se desarrollan importantes actividades económicas productivas que podrían estar generando algún impacto negativo en el área de la cuenca.
9. Mediante informe N° 066-2015-OEFA/DE-SDCA se aprobó el Plan de Evaluación Ambiental Integral de la cuenca del río San Juan, en el cual se detallan las actividades a desarrollar, así como el cronograma de ejecución.
10. Los profesionales de la Dirección de Evaluación realizaron tres (03) salidas de campo para evaluar la calidad de agua, sedimentos, suelos e hidrobiología de la cuenca del río San Juan en las siguientes fechas: la primera salida del 19 al 31 de marzo, la segunda del 05 al 12 de junio y la última del 02 al 10 de setiembre de 2015.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

11. Evaluar la calidad ambiental de la cuenca del río San Juan, a fin de identificar las posibles fuentes de contaminación y determinar los impactos negativos generados por las actividades antropogénicas en el ambiente.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

12. Realizar un diagnóstico de la calidad ambiental del agua, suelo, sedimentos e hidrobiológico de la cuenca del río San Juan.
13. Identificar las posibles fuentes contaminantes y determinar sus posibles impactos negativos en la cuenca del río San Juan.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

### 1.3 Alcance de la Evaluación

14. Mediante el presente estudio se busca evaluar aquellos componentes de la cuenca del río San Juan que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización son de competencia directa del OEFA<sup>3</sup>.
15. La evaluación ambiental de la cuenca del río San Juan fue realizada mediante tres (03) salidas de campo, las que se realizaron en los meses de marzo, junio y setiembre del año 2015.
16. Los componentes ambientales evaluados durante la primera salida de campo fueron aguas superficiales (03 puntos de muestreo), sedimento e hidrobiología (03 puntos de muestreo cada uno) y suelos (03 puntos de muestreo); durante la segunda salida fueron evaluados aguas superficiales (23 puntos de muestreo) y sedimento e hidrobiología (23 puntos de muestreo cada uno); mientras que los evaluados durante la tercera salida fueron aguas superficiales (20 puntos de muestreo), sedimento e hidrobiología (20 puntos de muestreo cada uno) y suelos (13 puntos de muestreo).
17. En la Tabla 1-1 se especifican los códigos de los puntos de muestreo por cada componente ambiental evaluado en cada una de las salidas de campo.



*[Handwritten signatures]*

<sup>3</sup>

Reglamento de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – SINEFA  
Artículo 24°: Alcance de la Función Evaluadora. Corresponde al OEFA ejercer la función evaluadora a efectos de brindar soporte técnico para las acciones de fiscalización ambiental que le han sido transferidas, así como para las acciones de supervisión a las EFA en su condición de ente rector del SINEFA. La información que se genera como consecuencia de ella sirve de sustento para el inicio de las acciones de supervisión, ya sea directa o a través de las EFA.

**Tabla 1- 1: Puntos de muestro en la cuenca del río San Juan, tributarios principales y lagos/lagunas asociadas por componente ambiental evaluado durante el año 2015.**

Zona Evaluada	Código del Punto de Muestreo	Primera Evaluación Marzo de 2015				Segunda Evaluación Junio de 2015				Tercera Evaluación Setiembre de 2015			
		Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos	Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos	Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos
Cuenca del río San Juan	PM-04	21/03/2015	X	X	X	NE				NE			
	PM-06	20/03/2015	X	X	X	NE				NE			
	PM-21	20/03/2015	X	X	X	NE				NE			
	AG-RSJ-07	NE				10/06/2015	X			07/09/2015	X		
	AG-RSJ-09	NE				11/06/2015	X			08/09/2015	X		
	AG-RSJ-10	NE				11/06/2015	X			08/09/2015	X		
	AG-RSJ-12	NE				09/06/2015	X			06/09/2015	X		
	AG-RSJ-16	NE				09/06/2015	X			04/09/2015	X		
	AG-RSJ-19	NE				08/06/2015	X			05/09/2015	X		
	AG-RSJ-21	NE				08/06/2015	X			05/09/2015	X		
	AG-RSJ-22	NE				08/06/2015	X			05/09/2015	X		
	AG-RSJ-23	NE				09/06/2015	X			06/09/2015	X		
	SE-RSJ-07	NE				10/06/2015		X		07/09/2015		X	
	SE-RSJ-09	NE				11/06/2015		X		08/09/2015		X	
	SE-RSJ-10	NE				11/06/2015		X		08/09/2015		X	
	SE-RSJ-12	NE				09/06/2015		X		06/09/2015		X	
	SE-RSJ-16	NE				09/06/2015		X		04/09/2015		X	
	SE-RSJ-19	NE				08/06/2015		X		05/09/2015		X	
	SE-RSJ-21	NE				08/06/2015		X		05/09/2015		X	
	SE-RSJ-22	NE				08/06/2015		X		05/09/2015		X	
	SE-RSJ-23	NE				09/06/2015		X		06/09/2015		X	
	SU-01	NE				NE				08/09/2015			X



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Table with 14 columns: Zona Evaluada, Código del Punto de Muestreo, and three evaluation periods (March 2015, June 2015, September 2015) with sub-columns for Fecha, Agua Superficial, Sedimento e Hidrobiología, and Suelos.



Handwritten signatures and initials in blue ink



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

cenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Zona Evaluada	Código del Punto de Muestreo	Primera Evaluación Marzo de 2015				Segunda Evaluación Junio de 2015				Tercera Evaluación Setiembre de 2015			
		Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos	Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos	Fecha	Agua Superficial	Sedimento e Hidrobiología	Suelos
	SE-RSJ-15	NE				08/06/2015		X		06/09/2015		X	
	SE-QS1-17	NE				08/06/2015		X		09/09/2015		X	
	SE-QS2-18	NE				09/06/2015		X		06/09/2015		NPC	
	SE-QS3-20	NE				08/06/2015		X		05/09/2015		NPC	
Lago/Laguna asociada	AG-LAL-01	NE				09/06/2015	X			08/09/2015	X		
	AG-LAG-02	NE				09/06/2015	X			06/09/2015	X		
	AG-LAO-03	NE				07/06/2015	X			06/09/2015	X		
	AG-LPU-04	NE				07/06/2015	X			05/09/2015	X		
	AG-LAC-05	NE				08/06/2015	X			04/09/2015	X		
	AG-LYA-06	NE				11/06/2015	X			04/09/2015	X		
	SE-LAL-01	NE				09/06/2015		X		06/09/2015		X	
	SE-LSE-02	NE				09/06/2015		X		06/09/2015		X	
	SE-LAO-03	NE				07/06/2015		X		05/09/2015		X	
	SE-LPU-04	NE				07/06/2015		X		04/09/2015		X	
	SE-LAC-05	NE				08/06/2015		X		04/09/2015		X	
	SE-LYA-06	NE				11/06/2015		X		08/09/2015		X	

NPC: Punto de muestreo que no presentó caudal; NE: Punto de muestreo no evaluado.

Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures and initials in blue ink



#### 1.4 Área de estudio

18. El río San Juan es el tributario principal de la cuenca del río Mantaro y nace de la confluencia de los ríos Rancas y Alcacocho, en el lugar denominado Patancancha a una altitud de 4 200 msnm; a lo largo de su recorrido desembocan 17 tributarios principales en dicho río (INRENA, 2002).
19. Políticamente, la cuenca del río San Juan comprende los distritos de Vicco y Simón Bolívar, en la provincia y departamento de Pasco. Así también, los cuerpos de agua asociados al río San Juan son las lagunas Acucocha, Punrún, Quicay, Huicra y Alcacocho, que constituyen nacientes de los principales ríos tributarios de la cuenca.
20. Las coordenadas de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad ambiental de la cuenca del río San Juan y sus principales tributarios y lagunas asociadas se establecieron de acuerdo a la descripción especificada en la Tabla 1-2 y 1-3.

**Tabla 1- 2: Ubicación de los puntos de muestreo de agua continental, sedimento e hidrobiología en la cuenca del río San Juan, tributarios principales y lagos/lagunas asociadas durante el año 2015.**

Zona Evaluada	Código del Punto de Muestreo		Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (msnm)	Descripción
	Agua Continental	Sedimento e Hidrobiología	Este	Norte		
Cuenca del río San Juan	AG-RSJ-07	SE-RSJ-07	361 312	8 794 024	4 102	Río San Juan, parte baja de la cuenca.
	AG-RSJ-09	SE-RSJ-09	361 620	8 801 114	4 132	Río San Juan, parte baja de la cuenca.
	AG-RSJ-10	SE-RSJ-10	360 362	8 805 265	4 153	Río San Juan, aguas abajo de la relavera Huaraucaca, operada por Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
	AG-RSJ-12	SE-RSJ-12	356 666	8 807 653	4 177	Río San Juan, aguas abajo de la Central hidroeléctrica de Jupayagra.
	AG-RSJ-16	SE-RSJ-16	356 753	8 813 327	4 205	Río San Juan.
	AG-RSJ-19	SE-RSJ-19	356 428	8 815 909	4 360	Río San Juan, aguas abajo de la comunidad de Yurajhuanca.
	AG-RSJ-21	SE-RSJ-21	355 854	8 817 502	4 359	Río San Juan, aguas abajo de la comunidad de Rancas.
	AG-RSJ-22	SE-RSJ-22	354 740	8 820 524	4 231	Río San Juan, aguas arriba de la comunidad de Rancas.
	AG-RSJ-23	SE-RSJ-23	353 898	8 822 721	4 229	Río San Juan, parte alta de la cuenca.
Tributarios de la cuenca	AG-RBL-08	SE-RBL-08	360 397	8 799 612	4 120	Río Blanco, tributario del río San Juan.
	AG-RAN-11	SE-RAN-11	359 645	8 806 582	4 149	Río Andacancha, aguas abajo de la relavera Huachuacaja, operada por Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
	AG-RBL-13	SE-RBL-13	353 359	8 801 906	4 246	Río Blanco, aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Río Blanco.
	AG-RBL-14	SE-RBL-14	350 637	8 802 599	4 281	Río Blanco, aguas arriba de la Central Hidroeléctrica Río Blanco.
	AG-RSJ-15	SE-RSJ-15	356 606	8 812 049	4 181	Río San Juan, aguas arriba de la comunidad de Sacrafamilia.
	AG-QS1-17	SE-QS1-17	355 908	8 813 159	4 211	Quebrada S/N 1, tributario del río San Juan.



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Zona Evaluada	Código del Punto de Muestreo		Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (msnm)	Descripción
	Agua Continental	Sedimento e Hidrobiología	Este	Norte		
	AG-QS2-18	SE-QS2-18	357 080	8 815 488	4 208	Quebrada S/N 2, tributario del río San Juan.
	AG-QS3-20	SE-QS3-20	356 606	8 815 930	4 359	Quebrada Quiulacocha, (Río Ragra) aguas abajo de Compañía Minera Aurífera Aurex S.A.
Lago/Laguna asociada	AG-LAL-01	SE-LAL-01	356 089	8 828 414	4 342	Laguna Alcacocha.
	AG-LAG-02	SE-LSE-02	357 583	8 822 671	4 295	Laguna Huicra
	AG-LAO-03	SE-LAO-03	347 416	8 817 296	4 328	Laguna Quicay
	AG-LPU-04	SE-LPU-04	344 159	8 803 554	4 313	Laguna Punrun.
	AG-LAC-05	SE-LAC-05	333 273	8 807 097	4 503	Laguna Acacocha.
	AG-LYA-06	SE-LYA-06	363 611	8 814 969	4 364	Laguna Yanamate, a 2 km de la ciudad de Cerro de Pasco.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 1- 3: Ubicación de los puntos de muestreo de suelo en la cuenca del río San Juan durante el año 2015.**

Zona Evaluada	Código del Punto de Muestreo	Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (msnm)	Descripción
	Suelos	Este	Norte		
Cuenca del río San Juan	SU-01	8 799 833	361 030	4 127	A 5,4 km de distancia de la empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
	SU-02	8 806 814	359 436	3 927	Cerca de la empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
	SU-03	8 805 031	359 993	4 136	Cerca de la empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
	SU-04	8 807 806	356 686	3 942	Cerca de la Central Hidroeléctrica de Jupayagra.
	SU-05	8 811 983	356 234	3 947	Cerca de la Comunidad Campesina Sacrafamilia, cerca de las chancadoras.
	SU-06	8 812 867	354 682	3 964	A 2,3 km del río San Juan, cerca de las chancadoras.
	SU-07	8 815 769	356 726	3 953	Cerca de la empresa Compañía Minera Aurífera Aurex S.A."
	SU-08	8 817 413	355 819	3 950	Cerca de la Comunidad Campesina Rancas.
	SU-09	8 816 245	358 505	4 006	Cerca de la empresa Compañía Minera Aurífera Aurex S.A.
	SU-10	8 821 383	354 611	4 218	Inicio del río San Juan.
	SU-11	8 818 363	346 492	4 310	Cerca de la empresa Corporación Minera Centauro S.A.C.
	SU-12	8 828 411	356 199	4 341	Cerca a la laguna Alcacocha.
	SU-13	8 814 958	363 515	4 348	Cerca a la laguna Yanamate.

Fuente: Elaboración Propia

## 2.0 MÉTODOS

### 2.1 Etapa de precampo

21. El trabajo de precampo incluyó el análisis y sistematización de la información relevante relacionada con los objetivos del presente informe, así como la respectiva planificación, coordinaciones, elaboración de cronograma de actividades y plan de trabajo.

### 2.2 Etapa de campo

22. La primera evaluación se realizó del 19 al 31 de marzo de 2015; época de avenida, en donde se evaluaron tres (03) puntos de muestreo.
23. La evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1: Equipo técnico que participó de la primera evaluación – Marzo 2015.**

Evaluable	Especialidad	Institución
Carlos Scotto Espinoza	Biólogo	Dirección de Evaluación del OEFA
Omar Orahulio Soto	Ing. Ambiental	
Darwin Valcárcel Rojas	Biólogo	
Víctor Montesinos Calle	Bach. Ing. Ambiental	

Fuente: Elaboración Propia

24. Conforme al Plan de Evaluación Ambiental Integral, la segunda evaluación se realizó del 05 al 12 de junio de 2015, en donde se evaluaron 23 puntos de muestreo.
25. Dicha evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2: Equipo técnico que participó de la segunda evaluación – Junio 2015.**

Evaluable	Especialidad	Institución
Edgar Ysla Cedeño	Biólogo	Dirección de Evaluación del OEFA
Julio Monzón Anticona	Biólogo	
Saúl Aldave Agüero	Biólogo	
Jean Pierre Bazán Alguar	Bach. Ing. Agrícola	

Fuente: Elaboración Propia

26. Asimismo, la tercera evaluación se realizó del 02 al 10 de setiembre de 2015; época de estiaje, en donde se evaluaron 23 puntos de muestreo.
27. En esta ocasión la evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3: Equipo técnico que participó de la tercera evaluación – Setiembre 2015.**

Evaluable	Especialidad	Institución
Edgar Ysla Cedeño	Biólogo	Dirección de Evaluación del OEFA
Rolando Saldaña Alfaro	Biólogo	



Evaluador	Especialidad	Institución
Jean Pierre Bazán Alguiar	Bach. Ing. Ambiental	
Carlos Llano Vásquez	Biólogo	

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.1 Calidad de agua

28. El muestreo se realizó de acuerdo "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial" (aprobado con Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA) y los procedimientos para la conservación y preservación de muestras de los laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (en adelante, INACAL).
29. Los laboratorios responsables de los análisis del presente componente fueron Inspectorate Services Peru S.A.C., AGQ Perú S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C.
30. La temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto fueron registrados usando un equipo Multiparámetro HACH Modelo HQ40d. Este equipo fue previamente calibrado en un laboratorio acreditado por INACAL, siendo las características las que se muestran en el Tabla 2-4.

**Tabla 2-4: Equipos usados en la evaluación de campo para la Calidad de Agua.**

Equipo	Parámetros	Unidad	Rango o Límite de Detección
Multiparámetro portátil HACH HQ40d	Temperatura	°C	-10 a 55
	pH	Unidades de pH	0 a 14
	Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	0 - 19,99
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0 - 19,99

Fuente: Elaboración Propia

31. Las muestras de agua colectadas para el análisis en laboratorio se detallan en la Tabla 2-5.

**Tabla 2-5: Parámetros de calidad de agua analizados por el laboratorio.**

Matriz	Parámetro
Agua superficial	Cloruros
	Cromo Hexavalente
	Azúfre Total
	Metales Totales por ICP
	Mercurio Total
	Fenoles
	Sulfuros
	Sulfatos
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
	Nitrógeno Amoniacal
	Coliformes Totales

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Matriz	Parámetro
	Coliformes Fecales o Termotolerantes
	Aceites y Grasas
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)
	Cianuro Libre
	Sólidos Disueltos Totales
	Cianuro Wad
	Nitritos
	Nitratos
	Nitrógeno Amoniacal
	Bicarbonatos
	Detergentes (SAAM)
	Fosfatos
	Clorofila A
	Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)
	Silicato
	Carbonatos

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2 Calidad de sedimentos

32. La toma de muestras de sedimentos se realizó de acuerdo al “Procedimiento para Muestreo de Aguas y Sedimentos para Determinación de Metales” del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia y los procedimientos para la conservación y preservación de muestras del laboratorio acreditado ante el INACAL.
33. Los laboratorios responsables de los análisis del presente componente fueron Environmental Testing Laboratory S.A.C. y AGQ Perú S.A.C.
34. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio se detallan en la Tabla 2-6.

**Tabla 2-6: Parámetros de calidad de sedimentos, analizados por el laboratorio.**

Matriz	Parámetro
Sedimentos	Materia Orgánica
	Mercurio Total
	Metales Totales por ICP
	pH en pasta
	Potencial Rédox
	Nitrógeno Orgánico

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3 Hidrobiología

35. Durante la evaluación se colectaron muestras de plancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, siguiendo la metodología estandarizada según la publicación “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en



aguas continentales del Perú" (UNMSM-MHN, 2014) y recomendaciones del laboratorio. A continuación, se detalla los cuatro (04) métodos aplicados:

a. Método de Evaluación de Plancton (fitoplancton y zooplancton)

- 36. Para fitoplancton se tomó una muestra directa en un frasco de polietileno de 1000 mL de capacidad y preservado en formol al 4% para su posterior identificación y análisis. En el caso del zooplancton se filtraron 10 L de agua en una red de plancton de tamaño de malla estándar de 20 µm; el volumen concentrado fue vertido en un frasco de polietileno de 250 mL de capacidad. Las muestras colectadas fueron almacenadas, etiquetadas y preservadas con solución de formol al 4% para su posterior análisis.

b. Método de Evaluación de Perifiton

- 37. Para la colecta se delimitó un área de 25 cm² (5,0 cm por 5,0 cm) en un sustrato sumergido (piedra u otro), realizándose un raspado superficial del mismo. El volumen concentrado fue vertido en un frasco de 250 mL, donde fue fijado con solución de formol al 5%. Asimismo, se consideró tomar muestras compuestas, eligiéndose tres (3) tipos de sustratos por cada punto de muestreo, juntando todos en una sola muestra.

c. Método de Evaluación de Macroinvertebrados Bentónicos

- 38. Para la colecta de esta comunidad se utilizó una red Surber de 0,09 m² (30 x 30 cm) de área con 500 µm de abertura de malla y considerando un número representativo de replicadas por triplicado. Para la colecta se eligió el hábitat más representativo y adecuado para el establecimiento de esta comunidad, donde se ubicó la red Surber. Dentro del área demarcada por la red, se procedió a la remoción y lavado de sustratos (piedras, troncos u hojarasca). Seguidamente la muestra fue trasvasada a recipientes previamente rotulados, la fijación se hizo con etanol de 70°, de acuerdo al protocolo del laboratorio.

d. Método de Colecta de Peces

- 39. Se aplicó el arte de pesca con atarraya tanto en ambientes lénticos (lagunas) como lóticos (ríos y quebradas). Las dimensiones de la atarraya fueron de 3 m de diámetro, 3,5 m de largo con 10 mm de abertura, realizándose 10 lances por estación. Los ejemplares colectados fueron fijados inmediatamente en formol al 10% por un periodo de 48 horas como mínimo. Una vez fijadas las muestras en formol, fueron preservadas en alcohol al 70% envolviéndose cada uno de los individuos colectados en gasa con fines de no maltratar sus escamas y aletas, así como para mantenerlas humedecidas. Finalmente se etiquetaron las muestras con datos del punto de muestreo (nombre del hábitat, código de campo, fecha y nombre colector) para su posterior traslado e identificación taxonómica.
- 40. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio se muestran en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7: Parámetros en hidrobiología analizados.

Table with 2 columns: Matriz, Parámetro. Row 1: Matriz, Parámetro. Row 2: (blank), Fitoplancton.



Matriz	Parámetro
Biológica	Zooplankton
	Perifiton
	Macroinvertebrados bentónicos
	Peces

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.4 Calidad de suelos

41. La toma de muestras de suelo se realizó a nivel de identificación, de acuerdo a los criterios establecidos en la "Guía para el Muestreo de Suelos", aprobada por el Ministerio del Ambiente mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y los procedimientos para la conservación y preservación de muestras de los laboratorios acreditados ante el INACAL.
42. Los laboratorios responsables de los análisis del presente componente fueron Environmental Testing Laboratory S.A.C. y AGQ Perú S.A.C.
43. En la Tabla 2-8 se detallan los parámetros analizados por el laboratorio.

**Tabla 2-8: Parámetros de calidad de suelos analizados por el laboratorio.**

Matriz	Parámetro
Suelo	Cianuro Libre
	Cromo Hexavalente
	Mercurio
	Metales

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3 Análisis de datos

44. A partir de los resultados proporcionados por los laboratorios, se analizó cada parámetro conforme al siguiente detalle:

#### 2.3.1 Calidad de agua

45. Los parámetros analíticos y métodos de referencia determinados en laboratorio se realizaron de acuerdo a los procedimientos especificados en la Tabla 2-9.

**Tabla 2-9: Métodos de análisis por parámetro en agua utilizados por el laboratorio.**

Parámetro	Método de Referencia
Cloruros	SM 4500-CI B
Cromo Hexavalente	SM 3500-Cr B Ed 22
Azufre Total	EPA <sup>4</sup> 200.7
Metales Totales por ICP	EPA 200.5 - EPA 200.7
Mercurio Total	ISO 17852
Fenoles	SM 5530 B, C, D

<sup>4</sup> "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Parámetro	Método de Referencia
Sulfuros	SM 4500- S2 - G
Sulfatos	SM 4500-SO42-E
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	SM 5210B Ed 22
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D
Nitrógeno Amoniaco	SM 4500 NH3 D
Coliformes Totales	SM 9221B Ed 22.1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	SM 9221E Ed 22.1
Aceites y Grasas	SM 5520B Ed 22
Azufre Total	EPA 200.7 Rev. 4.4
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SM 2540 D
Sólidos Disueltos Totales	EPA 160.1 1999
Cianuro Libre	SM 4500-CN J,E
Cianuro Wad	SM-4500-CN E
Nitritos	SM 4500 NO2- B
Nitratos	SM 4500-NO3-D Ed 22
Nitrógeno Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Bicarbonatos	SM 2320 B
Detergentes (SAAM)	SM 5540 C
Fosfatos	SM 4500-P E Ed 22
Clorofila A	SM 10200 F2
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	SM 4500 S2-
Silicato	EPA 200.7
Carbonatos	SM 5520-B

Fuente: Informe de Ensayo con Valor Oficial N° 32788L/15-MA - Inspectorate Services Perú S.A.C.

N° de Referencia: A-15/11826, A-15/11827, A-15/11829, A-15/21485, A-15/21484, A-15/21480, A-15/21466, A-15/21467, A-15/20968, A-15/20969, A-15/20971, A-15/20981, A-15/20982, A-15/21454, A-15/21453, A-15/21471, A-15/21009, A-15/21007, A-15/21015, A-15/20962, A-15/20957, A-15/21006, A-15/21014, A-15/22017, A-15/22013, A-15/20960, A-15/20956, A-15/22015, A-15/22011, A-15/22016, A-15/22012, A-15/21008, A-15/22014, A-15/22010, A-15/22107, A-15/22106, A-15/22108, A-15/21440, A-15/21438, A-15/20985, A-15/20986, A-15/20983, A-15/20984, A-15/20979, A-15/20980, A-15/21445, A-15/21443, A-15/21478, A-15/21452, A-15/21450, A-15/21470, A-15/22119, A-15/22115, A-15/21930, A-15/22118, A-15/22111, A-15/22009, A-15/22008, A-15/21553 – AGQ Perú S.A.C.

N° 98647L/15-MA-MB, N° 98604L/15-MA-MB, N° 98643L/15-MA-MB, N° 98678L/15-MA-MB, N° 98721L/15-MA-MB y N° 98815L/15-MA - AGQ Perú S.A.C.

N° J-00183293, N° J-00183290, N° J-00183279, N° J-00183317, N° J-00183313 y N° J-00183329 - NSF ENVIROLAB S.A.C.

46. El Perú cuenta con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua los cuales fueron aprobados a través del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM (en adelante, ECA para Agua).

47. De acuerdo a lo establecido en el Anexo N° 1 “Clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeras” de la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, los resultados reportados por el laboratorio de los afluentes (tributarios) del río San Juan y el mismo río San Juan, fueron comparados con los ECA para Agua en la Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebidas de Animales). Estos cuerpos de agua superficial se les ha asignado la Categoría 3, considerando lo establecido en el artículo 3°, del D.S. N° 023-2009-MINAM, el cual en su numeral 3.3 indica lo siguiente “Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría



de acuerdo a su calidad, se considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan".

48. El río San Juan y sus tributarios (ríos y quebradas), al no tener una clasificación específica, se les ha otorgado la clasificación del río Mantaro (cuerpo receptor), siendo este último correspondiente a la Categoría 3 del ECA para Agua.
49. Por otra parte, a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, se les asignó la Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos) del ECA para Aguas, toda vez que sus aguas no rebosan o descargan superficialmente en el río San Juan o en otros cuerpos de agua superficiales; respecto a dicha laguna, se sabe que una parte de sus aguas se infiltran al subsuelo y se queden depositadas en las formaciones kársticas de roca calizas y la otra parte se evapora al medio ambiente. (Ver Tabla 2-10 y Tabla 2-11).

**Tabla 2-10: Parámetros de agua según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Categoría 3, Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.**

PARAMETROS	UNIDADES	D.S. N° 002-2008-MINAM ECA – AGUA Cat. 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales	
		Riego de Vegetales Tallo Bajo	Bebidas de Animales
<b>Fisicoquímicos e Inorgánicos</b>			
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Conductividad	µS/cm	< 2 000	< =5 000
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4	> 5
Bicarbonatos	mg/L	370	--
Carbonatos	mg/L	5	--
Cloruros	mg/L	100 - 700	--
Cianuro WAD	mg/L	0,1	0,1
Fosfatos	mg/L	1	--
Fenoles	mg/L	0,001	0,001
Nitratos	mg/L	10	50
Nitritos	mg/L	0,06	1
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05
Sulfatos	mg/L	300	500
Aceites y Grasas	mg/L	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15	<= 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	40
Cromo VI	mg/L	0,1	1
S.A.A.M. (Detergentes)	mg/L	1	1
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	1000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000	5000
<b>Metales Totales</b>			

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

PARAMETROS	UNIDADES	D.S. N° 002-2008-MINAM ECA – AGUA Cat. 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales	
		Riego de Vegetales Tallo Bajo	Bebidas de Animales
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,05	0,1
Bario	mg/L	0,7	--
Berilio	mg/L	--	0,1
Boro	mg/L	0,5 - 6	5
Cadmio	mg/L	0,005	0,01
Calcio	mg/L	200	--
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Hierro	mg/L	1	1
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	150	150
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,001
Níquel	mg/L	0,2	0,2
Plata	mg/L	0,05	0,05
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,05	0,05
Sodio	mg/L	200	--
Zinc	mg/L	2	24

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM.

**Tabla 2-11: Parámetros de agua según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático: Lagunas y Lagos.**

PARAMETROS (mg/L)	Unidades	D.S. N° 002-2008-MINAM ECA-Agua Cat. 4: Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y Lagos
<b>Fisicoquímicos e Inorgánicos</b>		
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5
Clorofila A	mg/L	10
Solidos Totales Suspendidos	mg/L	≤ 25
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	< 5
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible
Cianuro Libre	mg/L	0,022
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	< 0,02
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	5



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

PARAMETROS (mg/L)	Unidades	D.S. N° 002-2008-MINAM ECA-Agua Cat. 4: Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y Lagos
<b>Fisicoquímicos e Inorgánicos</b>		
Cromo Hexavalente	mg/L	0,05
Fenoles	mg/L	0,001
Fosfatos	mg/L	0,4
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	0,002
<b>Biológicos</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	2 000
<b>Metales Totales</b>		
Arsénico	mg/L	0,01
Bario	mg/L	0,7
Cadmio	mg/L	0,004
Cobre	mg/L	0,02
Mercurio	mg/L	0,0001
Níquel	mg/L	0,025
Plomo	mg/L	0,001
Zinc	mg/L	0,03

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM

### 2.3.2 Calidad de sedimentos

50. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio fueron determinados mediante los procedimientos especificados en la Tabla 2-12.

**Tabla 2-12: Método de análisis por parámetro en sedimentos, utilizados por el laboratorio.**

Parámetro	Método de Referencia	Título
<b>Fisicoquímicos</b>		
pH en Pasta	EPA 600/2-78-054, 203pp.	<i>Sobek, A.A., Schuller, W.A., Freeman, J.R. and Smith, R.M. (1978), Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils</i>
Granulometría	NTP <sup>5</sup> 339.128.1999	Análisis Granulométrico en Suelos
Nitrógeno Total Kjeldahl	HACH <sup>6</sup> 8075 Ed. 7	Nitrógeno Orgánico Total - Kjeldahl
Potencial Rédox	Manual de Técnicas de análisis de Suelo. Instituto Mexicano del Petróleo - Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 2006 (ISBN 968-489-039-7)	Potencial Óxido-Reducción. Determinación en Laboratorio y Campo

<sup>5</sup> "NTP": Norma Técnica Peruana.

<sup>6</sup> "HACH": Water Analysis Handbook.



Parámetro	Método de Referencia	Título
<b>Fisicoquímicos</b>		
Materia Orgánica	NTC <sup>7</sup> . Rev. 2006	Carbono Orgánico y Materia Orgánica. Oxidación con Dicromato en medio ácido y Determinación colorimétrica del cromato reducido.
<b>Metal (CVAA – FIMS)</b>		
Mercurio	EPA Method 7471B Rev. 02 Edition 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold - Vapor Technique)
<b>Metales (ICP)</b>		
Metales	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

Fuente: Informe de Ensayo N° 151444, 151445, 151487 y 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C. Estudio SAA-15/01828, SAA-15/01829, SAA-15/01830, SAA-15/01831, SAA-15/01832, SAA-15/01930 - AGQ Perú S.A.C.

51. Para el análisis de este componente, se consideraron de manera referencial, los valores establecidos en los "Estándares de Calidad Ambiental Canadiense" (en adelante, CEQG)<sup>8</sup>.
52. Dicha norma internacional presenta un estándar científico adecuado para observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos. Las CEQG establecen dos (2) tipos de valores: (i) ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines), que corresponde a los límites por debajo de los cuales no se presentan efectos biológicos adversos y (ii) PEL (Probable Effect Level), que corresponden a las concentraciones sobre las cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia. Ver Tabla 2-13.

**Tabla 2-13: Parámetros de metales según norma canadiense.**

Parámetro	Norma Canadiense (CEQG)	
	ISQG (mg/Kg)	PEL (mg/Kg)
Arsénico	5,9	17
Cadmio	0,6	3,5
Cromo	37,3	90
Cobre	35,7	197
Mercurio	0,17	0,486
Plomo	35	91,3
Zinc	123	315

Fuente: CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines).

### 2.3.3 Hidrobiología

53. Los parámetros analíticos evaluados en laboratorio fueron determinados mediante los procedimientos especificados en la Tabla 2-14.

<sup>7</sup> "NTC": Norma Técnica Chilena.

<sup>8</sup> CEQG (Canadian Environmental Quality Guidelines), 2011: Valores guía para la protección de la vida acuática (aguas continentales). Agencia de Protección Ambiental.

**Tabla 2-14: Método de análisis de muestras hidrobiológicas.**

Parámetro	Método	Técnica
Fitoplancton	SM 10200 - F (Ítems: F.2.a, F.2.b y F.2.c.1). Plankton. Phytoplankton Counting Techniques.	Identificación y Conteo
Zooplancton	SM 10200 - G. Plankton. Zooplankton Counting Techniques.	Identificación y Conteo
Perifiton	SM 10300 C (ítems 1). Periphyton. Samples Analysis. Sedgwick Rafter Counts.	Identificación y Conteo
Macroinvertebrados bentónicos	SM 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates. Samples Processing and Analysis.	Identificación y Conteo
Peces	<p><i>Reis et al.</i> 2003, Check List of Freshwater Fishes of South and Central America.</p> <p><i>Hernán Ortega et al.</i> Lista Anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica-Museo de Historia Natural, UNMSM.</p> <p><i>Lynne Parenti.</i> 1984. A taxonomic revision of the andean killifish Genus <i>Orestias</i> (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol 178; Article 2. New York.</p>	Identificación y Conteo

Fuente: Informe de Ensayo N° 151444, 151445, 151487 y 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C. Estudio SAA-15/01828, SAA-15/01829, SAA-15/01830, SAA-15/01831, SAA-15/01832, SAA-15/01930 - AGQ Perú S.A.C.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

54. De los resultados obtenidos, se procedió a caracterizar las estructuras comunitarias del plancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, lo cual incluyó la composición y riqueza de especies, las especies más frecuentes, abundantes y la composición por táxones mayores.
55. Además, se determinaron los índices comunitarios, tales como el índice de Shannon (H'), índice de dominancia de Simpson (D) según *Magurran* (2011), los números de Diversidad de Hill, índice de equidad de Hill y el índice de calidad acuática (Índice Biótico Andino), según *Ríos et al.*, (2014).

**a. Índice de Diversidad de Shannon (H')**

56. El valor del índice es cero cuando todos los individuos recolectados pertenecen a una sola especie (es decir, mayor dificultad de predicción). El valor teórico máximo del índice "log<sub>2</sub> (pi)" se alcanza cuando cada individuo colectado pertenece a una especie diferente.

$$H' = -\sum pi \text{Log}_2 pi$$

Donde:

- H': Índice de diversidad de Shannon.
- pi: Abundancia proporcional de la especie (ni/N).
- ni: Número de individuos de la especie.
- N: Número total de individuos.

### b. Índice de dominancia de Simpson (D)

57. Manifiesta la probabilidad de que dos (2) individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está influenciado por la importancia de las especies más dominantes. Los valores varían entre cero (0) y uno (1), el valor equivalente a uno (1) es el de mayor diversidad. Como su valor es inverso a la equidad se expresa a través de la siguiente fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

$p_i$ : abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### c. Números de Diversidad de Hill o Diversidad verdadera

58. Estos números de diversidad, cuyas unidades son números de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies.  $N_0$  es el número total de especies de la muestra;  $N_1$  es el número de las especies abundantes y  $N_2$  es el número de las especies muy abundantes en la muestra. Es decir que el número efectivo de especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia ( $N_0 > N_1 > N_2$ ).

Número 0:  $N_0 = S$

Número 1:  $N_1 = e^{H'}$

Número 2:  $N_2 = 1/D_{s_i}$

Donde:

$S$ : número de especies,

$H'$ : índice de Shannon (calculado en logaritmo natural),

$D_{s_i}$ : índice de Simpson

### d. Índice de Equidad de Hill

59. Hill también propuso la razón  $N_2$  y  $N_1$  como un índice de equidad. A diferencia de los otros índices de equidad, este índice prácticamente no es afectado por la riqueza de especies.

$$E_{Hi} = N_2/N_1$$

### e. Análisis Estadístico

60. En el análisis estadístico de las comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton) y macroinvertebrados bentónicos, se utilizó el software PAST v3.10 como aplicativo para la elaboración de cladogramas (Cluster), de acuerdo a la matriz de similaridad de Bray-Curtis con transformación de datos  $\text{Log}(X+1)$ , que representa la relación de similaridad de las abundancias de especies entre los diferentes puntos de muestreo y entre las diferentes épocas de muestreo.

61. Por último, se realizó un análisis SIMPER o de porcentajes de similaridad, con el cual se analizó el promedio del porcentaje de contribución de variables individuales (especies) a la disimilaridad entre grupos. Identificándose a las especies que son probablemente las responsables de las diferencias entre los grupos determinados en los análisis anteriores (Cluster).

**f. Índice de Calidad Acuática: Índice Biótico Andino (ABI)**

62. Los índices bióticos basados en la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación han sido ampliamente utilizados para evaluar la calidad del agua de los ríos. Dadas las características ecológicas y geográficas únicas de los Andes, los índices de macroinvertebrados utilizados en otras regiones deben adaptarse con cautela. Ríos *et al.* (2014) presenta una revisión de la literatura sobre distribución de las familias de macroinvertebrados y la tolerancia a la contaminación en las zonas andinas por encima de 2000 msnm. Usando estos datos, propone un Índice Biótico Andino (ABI), que se basa en el índice de BMWP (desarrollado en el Reino Unido).

63. Los detalles de los puntajes asignados a las familias de acuerdo a Ríos *et al.* (2014), se muestran en la Tabla 2-15.

**Tabla 2-15: Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados de acuerdo al ABI.**

Familias (Clase/Orden)	Puntuación
<i>Leptophlebiidae, Oligoneuridae, Polythoridae, Perlidae, Gripopterygidae, Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae, Blepharoceridae, Athericidae</i>	10
<i>Gomphidae, Calopterygidae, Leptoceridae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae</i>	8
<i>Leptohiphidae, Glossosomatidae, Limnephilidae</i>	7
<i>Ancylidae, Hyalellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Coenagrionidae, Hydroptilidae</i>	6
<i>Turbellaria, Veliidae, Gerridae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae, Hydropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae, Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae, Simuliidae, Tipulidae</i>	5
<i>Hydracarina, Baetidae, Belostomatidae, Pyralidae, Tabanidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Empididae</i>	4
<i>Hirudinea, Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Ostracoda, Staphylinidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Psychodidae,</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae</i>	2
<i>Oligochaeta, Syrphidae</i>	1

Fuente: Ríos *et al.*, (2014)

64. Asimismo, la escala de clasificación se hace en base a Roldan (2003), quien toma como referencia BMWP/Col, esta clasificación se muestran en la Tabla 2-16.



*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

**Tabla 2-16: Clases, valores y descripción para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP/Col**

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	Buena	< 150	Aguas muy limpias	Azul
		101-120	Aguas limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán (2003).

### 2.3.4 Calidad de suelo

65. En la Tabla 2-17 se detallan los métodos de laboratorio empleados para el análisis de los parámetros.

**Tabla 2-17: Método de análisis por parámetro en suelos, utilizados por el laboratorio.**

Parámetro	Método de Referencia	Título
<b>Fisicoquímicos</b>		
Cianuro Libre	EPA 9013 A, SM 4500 CN-J	Sobek, A.A., Schuller, W.A., Freeman, J.R. and Smith, R.M. (1978), Field and laboratory methods applicable to overburden and mine soils
Cromo Hexavalente	EPA 3060A Rev. 1, 1996.	Allcaline Digestion for Hexavalent Chromium
	EPA 7196-A	Chromium, Hexavalent (Colorimetric). Validado 2013.
<b>Metal Total</b>		
Mercurio	EPA Method 7471B Rev. 02 Edition 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold - Vapor Technique)
<b>Metales (ICP)</b>		
Metales	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

Fuente: Informe de Ensayo N° 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C  
 Estudio SAA-15/01826, SAA-15/01827 - AGQ Perú S.A.C.

66. Los resultados analíticos de las muestras de suelo obtenidos fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos (en adelante, ECA para Suelos) de uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Ver Tabla 2-18.

**Tabla 2-18: Metales totales según Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos de uso Agrícola.**

Parámetros	ECA Suelo Agrícola - D.S. 002-2013-MINAM (mg/kg MS)
Arsénico Total	50
Bario Total	750
Cadmio Total	1,4
Cianuro libre	0,9
Cromo VI	0,4
Mercurio Total	6,6
Plomo Total	70

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2014-MINAM.

### 3.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Calidad de agua

67. La calidad de agua se determinó mediante diversos análisis en campo y en laboratorio, la elección de los parámetros, así como la ubicación de los puntos de muestreo, están en función al área de influencia de las actividades mineras que podrían afectar la calidad del agua. Los reportes de ensayo de los laboratorios y las cadenas de custodia de las muestras se presentan en los Anexos C y D respectivamente. Asimismo, los resultados obtenidos se especifican a continuación:
68. Los resultados de los parámetros *in situ* de los puntos de muestreo considerados en la evaluación se presentan en la Tabla 3-1 y Tabla 3-2.

**Tabla 3- 1: Resultados de los parámetros in situ en la cuenca del río San Juan y sus tributarios, 2015.**

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Parámetros <i>in situ</i>			
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
ECA para Agua Categoría 3 D.S. N° 002-2008-MINAM	Riego de Vegetales		6,5-8,5	≥ 4	< 2000	-
	Bebidas de Animales		6,5-8,4	> 5	≤ 5000	-
Río San Juan	PM-04	MAR	8,52	7,04	371	11,5
	PM-06		8,33	8,4	502	14,3
	PM-21		8,25	8,52	231	12,7
	AG-RSJ-23	JUN	7,71	9,58	234	9,1
		SET	8,94	11,71	436	14,4
	AG-RSJ-22	JUN	6,75	6,35	262	9
		SET	8,56	8,5	322	14,1
	AG-RSJ-21	JUN	7,03	6,59	283	11,9
		SET	8,7	11,89	352	16,2
	AG-RSJ-19	JUN	6,88	6,52	295	11,7
SET		8,27	6,6	430	16,5	

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Parámetros <i>in situ</i>			
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
ECA para Agua Categoría 3 D.S. N° 002-2008-MINAM	Riego de Vegetales		6,5-8,5	≥ 4	< 2000	-
	Bebidas de Animales		6,5-8,4	> 5	≤ 5000	-
Tributarios del Río San Juan	AG-RSJ-16	JUN	6,12	6,29	1 360	9,8
		SET	7,78	5,71	2 350	11,8
	AG-RSJ-12	JUN	6,76	6,06	365	9
		SET	8,89	7,73	293	12,7
	AG-RSJ-10	JUN	7,71	6,17	493	10,9
		SET	8,61	7,08	496	12,6
	AG-RSJ-09	JUN	6,94	6,25	496	10,1
		SET	8,51	7,09	806	8,2
	AG-RSJ-07	JUN	6,66	6,76	471	8,3
		SET	8,49	6,67	439	10
	AG-QS3-20	JUN	8,15	3,85	1729	18,6
		SET	---	---	---	---
	AG-QS2-18	JUN	7,22	5,78	367	8,5
		SET	---	---	---	---
AG-QS1-17	JUN	7,61	5,99	380	14	
	SET	7,32	6,9	344	11	
AG-RSJ-15	JUN	8,01	5,58	285	16,4	
	SET	8,68	6,57	275	13,8	
AG-RAN-11	JUN	8,11	5,13	350	9,1	
	SET	11,89	6,07	749	14,2	
AG-RBL-14	JUN	7,9	5,46	208	7,54	
	SET	8,75	7,14	226	13,2	
AG-RBL-13	JUN	7,1	5,18	390	8	
	SET	8,76	6,53	239	16,3	
AG-RBL-08	JUN	6,94	5,85	306	4,6	
	SET	---	---	---	---	

Fuente: Elaboración Propia

“-”: No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua

“---”: No se realizó la toma de muestra (Cause seco).

Los valores representados a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 3 – Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

**Tabla 3- 2: Resultados de los parámetros *in situ* en lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Parámetros <i>in situ</i>			
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
ECA para Agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático"	Lagunas y Lagos		6,5-8,5	≥ 5	-	-
Lagunas Asociadas	AG-LAL-01	JUN	8,24	6,39	151,1	9,1
		SET	10,3	8,55	105,5	10,9
	AG-LAG-02	JUN	8,59	6,73	298	11,5
		SET	8,86	5,62	223	13,9
	AG-LAO-03	JUN	9,39	6,83	127,4	9,7
		SET	8,53	6,03	278	13,2
	AG-LPU-04	JUN	8,55	7,56	224	14,1
		SET	9,04	10,71	211,1	11,4
	AG-LAC-05	JUN	8,1	6,04	203,1	12,7
		SET	8,32	6,57	193,1	10,6
	AG-LYA-06	JUN	SD	6	4280	10,6
		SET	2,25	6,89	4950	15,2

Fuente: Elaboración Propia

"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua

Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 3 – Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).

➤ **Potencial de Hidrógeno (pH)**

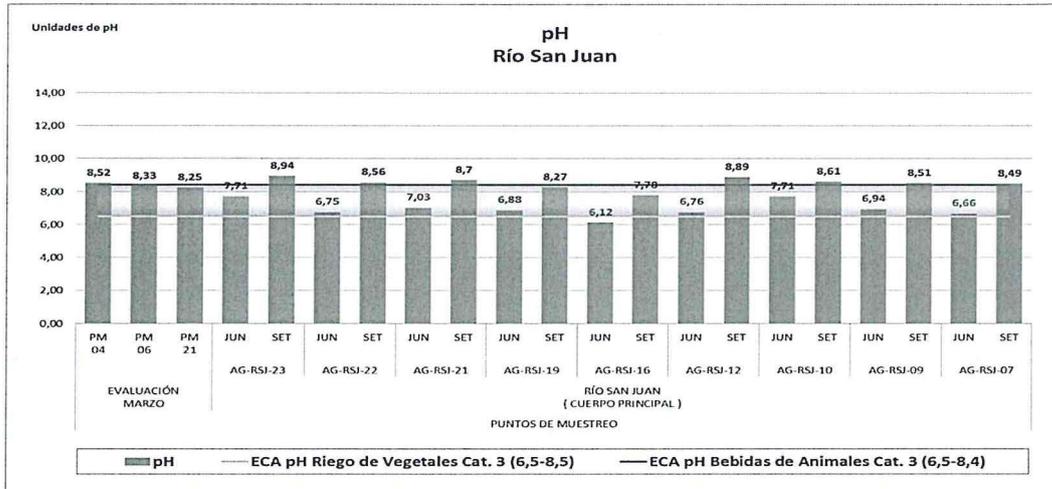
69. Los valores de pH registrados en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo y junio, se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (6,5 – 8,5) como para bebidas de animales (6,5 – 8,4), excepto el punto de muestreo PM-04 correspondiente al mes de marzo el cual presentó un pH ligeramente alcalino (8,52 unidades de pH) y el punto AG-RSJ-16 correspondiente al mes de junio el cual presentó un pH ligeramente ácido (6,12 unidades de pH).
70. Por otro lado, los valores de pH registrados en el mes de setiembre fueron ligeramente alcalinos en todos los puntos de muestreo, de los cuales seis (06) de los nueve (09) puntos de muestreo (AG-RSJ-23, AG-RSJ-22, AG-RSJ-21, AG-RSJ-12, AG-RSJ-10 y AG-RSJ-09) se encontraron fuera del rango establecido en los ECA para agua Categoría 3 "Riego de vegetales" (6,5 – 8,5 unidades) y siete (07) de nueve (09) puntos de muestreo (AG-RSJ-23, AG-RSJ-22, AG-RSJ-21, AG-RSJ-12, AG-RSJ-10 y AG-RSJ-09, AG-RSJ-07) se encontraron fuera del rango establecido en los ECA para agua Categoría 3 "Bebidas de animales" (6,5 – 8,4 unidades).



Handwritten signatures and initials in blue ink.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

**Gráfico 3-1: Resultados de pH para los puntos de muestreo en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

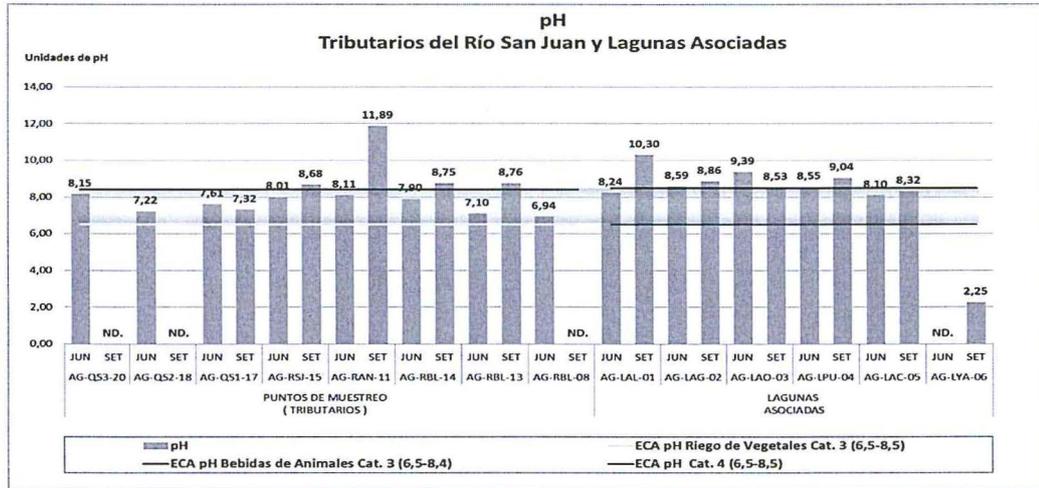


71. Asimismo, en el Gráfico 3-2 se aprecia que los puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan (08), los valores de pH registrados en el mes de junio, se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (6,5 – 8,5) como para bebidas de animales (6,5 – 8,4), mientras que en el mes de setiembre los valores obtenidos se encontraron fuera del rango establecido en los ECA antes mencionados para los puntos de muestreo AG-RSJ-11, AG-RSJ-13, AG-RSJ-14 y AG-RSJ-15.
72. Por otra parte, en los puntos de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, los valores de pH registrados en el mes de junio fueron ligeramente alcalinos en todos los puntos de muestreo, de los cuales tres (03) (AG-LAG-02, AG-LAO-03, AG-LPU-04) de los seis (06) puntos analizados, superaron el rango máximo establecido en los ECA para agua Categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático – Lagos y lagunas (6,5 - 8,5 unidades); mientras que en el mes de setiembre todos los puntos de muestreo se encontraron fuera del rango establecido en los ECA antes mencionados; con valores entre 2,25 y 10,30 unidades de pH, excepto el punto de muestreo AG-LAC-05 el cual presentó un pH ligeramente alcalino (8,32 unidades de pH).
73. De igual forma en las evaluaciones realizadas, la laguna Yanamate (AG-LYA-06) fue la que presentó el valor más ácido (2,25 unidades de pH) y con un espejo de agua disminuido al pase de los años<sup>9</sup>, a diferencia de la laguna Alcacocha que presentó el valor más alcalino (10,30 unidades de pH) en el mes de setiembre; mientras que en el mes de junio, la laguna Quicay (AG-LAO-03) fue la que presentó el valor más alcalino (9,39 unidades de pH).

<sup>9</sup> Observación presentada en la Inspección a la laguna Yanamate, durante Supervisión Especial efectuada a la unidad minera “Cerro de Pasco” de la Empresa Administradora Cerro S.A.C., mediante reporte público con número de informe N° 036-2013-OEFA/DS-CMI. Marzo, 2013.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-2: Resultados de pH para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



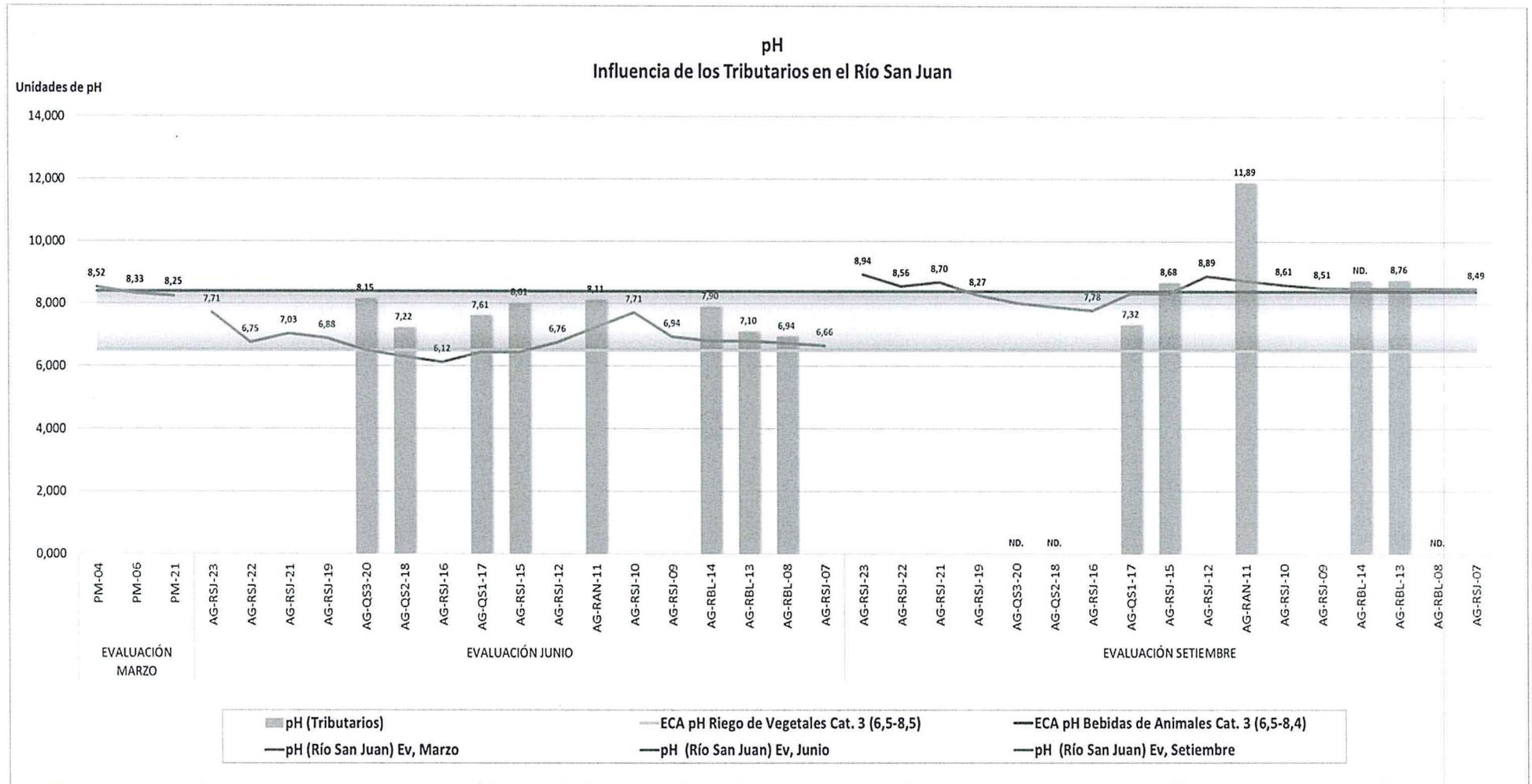
ND: No determinado, por factores de cauce seco.

74. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacochoa (AG-QS3-20) y las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17), S/N 2 (AG-QS2-18) y S/N 3 (AG-RSJ-15) presentaron valores de pH alcalinos, sin embargo, estas concentraciones no influyen en los valores de pH obtenidos en el río San Juan después de su confluencia. Mientras que el pH alcalino del río Andacancha elevó el pH del río San Juan luego de tributar en este. Ver Gráfico 3-3.
75. El río Andacancha (AG-RAN-11) y las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) presentaron valores de pH alcalinos para el mes de setiembre, los cuales elevaron el pH de río San Juan luego de tributar en este, tal como se aprecia en el Gráfico 3-3.



Handwritten signatures in blue ink.

Gráfico 3-3: Influencia de las unidades de pH de los tributarios al río San Juan, 2015.



ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
Fuente: Elaboración Propia

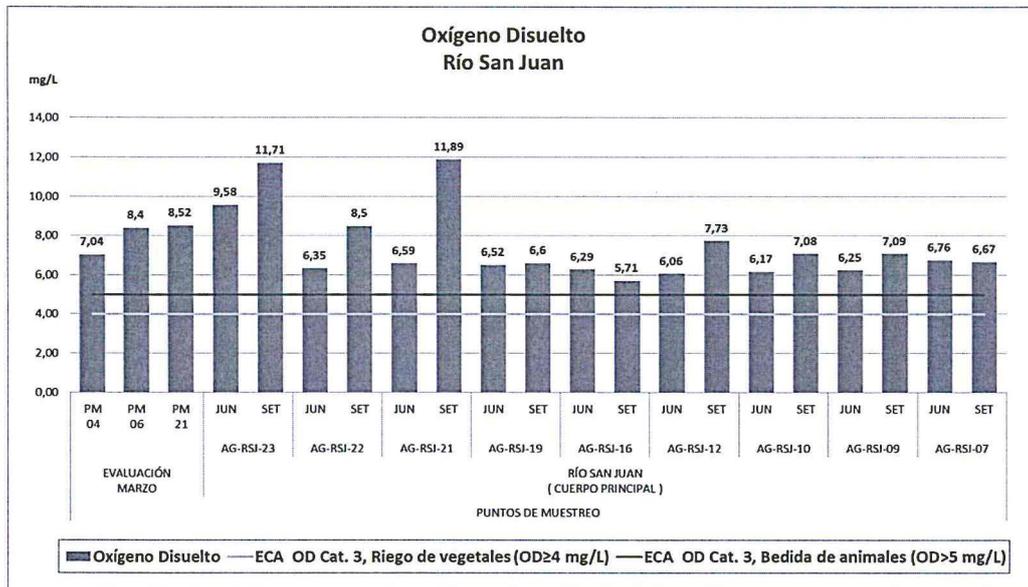


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Oxígeno Disuelto (OD)**

76. Las concentraciones de oxígeno disuelto registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, Riego de vegetales ( $\geq 4$  mg/L) y bebidas de animales ( $> 5$  mg/L).

**Gráfico 3-4: Resultados de oxígeno disuelto para los puntos de muestreo de agua superficial en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

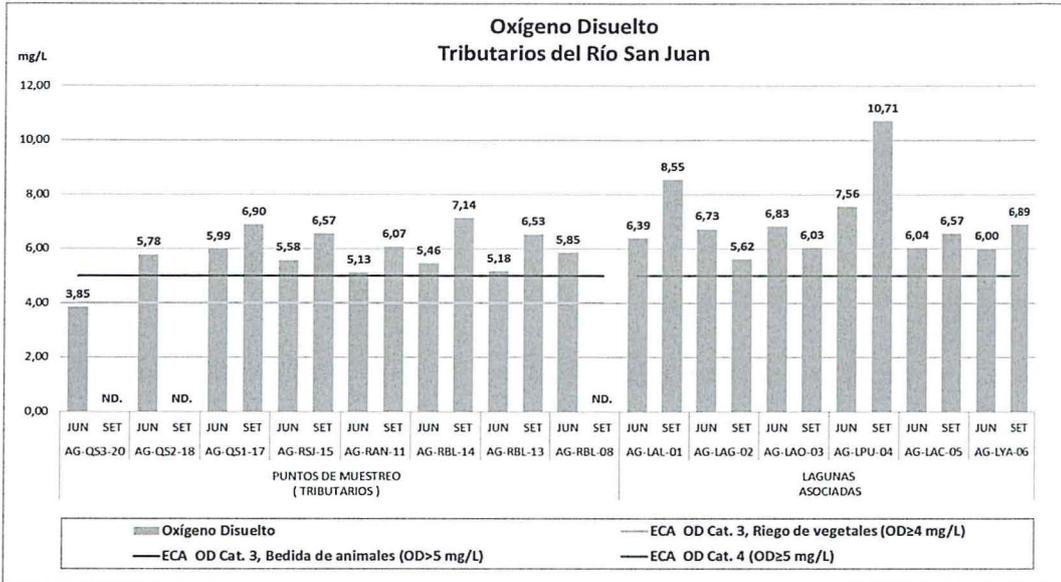
77. Asimismo, en el Gráfico 3-5 se aprecia que los puntos de muestreo correspondientes a los tributarios, del río San Juan (08), las concentraciones de oxígeno disuelto registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro de los valores establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, Riego de vegetales ( $\geq 4$  mg/L) y bebidas de animales ( $> 5$  mg/L), excepto el punto de muestreo AG-QS3-20 correspondiente al mes de junio el cual presentó una concentración de 3,85 mg/L.
78. Por otra parte, en los puntos de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, los valores de oxígeno disuelto registrados en el mes de junio y setiembre se encontraron dentro de los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático – Lagos y lagunas ( $\geq 5$  mg/L).



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-5: Resultados de oxígeno disuelto para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia

➤ **Conductividad Eléctrica (CE)**

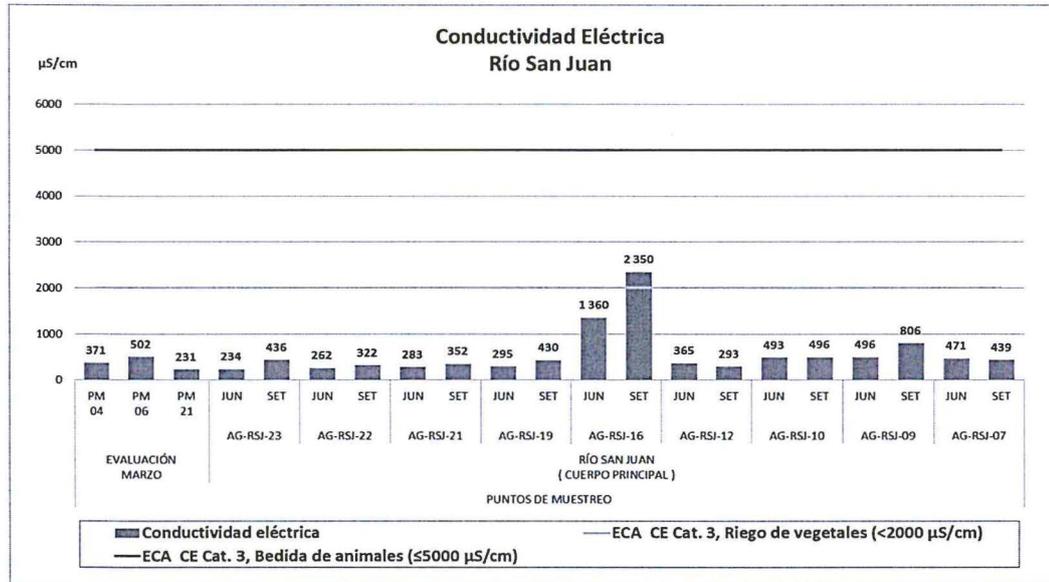
79. Los valores de conductividad eléctrica registrados en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron dentro de los valores establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, Riego de vegetales (<2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y bebida de animales ( $\leq 5000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), excepto en el punto de muestreo AG-RSJ-16 correspondiente al mes de setiembre el cual presentó un valor de 2 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , superando de así los valores establecidos en los ECA para Agua de la Categoría 3, Riego de vegetales (<2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).



Handwritten signatures and initials in blue ink.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-6: Resultados de conductividad eléctrica para los puntos de muestreo en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**

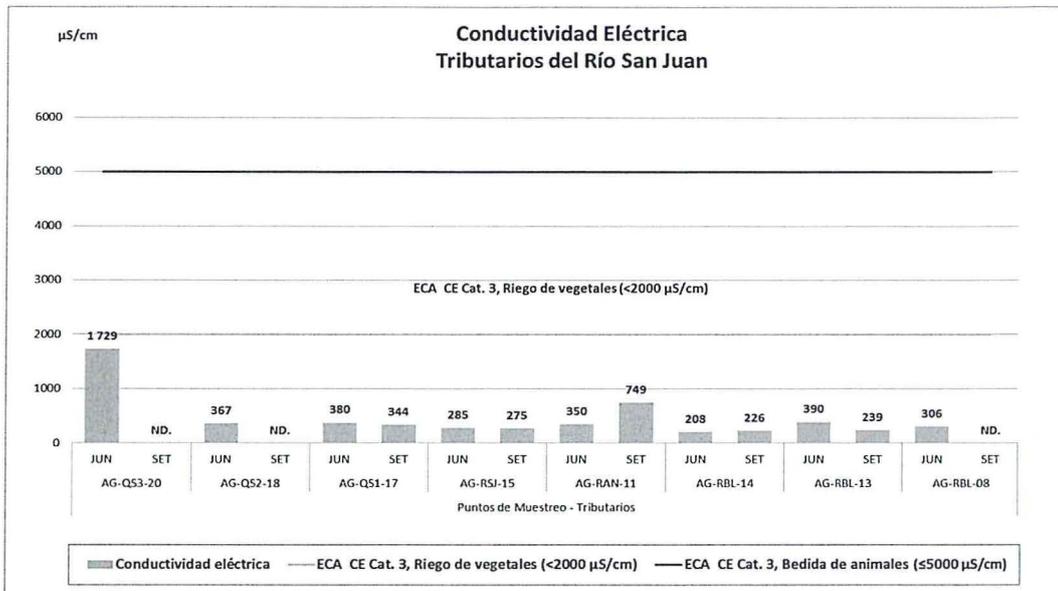


Fuente: Elaboración Propia.

80. Igualmente, en el Gráfico 3-7 se aprecia que los puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan (08), la conductividad eléctrica registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua de la Categoría 3, Riego de vegetales (<2000 µS/cm) y bebida de animales (<=5000 µS/cm). Además, se observó que en el punto de muestreo ubicado en la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20), se registró una alta conductividad eléctrica (1 729,00 µS/cm), en comparación con todos los demás puntos evaluados en el mes de junio.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

**Gráfico 3-7: Resultados de conductividad eléctrica para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia.

81. Cabe resaltar que en las evaluaciones de junio y setiembre, la laguna Yanamate, presento niveles elevados de conductividad<sup>10</sup> de 4 280 µS/cm y 4 950 µS/cm respectivamente, y debido a no tener un ECA de comparación, la información registrada se tomó de manera referencial.

**Parámetros Físico-químicos, Inorgánicos, Orgánicos y Microbiológicos**

82. En la Tabla 3-3, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros físico-químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos obtenidos del río San Juan y de sus tributarios.
83. En la Tabla 3-4, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos obtenidos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan.

<sup>10</sup> GOLDER ASSOCIATES PERÚ S.A. (2000), en el Resumen Ejecutivo del Informe Final correspondiente al Plan de Manejo Ambiental de la Laguna Yanamate presentado a la Empresa Volcan Compañía Minera S.A.A., hace referencia a las características fisicoquímicas de la laguna Yanamate como parte del estudio (...) *la laguna muestra un pH fuertemente ácido y una alta conductividad, así como altas concentraciones de metales pesados (...)*.

Tabla 3-3: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos de la cuenca del río San Juan, 2015.

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Aceites y Grasas (mg/L)	Azufre Total (mg/L)	Cianuro Libre (mg/L)	Cianuro (WAD) (mg/L)	Cromo VI (mg/L)	Detergentes Aniónicos (SAAM) (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Nitrógeno Amomiacal (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
ECA para agua - Categoría 3 D.S. 002-2008-MINAM	Riego de Vegetales		1,0	-	-	0,1	0,1	1,0	15	40	-	-	-	0,05	370,0	5,0	100,0	10,0	0,06	1,0	300,0	-	1000,0	5000,0
	Bebida de Animales		1,0	-	-	0,1	1,0	1,0	≤15	40	0,001	-	-	0,05	-	-	700,0	50,0	1,0	-	500,0	-	1000,0	5000,0
Río San Juan	PM 04	MAR	< 1,0	-	<0,002	<0,002	<0,008	-	-	20,40	-	262	21,2	<0,002	-	-	-	0,42	-	-	67,00	<0,01	-	-
	PM 06		< 1,0	-	<0,002	<0,002	<0,008	-	-	56,80	-	368	39,0	<0,002	-	-	-	<0,06	-	-	144,80	<0,01	-	-
	PM 21		< 1,0	-	<0,002	<0,002	<0,008	-	-	23,00	-	150	<3,0	<0,002	-	-	-	0,35	-	-	6,20	0,04	-	-
	AG-RSJ-23	JUN	< 1,0	< 3,5	-	< 0,016	< 0,008	< 0,020	< 1,07	22,30	< 0,001	-	-	<0,030	127,0	5,2	< 0,25	< 0,52	< 0,0004	0,0153	21,80	-	7,8	7,8
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	< 0,006	< 2,00	9,60	<0,0007	-	-	<0,002	171,1	9,9	1,60	0,19	0,0270	0,1150	6,50	-	23,0	23,0
	AG-RSJ-22	JUN	< 1,0	< 3,5	-	< 0,016	< 0,008	-	< 1,07	15,90	< 0,001	-	-	<0,030	143,0	< 5,0	< 0,25	0,61	< 0,0004	0,0028	8,25	-	-	-
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	16,60	<0,0007	-	-	<0,002	153,9	4,8	1,59	0,14	<0,005	0,0250	16,40	-	-	-
	AG-RSJ-21	JUN	< 1,0	< 3,5	-	< 0,016	< 0,008	< 0,020	< 1,07	41,90	< 0,001	-	-	<0,030	156,0	< 5,0	< 0,25	< 0,52	< 0,0004	0,0056	9,43	-	4,5	130,0
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	0,059	< 2,00	19,20	<0,0007	-	-	<0,002	162,7	6,4	1,79	0,09	<0,005	0,1350	111,60	-	490,0	790,0
	AG-RSJ-19	JUN	< 1,0	4,5	-	< 0,016	< 0,008	< 0,020	1,60	15,30	< 0,001	-	-	<0,030	161,0	< 5,0	2,87	0,56	0,0044	0,0025	16,70	-	33,0	920,0
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	0,055	< 2,00	17,20	<0,0007	-	-	<0,002	161,8	1,9	4,17	0,37	0,0520	0,4680	34,90	-	230,0	2400,0
	AG-RSJ-16	JUN	< 1,0	223,0	-	<0,016	<0,008	< 0,020	2,70	13,70	<0,001	-	-	<0,030	138,0	<5,0	<0,25	0,96	0,0106	<0,0012	577,00	-	140,0	280,0
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	0,183	< 2,00	13,30	<0,0007	-	-	<0,002	184,0	1,5	16,29	0,30	<0,005	0,2310	1317,60	-	4,5	23,0
	AG-RSJ-12	JUN	< 1,0	29,7	-	<0,016	<0,008	< 0,020	<1,07	8,00	<0,001	-	-	<0,030	93,4	5,2	<0,25	0,80	0,0019	0,0116	<5,00	-	4,5	7,8
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	0,037	< 2,00	8,30	<0,0007	-	-	<0,002	105,4	5,8	1,21	0,09	0,0090	0,0170	36,20	-	4,5	7,8
	AG-RSJ-10	JUN	< 1,0	61,3	-	<0,016	<0,008	< 0,020	2,40	8,30	<0,001	-	-	<0,030	109,0	<5,0	3,14	0,95	0,4372	0,0097	139,00	-	35000,0	170000,0
		SET	-	-	-	0,060	<0,010	< 0,006	< 2,00	10,00	<0,0007	-	-	<0,002	141,2	2,0	4,40	0,10	0,0800	0,0370	117,20	-	230,0	230,0
	AG-RSJ-09	JUN	< 1,0	70,5	-	<0,016	<0,008	-	2,40	13,20	<0,001	-	-	<0,030	112,0	<5,0	2,17	0,91	0,1080	0,0049	147,00	-	-	-
SET		-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	11,60	<0,0007	-	-	<0,002	130,5	1,9	4,20	<0,05	0,1270	0,0320	258,00	-	-	-	
AG-RSJ-07	JUN	< 1,0	48,3	-	<0,016	<0,008	< 0,020	1,30	8,00	<0,001	-	-	<0,030	125,0	<5,0	1,68	1,30	0,1956	<0,0012	108,00	-	79,0	3500,0	
	SET	-	-	-	0,018	<0,010	< 0,006	< 2,00	< 2,00	<0,0007	-	-	<0,002	142,2	2,9	2,78	0,47	0,0750	0,0440	85,90	-	< 1,8	< 1,8	
Tributario del río San Juan	AG-QS3-20	JUN	6,4	197,0	-	<0,016	< 0,008	-	8,00	32,60	< 0,001	-	-	<0,030	345,0	< 5,0	42,10	2,20	< 0,0004	0,09	489,00	-	-	-
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	AG-QS2-18	JUN	< 1,0	6,6	-	<0,016	< 0,008	-	1,60	13,8	<0,001	-	-	<0,030	189,0	< 5,0	< 0,25	0,74	< 0,0004	< 0,0012	23,90	-	-	-
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	AG-QS1-17	JUN	< 1,0	< 3,5	-	<0,016	<0,008	-	1,10	15,8	<0,001	-	-	<0,030	174,0	<5,0	<0,25	0,54	<0,0004	<0,0012	7,39	-	-	-
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	5,7	<0,0007	-	-	<0,002	188,2	2,7	0,80	0,09	0,0070	0,0970	8,20	-	-	-
	AG-RSJ-15	JUN	< 1,0	< 3,5	-	<0,016	<0,008	< 0,020	1,60	12,7	<0,001	-	-	<0,030	148,0	<5,0	<0,25	<0,52	<0,0004	<0,0012	10,00	-	11,0	11,0
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	< 0,006	< 2,00	4,5	<0,0007	-	-	<0,002	136,6	4,5	0,40	<0,05	<0,005	0,0350	8,60	-	4,5	230,0
	AG-RAN-11	JUN	< 1,0	52,6	-	<0,016	<0,008	-	<1,07	8,0	<0,001	-	-	<0,030	14,1	<5,0	2,16	0,57	<0,0004	<0,0012	111,00	-	-	-
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	< 2,0	<0,0007	-	-	<0,002	<0,1	<0,1	2,19	0,05	<0,005	0,0410	72,50	-	-	-
	AG-RBL-14	JUN	< 1,0	11,4	-	<0,016	<0,008	-	< 1,07	8,4	<0,001	-	-	<0,030	88,2	<5,0	<0,25	<0,52	<0,0004	<0,0012	28,00	-	-	-
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	6,4	<0,0007	-	-	<0,002	96,8	3,8	1,39	<0,05	<0,005	0,0420	24,10	-	-	-
	AG-RBL-13	JUN	< 1,0	5,9	-	<0,016	<0,008	-	1,60	13,6	<0,001	-	-	<0,030	171,0	<5,0	<0,25	0,56	<0,0004	<0,0012	10,90	-	-	-
		SET	-	-	-	<0,004	<0,010	-	< 2,00	5,7	<0,0007	-	-	<0,002	105,3	4,8	1,00	<0,05	<0,005	0,2910	30,00	-	-	-
	AG-RBL-08	JUN	< 1,0	10,6	-	<0,016	<0,008	-	1,10	13,7	<0,001	-	-	<0,030	153,0	<5,0	<0,25	<0,52	<0,0004	<0,0012	25,90	-	-	-
		SET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Inspectorate Services Perú S.A.C.: N° 32788L/15-MA. y Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/11829, A-15/11826, A-15/11827.  
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/21485, A-15/21484, A-15/21480, A-15/21466, N° A-15/21467, A-15/20968, A-15/20969, A-15/20971, A-15/20962, A-15/20957, A-15/20960, A-15/20956, A-15/22107, A-15/22106, A-15/22108.  
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 98647L/15-MA-MB, 98604L/15-MA-MB, 98643L/15-MA-MB, 98678L/15-MA-MB, 98721L/15-MA-MB, 98815L/15-MA  
Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00183293, J-00183290, J-00183279, J-00183317, J-00183313, J-00183329.

"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.

"--": No se realizó la toma de muestra.

(<) = Indica valores menores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.

( ) : Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 3 – Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-4: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015.

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Clorofila A (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	Azufre Total (mg/L)	Cianuro Libre (mg/L)	Cromo VI (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	Sulfuro de Hidrogeno (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
ECA para agua - Categoría 4 D.S. 002-2008-MINAM	Conservación del ambiente acuático - Lagunas y Lagos		10,0	Ausencia de película visible	-	0,022	0,05	< 5,0	-	0,001	≤ 25	0,002	5,0	0,4	< 0,02	1000,0	2000,0
Lagunas Asociadas	AG-LAL-01	JUN	< 0,005	< 1,0	195,0	< 0,002	< 0,008	1,4	---	< 0,0010	< 2,0	< 0,03	< 0,52	< 0,0012	0,260	< 1,8	< 1,8
		SET	---	1,1	---	< 0,004	< 0,010	< 2,0	---	< 0,0007	3,2	---	0,17	0,0130	0,060	< 1,8	< 1,8
	AG-LAG-02	JUN	< 0,005	< 1,0	< 3,5	< 0,002	< 0,008	2,3	---	< 0,0010	4,0	< 0,03	< 0,52	0,01	0,337	< 1,8	< 1,8
		SET	---	< 1,0	---	< 0,004	< 0,010	2,8	---	< 0,0007	< 3,0	---	0,12	< 0,007	0,140	< 1,8	< 1,8
	AG-LAO-03	JUN	< 0,005	< 1,0	< 3,5	< 0,002	< 0,008	8,9	---	< 0,0010	< 2,0	< 0,03	0,57	< 0,0012	0,161	< 1,8	49,0
		SET	---	< 1,0	---	< 0,004	< 0,010	< 2,0	---	< 0,0007	13,2	---	0,16	0,1130	0,020	< 1,8	< 1,8
	AG-LPU-04	JUN	< 0,005	< 1,0	8,1	< 0,002	< 0,008	1,3	---	< 0,0010	< 2,0	< 0,03	0,61	< 0,0012	0,173	< 1,8	< 1,8
		SET	---	< 1,0	---	< 0,004	< 0,010	< 2,0	---	< 0,0007	< 3,0	---	0,09	0,1120	0,030	< 1,8	< 1,8
	AG-LAC-05	JUN	< 0,005	< 1,0	< 3,5	< 0,002	< 0,008	1,8	---	< 0,0010	< 2,0	< 0,03	0,56	< 0,0012	0,107	< 1,8	< 1,8
		SET	---	< 1,0	---	< 0,004	< 0,010	< 2,0	---	< 0,0007	< 3,0	---	< 0,05	0,0170	0,060	< 1,8	< 1,8
	AG-LYA-06	JUN	< 0,005	8,0	1367,0	< 0,002	< 0,008	7,8	---	< 0,0010	24,0	< 0,03	0,54	3,2753	0,293	< 1,8	< 1,8
		SET	---	2,0	---	< 0,004	< 0,010	4,4	---	< 0,0007	33,0	---	< 0,05	0,0800	0,020	< 1,8	230,0

Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/21440, A-15/21438, A-15/20985, A-15/20986, A-15/20983, A-15/20984, A-15/20979, A-15/20980, A-15/21445, A-15/21443, A-15/21478, A-15/21452, A-15/21450, A-15/21470, A-15/22119, A-15/22115, A-15/21930, A-15/22118, A-15/22111, A-15/22009, A-15/22008, A-15/21553.

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 98647L/15-MA-MB, 98604L/15-MA-MB, 98643L/15-MA-MB, 98678L/15-MA-MB, 98721L/15-MA-MB, 98815L/15-MA

Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00183293, J-00183290, J-00183279, J-00183317, J-00183313, J-00183329

\*: No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.

---: No se realizó la toma de muestra.

(<) = Indica valores menores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.

[Shaded cells] : Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 3 – Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).

Fuente: Elaboración Propia

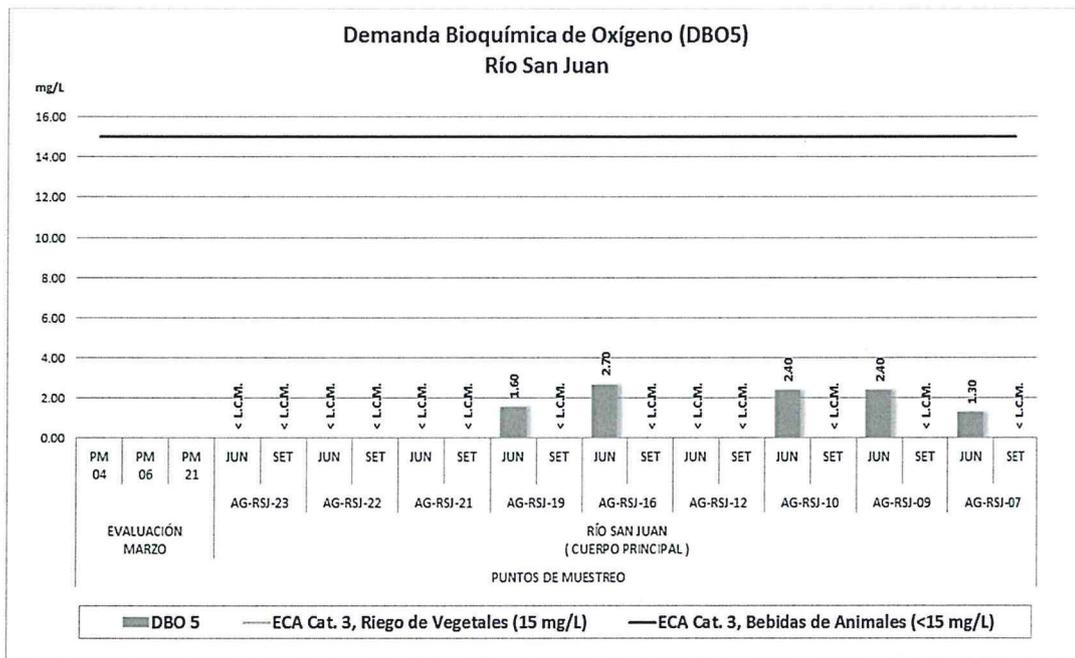


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

84. Tal como se muestra en el Gráfico 3-8, se aprecia que los puntos de muestreo (09) correspondientes a al río San Juan, los valores de DBO<sub>5</sub> registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (15 mg/L) como para bebidas de animales (<15 mg/L).

**Gráfico 3-8: Resultados de DBO<sub>5</sub> para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

85. Asimismo, en el Gráfico 3-9 se aprecia que los puntos de muestreo (08) correspondientes a los tributarios del río San Juan, los valores de DBO<sub>5</sub> registrados en los meses de junio y setiembre se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (15 mg/L) como para bebidas de animales (< 15 mg/L).

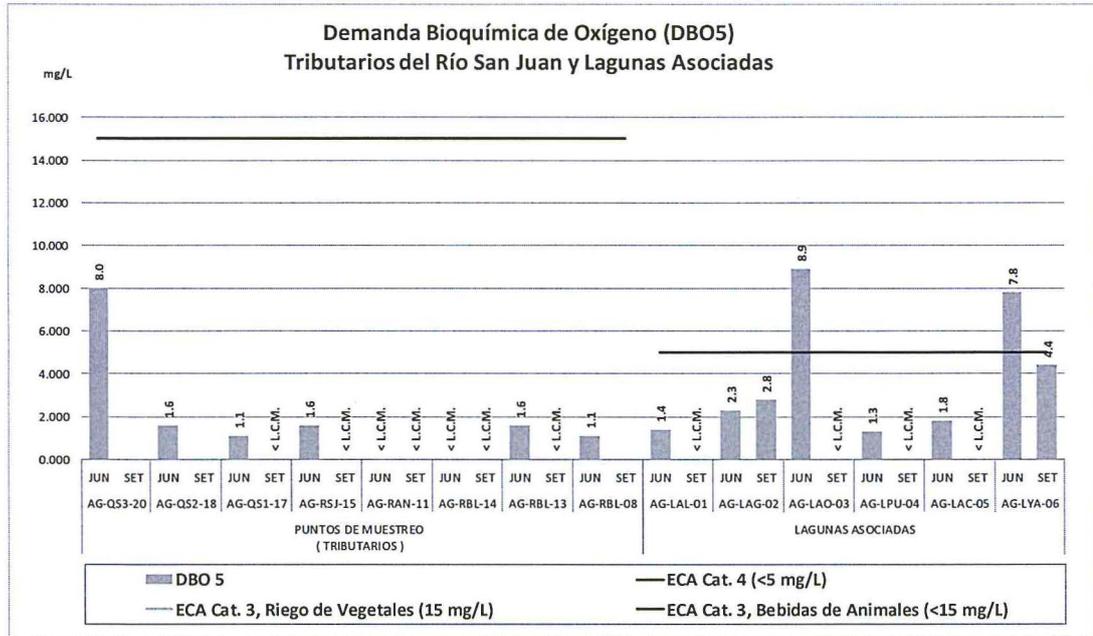
86. Por otra parte, en los puntos de muestreo (06) en las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, los valores de DBO<sub>5</sub> registrados en el mes de junio de las lagunas Quicay (AG-LAO-03) y Yanamate (AG-LYA-06) superaron el valor establecido en los ECA para agua de la categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (< 5 mg/L). Mientras que en el mes de setiembre todos los puntos de muestreo (06) se encontraron por debajo del valor establecido en los ECA antes mencionados. Ver Gráfico 3-9.



*[Handwritten signatures and initials]*

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-9: Resultados de DBO<sub>5</sub> para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

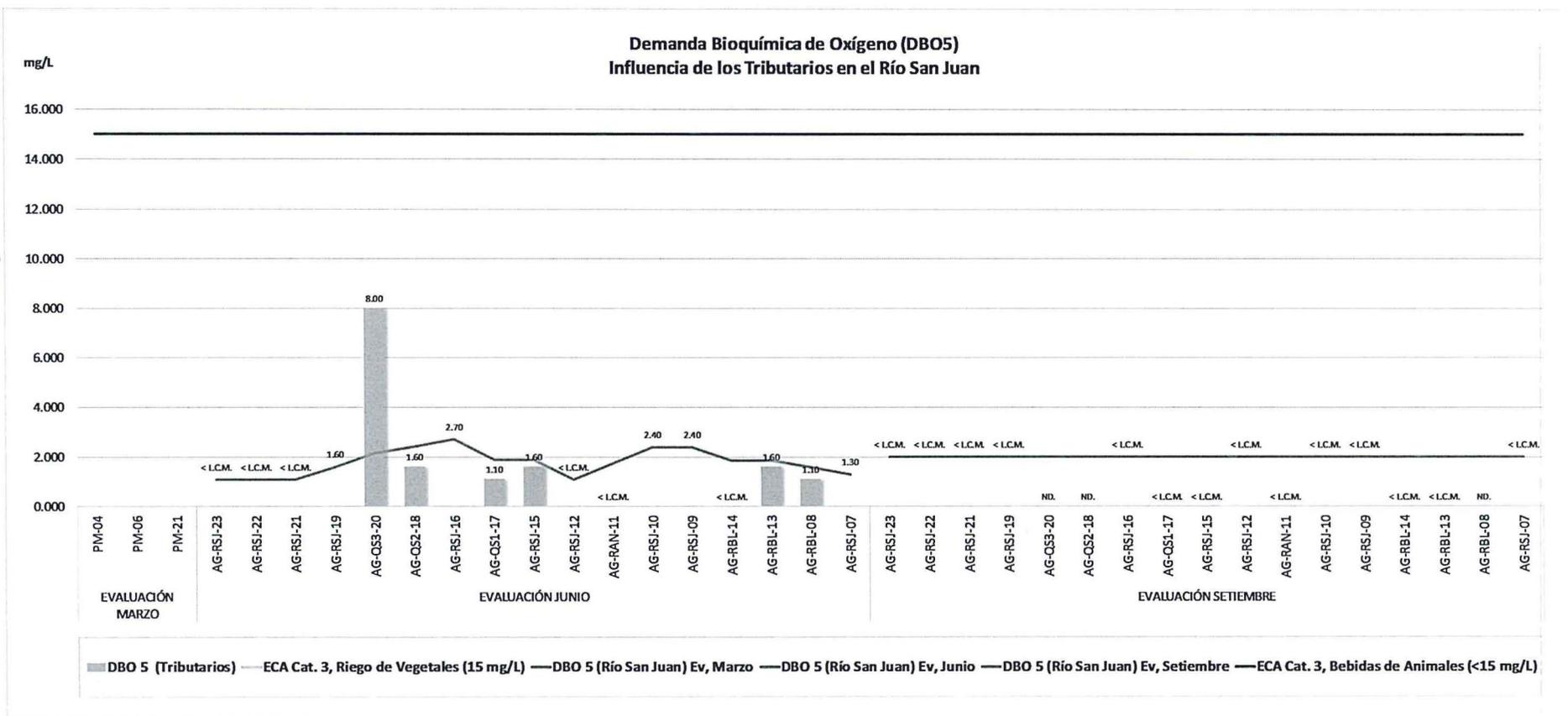


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia.

87. Los valores de DBO<sub>5</sub> obtenidos en el río San Juan para el mes de junio son menores a 2,7 mg/L, mientras que la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20)<sup>11</sup> presentó 8 mg/L de DBO<sub>5</sub>, haciendo que los valores de éste parámetro se incrementen en el río San Juan al momento de unirse con la quebrada Quiulacocha. Sin embargo, estas concentraciones no afectan (o influyen) en la calidad del río San Juan después de su confluencia con estas quebradas. Ver Gráfico 3-10.
88. El río Andacancha (AG-RAN-11) y las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RS1-15) presentaron valores de DBO<sub>5</sub> muy bajos, los cuales no afectan las concentraciones de este parámetro en el río San Juan, tal como se aprecia en el Gráfico 3-10.

<sup>11</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha) concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) superiores a los registrados en el presente informe técnico.

Gráfico 3-10: Influencia de las concentraciones de DBO<sub>5</sub>, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

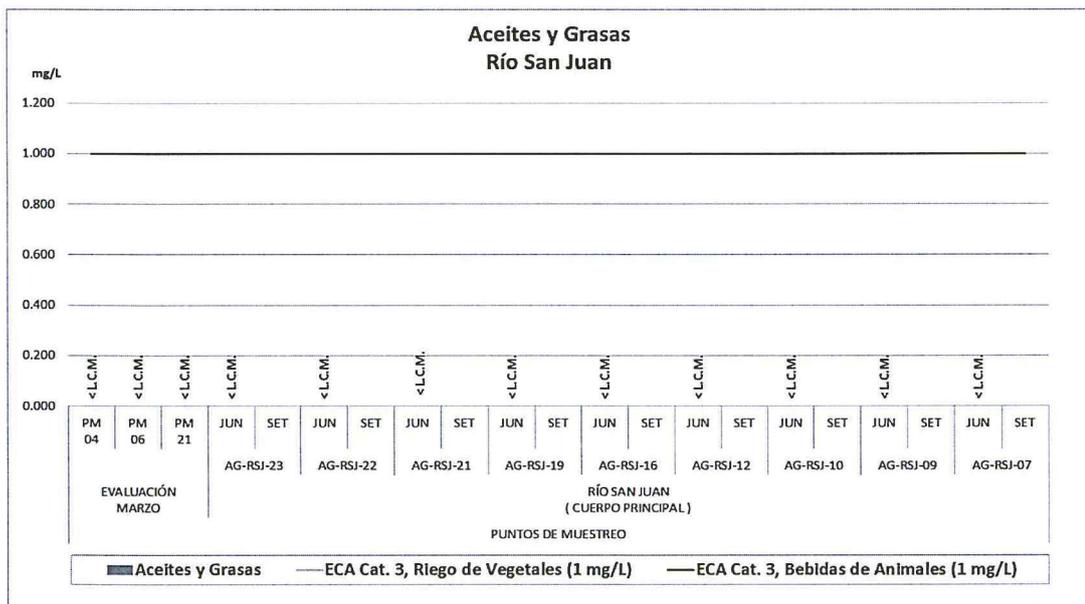
Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

➤ **Aceites y Grasas**

89. Tal como se muestra en el Gráfico 3-11, los puntos de muestreo (12) correspondientes al río San Juan para el parámetro aceites y grasas, registrados en los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo de los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (1,0 mg/L) como para bebidas de animales (1,0 mg/L).

**Gráfico 3-11: Resultados de Aceites y Grasas para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de setiembre  
Fuente: Elaboración Propia.

90. Con respecto a los tributarios del río San Juan, se aprecia que el único punto de muestreo que sobrepasa el ECA para agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebidas de animales (1 mg/L), fue el punto ubicado en la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20), y fue solamente en el mes de junio. Todos los demás puntos de muestreo se encuentran por debajo del ECA. Ver Gráfico 3-12.
91. Por otra parte, los puntos de muestreo (06) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan presentaron valores de aceites y grasas por debajo de los ECA para agua de la categoría 4 - Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (ausencia de película visible), para los meses de junio y setiembre de 2015. Ver Gráfico 3-12.



PERÚ

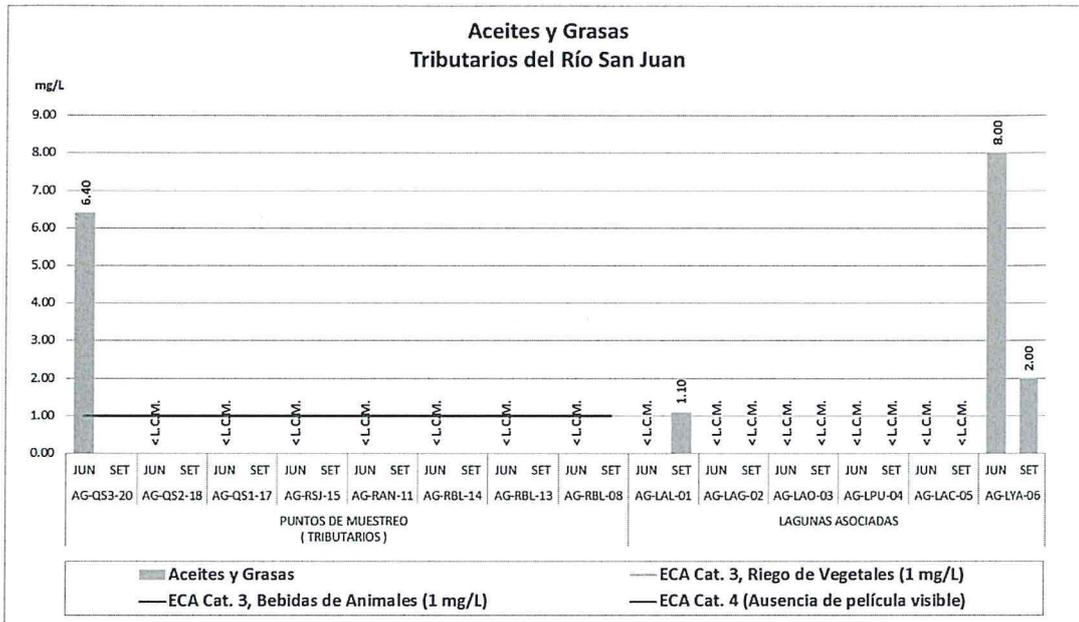
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-12: Resultados de Aceites y Grasas para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.

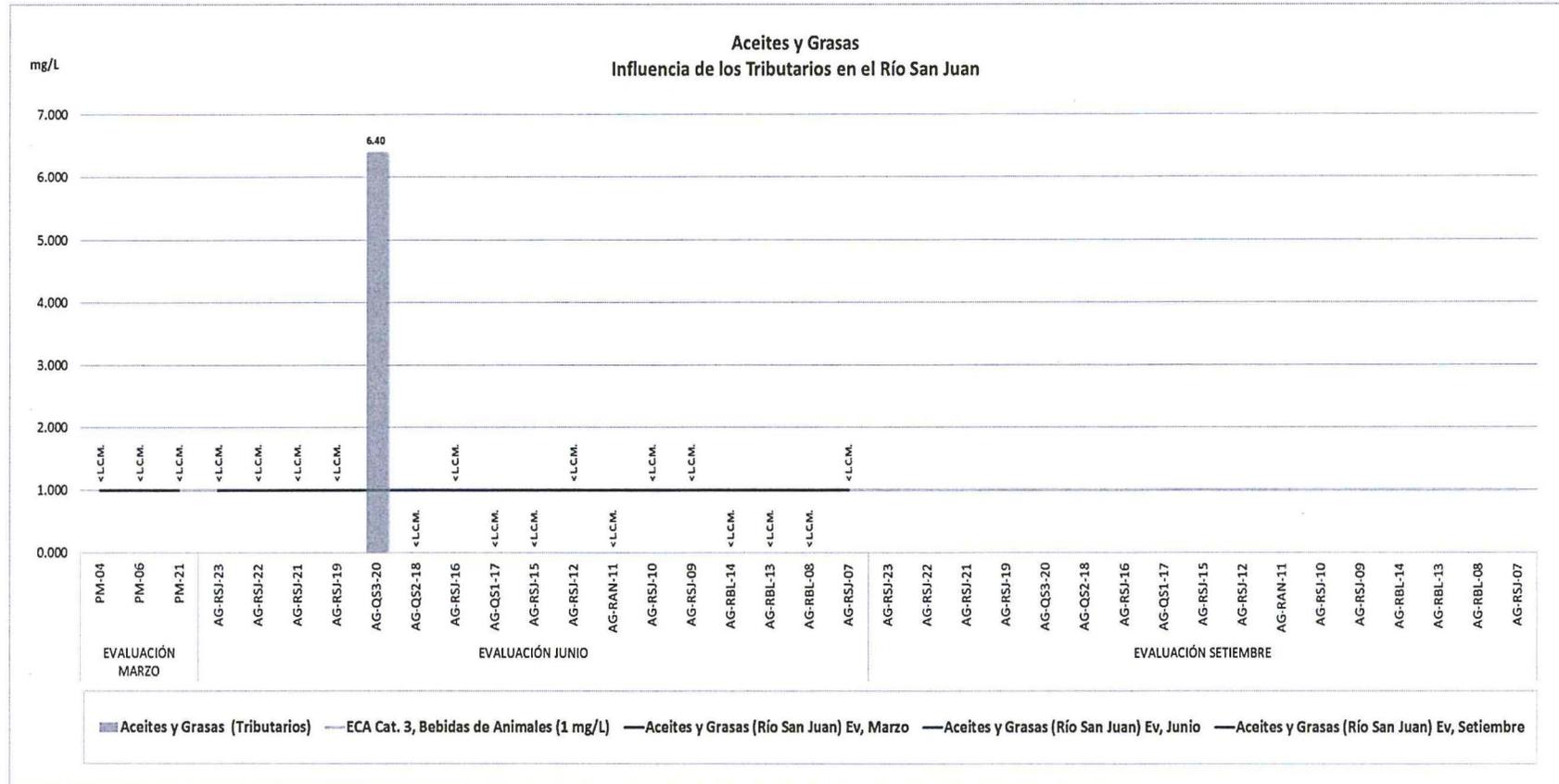


L.C.M: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.

- 92. Los valores de aceites y grasas obtenidos en el río San Juan para el mes de junio fueron menores al límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio, mientras que la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20)12 presentó una concentración de 6,4 mg/L antes de su confluencia con el río San Juan; dicho valor no afectó la concentración de este parámetro en el río San Juan al momento de su confluencia. Para el mes de setiembre no se realizaron muestreos de aceites y grasas. Ver Gráfico 3-13.

12 La Autoridad Nacional de Agua - ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha) concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) superiores a los registrados en el presente informe técnico.

Gráfico 3-13: Influencia de las concentraciones de aceites y grasas, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



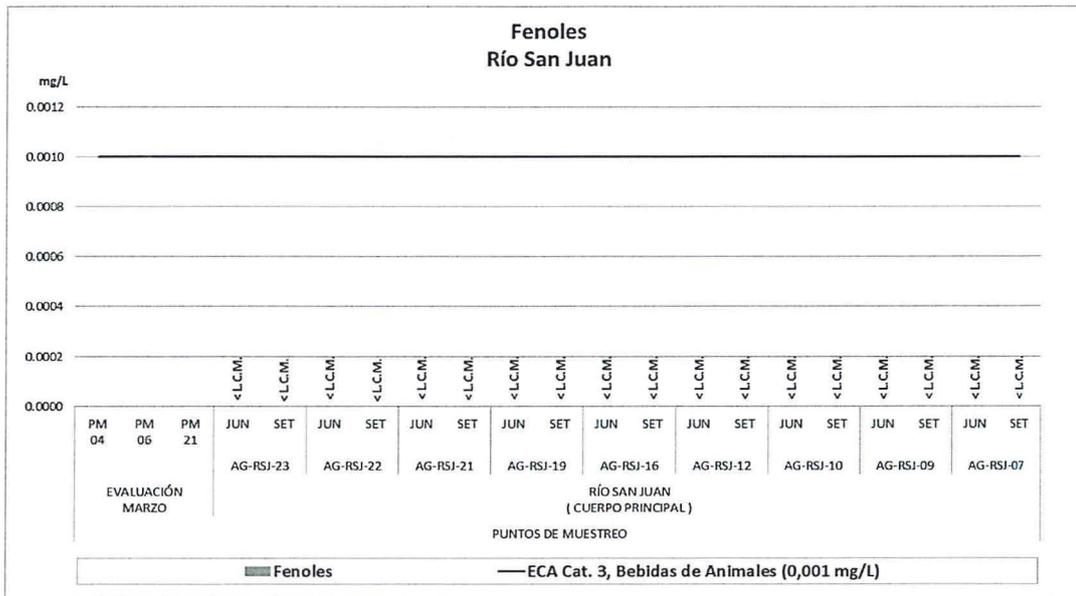
Handwritten signatures and initials in blue ink.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

➤ **Fenoles**

93. Tal como se muestra en el Gráfico 3-14, se aprecia que en los nueve puntos de muestreo, correspondientes a al río San Juan, los valores de fenoles registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua de la Categoría 3 - Bebidas de animales (0,001 mg/L).

**Gráfico 3-14: Resultados de Fenoles para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

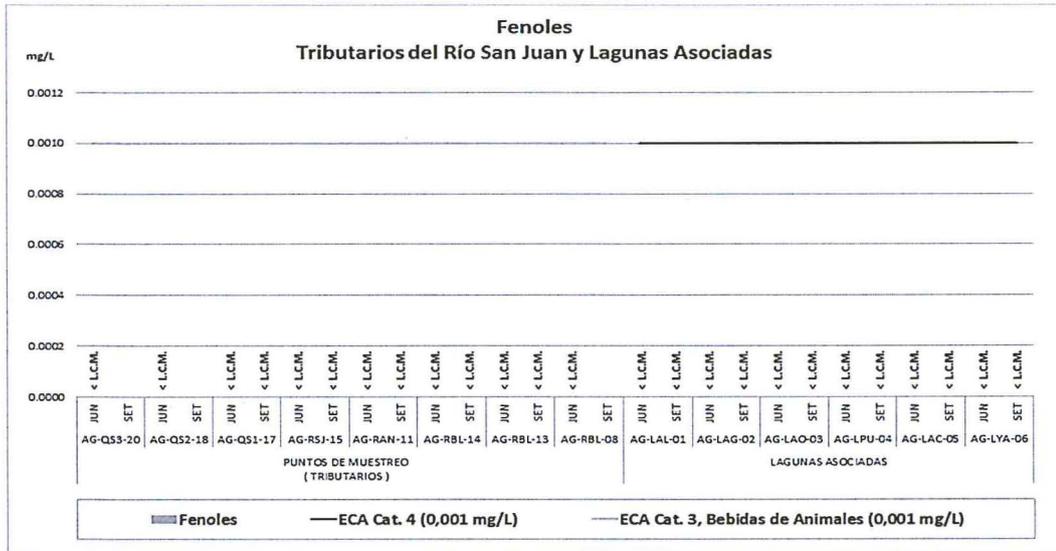
94. Por otra parte, en el Gráfico 3-15 se aprecia que en los ocho puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan y las seis lagunas asociadas a la cuenca, los valores de fenoles registrados en los meses de junio y setiembre se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua de la Categoría 3 - Bebida de animales (0,001 mg/L) y Categoría 4 – Conservación del Ambiental Acuático para Lagos y Lagunas (0,001 mg/L).



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-15: Resultados de fenoles para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia

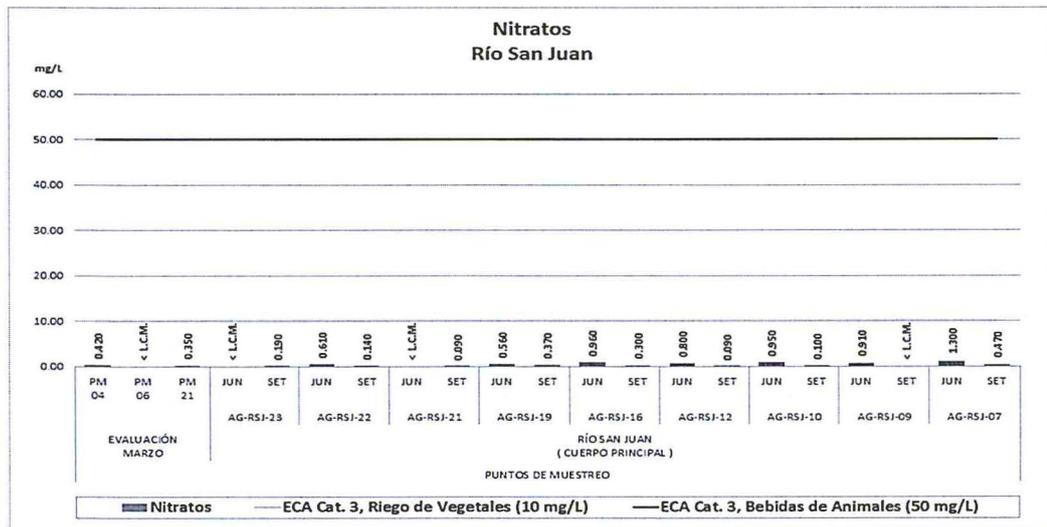
*[Handwritten signature]*

95. Los cuerpos de agua tributarios al río San Juan (río principal) al contener concentraciones muy bajas de fenoles, estos no afectan la calidad del río principal.

➤ **Nitratos**

96. Tal como se muestra en el Gráfico 3-16, se aprecia que en los 12 puntos de muestreo correspondientes al río San Juan, los valores de los nitratos registrados en los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (10 mg/L) como para bebidas de animales (50 mg/L).

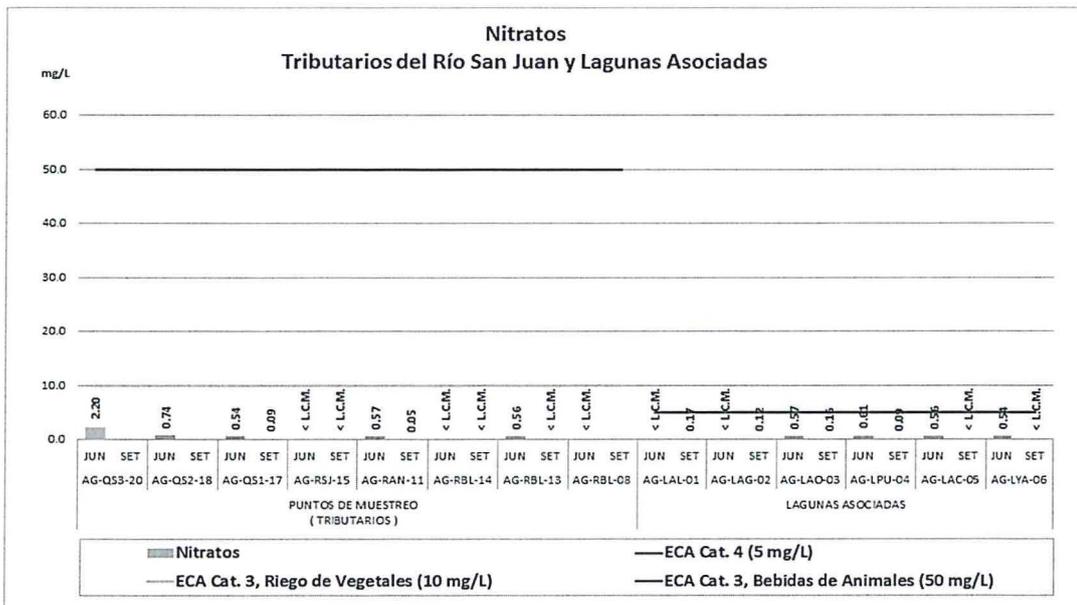
**Gráfico 3-16: Resultados de Nitratos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia

97. En los puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan, se aprecia que los valores de los nitratos registrados en los meses de junio y setiembre se encontraron dentro del rango establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (10 mg/L) como para bebidas de animales (50 mg/L). Ver Gráfico 3-17.
98. Asimismo, en los seis puntos de muestreo, en las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, los valores de nitratos registrados en los meses de junio y setiembre se encontraron dentro del valor establecido en los ECA para agua de la categoría 4 Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (5 mg/L). Ver Gráfico 3-17.

**Gráfico 3-17: Resultados de nitratos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
 Fuente: Elaboración Propia.

99. Durante la evaluación de junio, las quebradas Quiulacocha (AG-QS3-20) y S/N 2 (AG-QS2-18), S/N 1 (AG-QS1-17) y el río Andacancha (AG-RAN-11) presentaron valores de nitratos por debajo de 2,5 mg/L, los cuales hacen que se incrementen las concentraciones de este parámetro en el río San Juan. Sin embargo, estas concentraciones no afectan (o influyen) en la calidad del río San Juan después de su confluencia con estas quebradas. Ver Gráfico 3-18.
100. Por otra parte, durante la evaluación del mes de setiembre, que las bajas concentraciones de los nitratos en la quebrada S/N 1 (AG-QS1-17) y en el río Andacancha (AG-RAN-11) no afectaron la calidad del río San Juan en este parámetro, tal como se aprecia en el Gráfico 3-18.



PERÚ

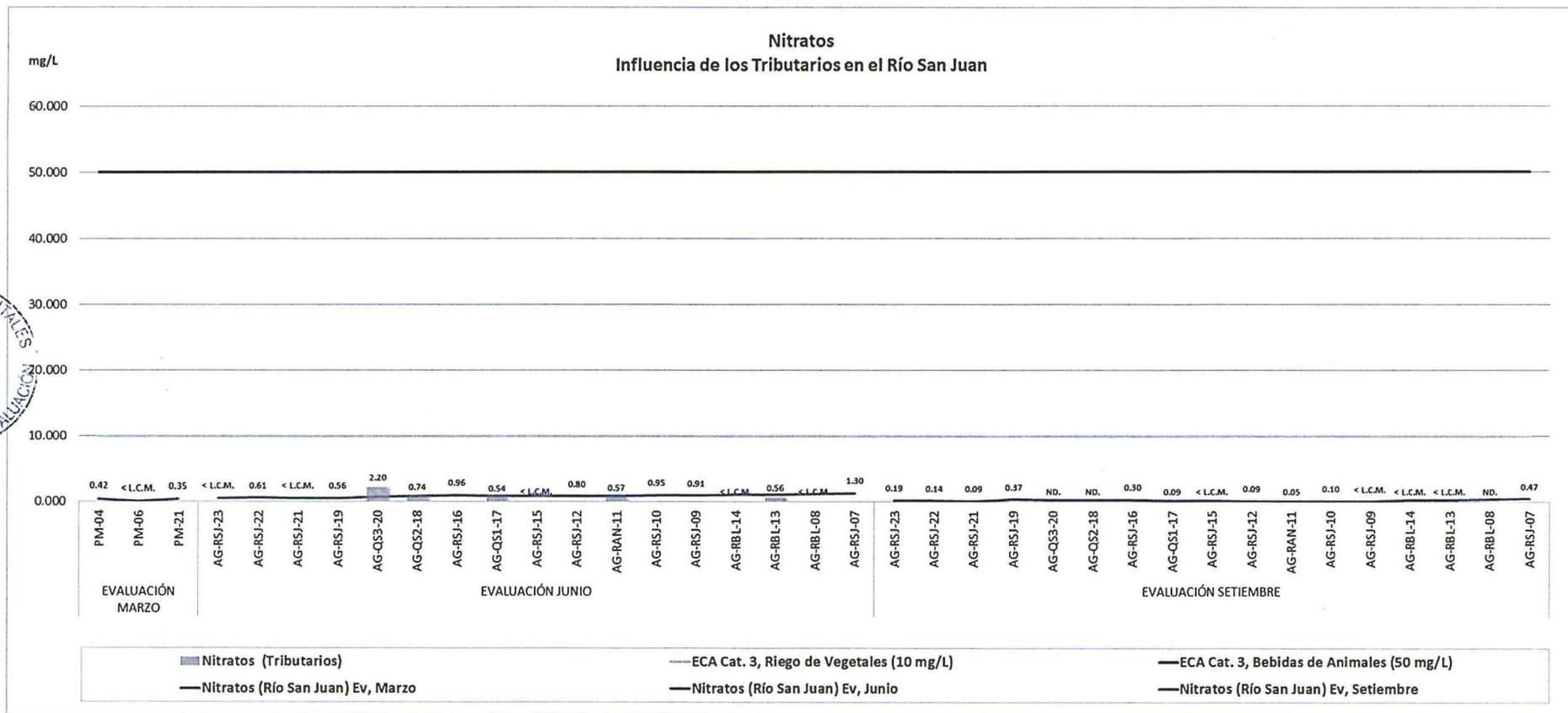
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-18: Influencia de las concentraciones de Nitratos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, por factores de cauce seco.

Fuente: Elaboración Propia



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

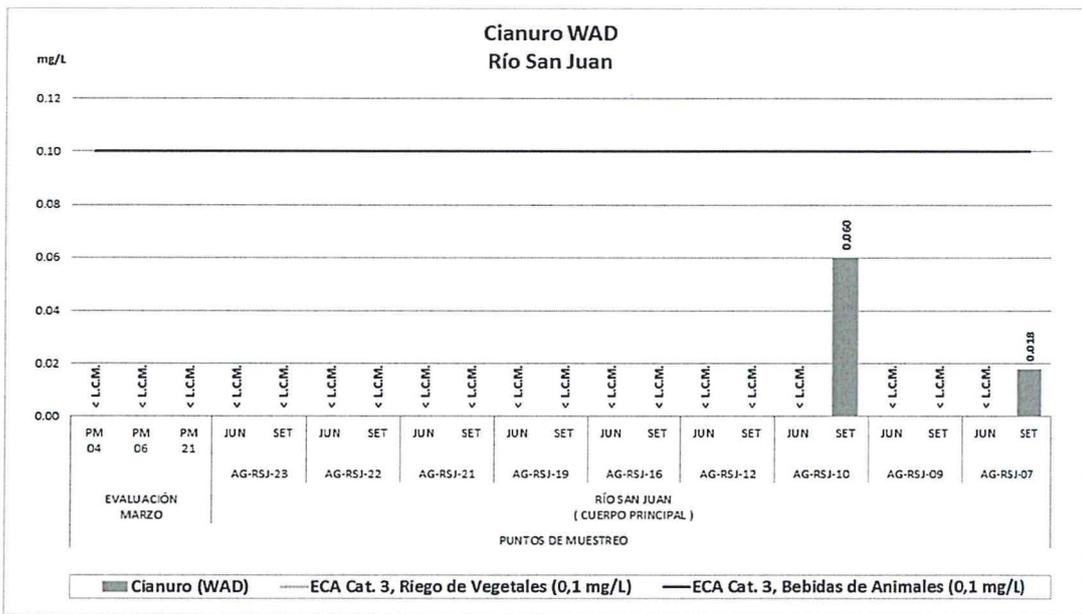
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Cianuro WAD

101. En el Gráfico 3-19 se observa que en los 12 puntos de muestreo correspondientes al río San Juan, los valores de cianuro WAD registrados en los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo del ECA para Agua de la Categoría 3, tanto para riego de vegetales (0,1 mg/L) como para bebidas de animales (0,1 mg/L).

Gráfico 3-19: Resultados de Cianuro WAD para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco.
Fuente: Elaboración Propia.

102. Con respecto a los tributarios del río San Juan, se aprecia que todos los puntos de muestreo están dentro del ECA para agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebidas de animales (0,1 mg/L). Ver Gráfico 3-20.



PERÚ

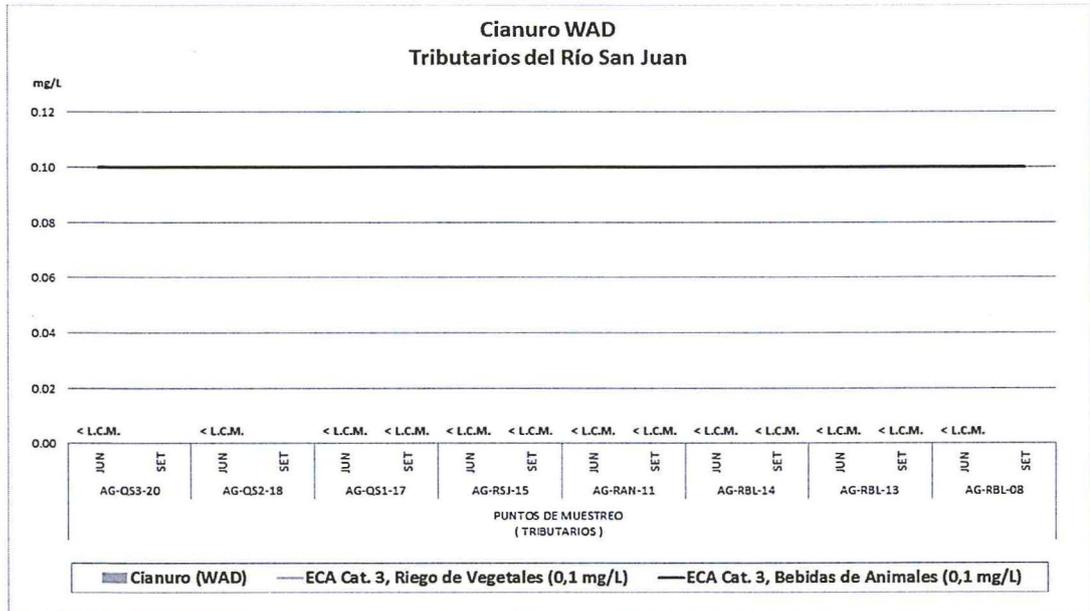
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

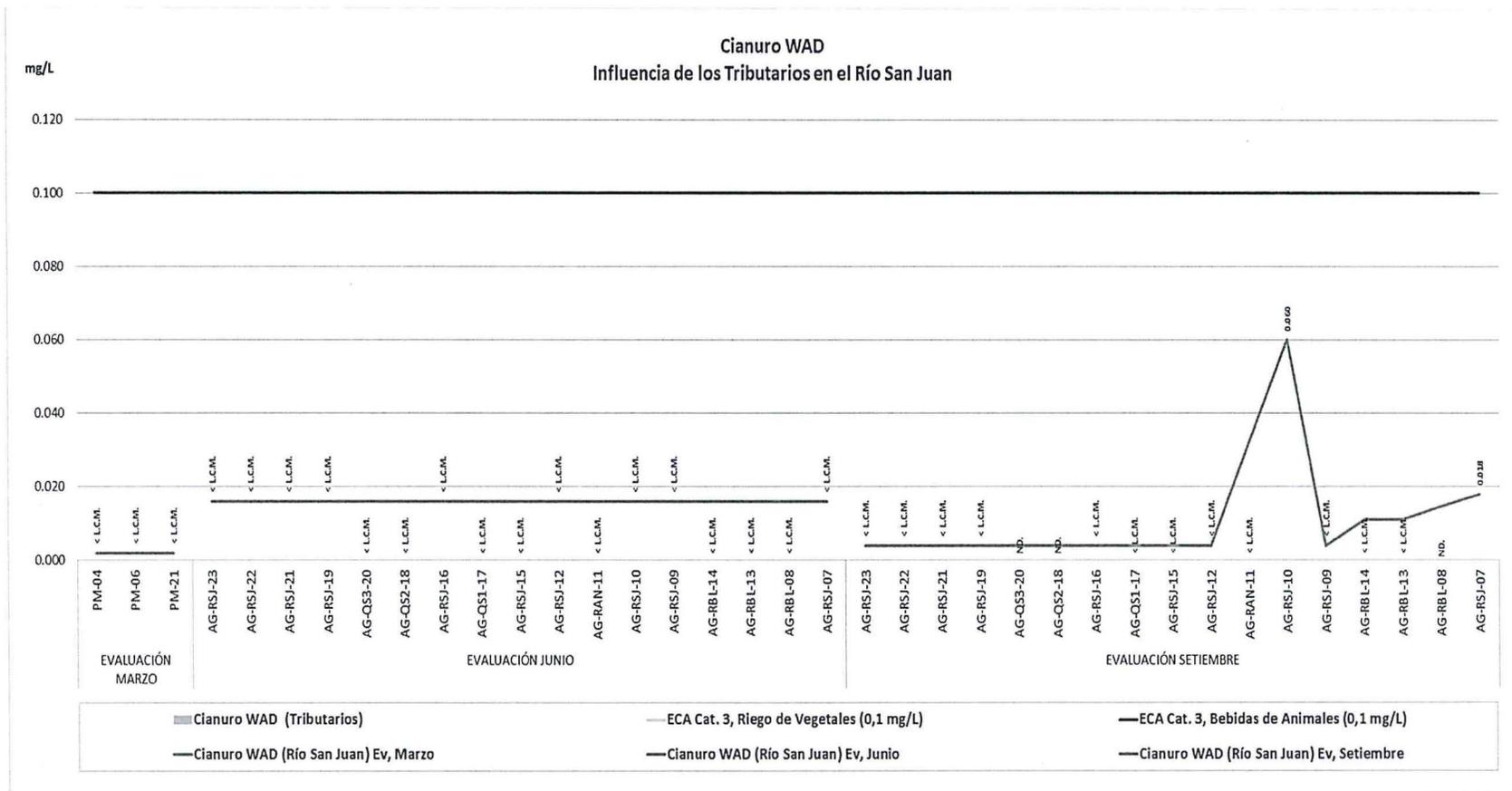
Gráfico 3-20: Resultados de Cianuro WAD para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco.
Fuente: Elaboración Propia.

- 103. Tal como se muestra en el Gráfico 3-21, las concentraciones de cianuro WAD registrados en los cuerpos de agua afluentes del río San Juan no afectan su calidad para dicho parámetro aguas abajo de su confluencia, tanto en el mes de junio como el de setiembre.

Gráfico 3-21: Influencia de las concentraciones de Cianuro WAD, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, por factores de cauce seco.

Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

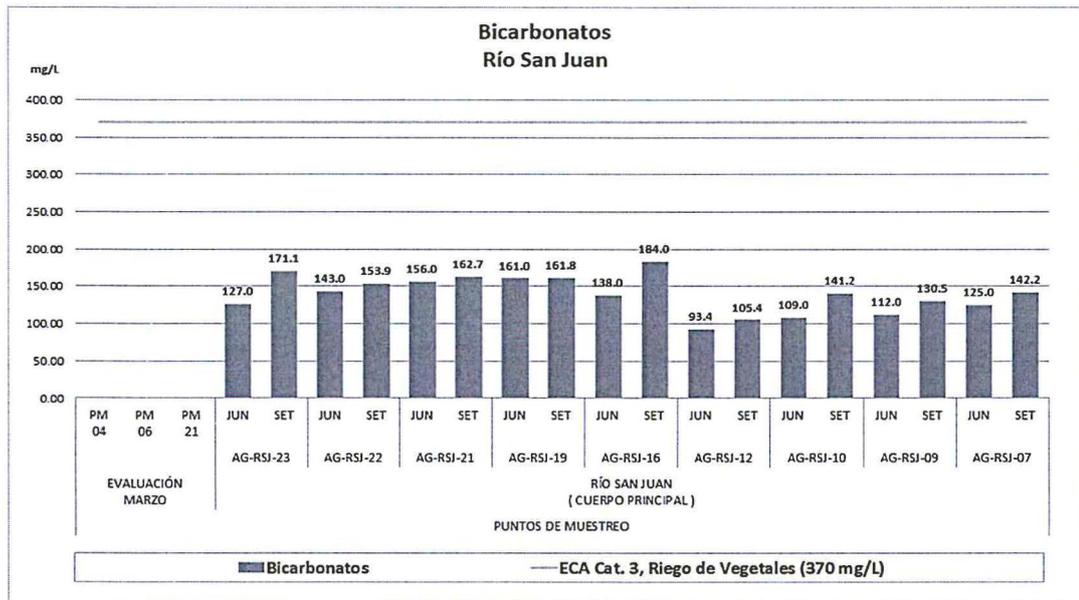
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

➤ **Bicarbonatos**

- 104. Las concentraciones de bicarbonatos registrados en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en los ECA para Agua Categoría 3 - Riego de vegetales (370 mg/L).

**Gráfico 3-22: Resultados de Bicarbonatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo.

Fuente: Elaboración Propia.

- 105. Por otra parte, en el Gráfico 3-23, se aprecia que en los puntos de muestreo correspondientes a los cuerpos de agua tributarios del río San Juan, las concentraciones de bicarbonatos registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (370 mg/L).



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



PERÚ

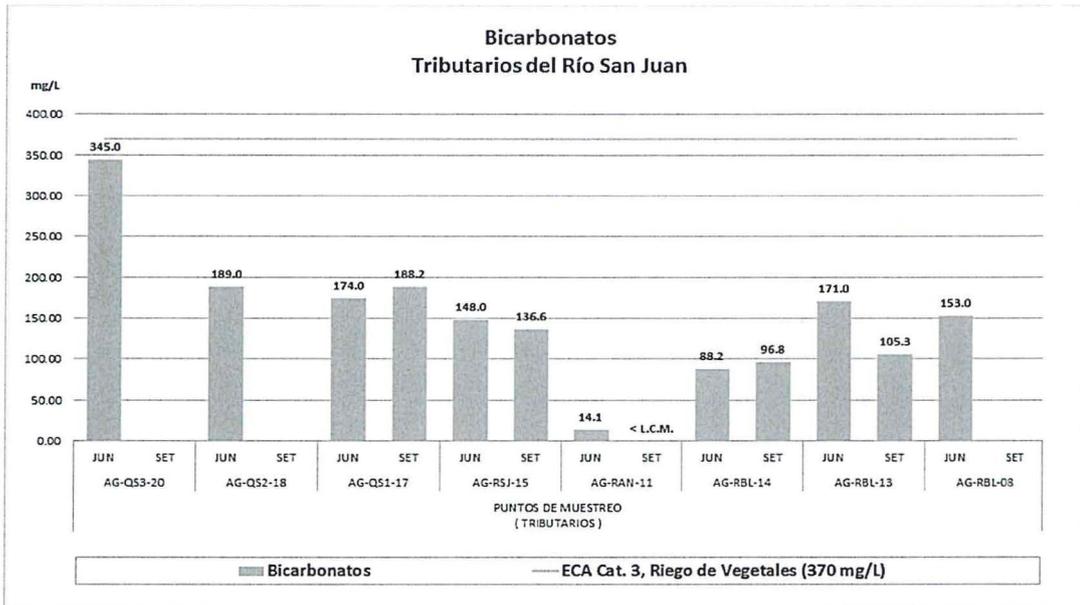
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-23: Resultados de Bicarbonatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco.  
Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signature and the number 14

106. Durante la evaluación del mes de junio, se observa que las quebradas Quiulacocha (AG-QS3-20), S/N 2 (AG-QS2-18), S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) presentaron concentraciones de bicarbonatos elevados, sin embargo, estas concentraciones no afectan la calidad del río San Juan para este parámetro. Ver Gráfico 3-24.

Handwritten signature and the number 6

107. Así mismo, durante la evaluación del mes de setiembre, las concentraciones de bicarbonatos en las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) tampoco afectaron la calidad del río San Juan en este parámetro, tal como se aprecia en el Gráfico 3-24.



PERÚ

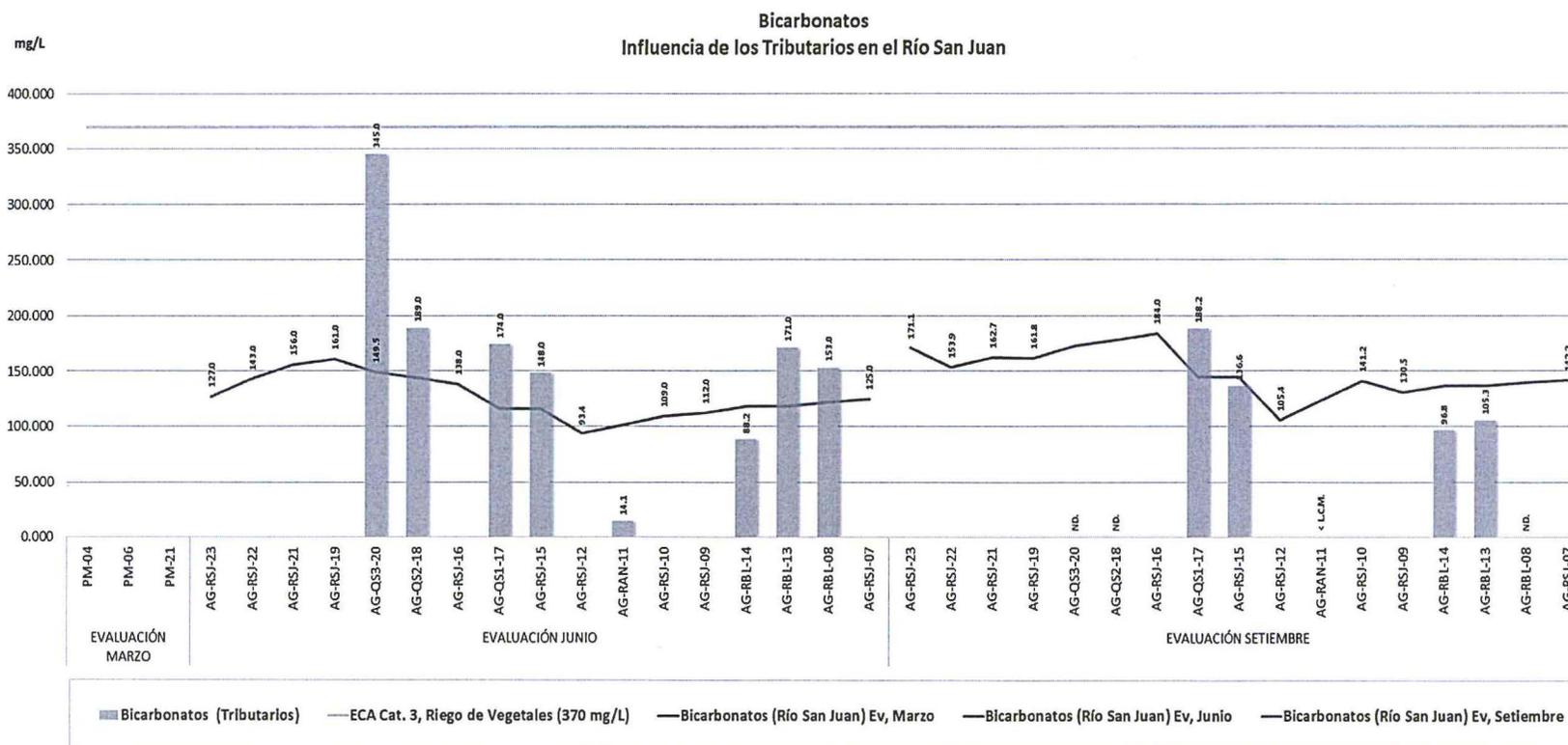
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú" "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-24: Influencia de las concentraciones de bicarbonatos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

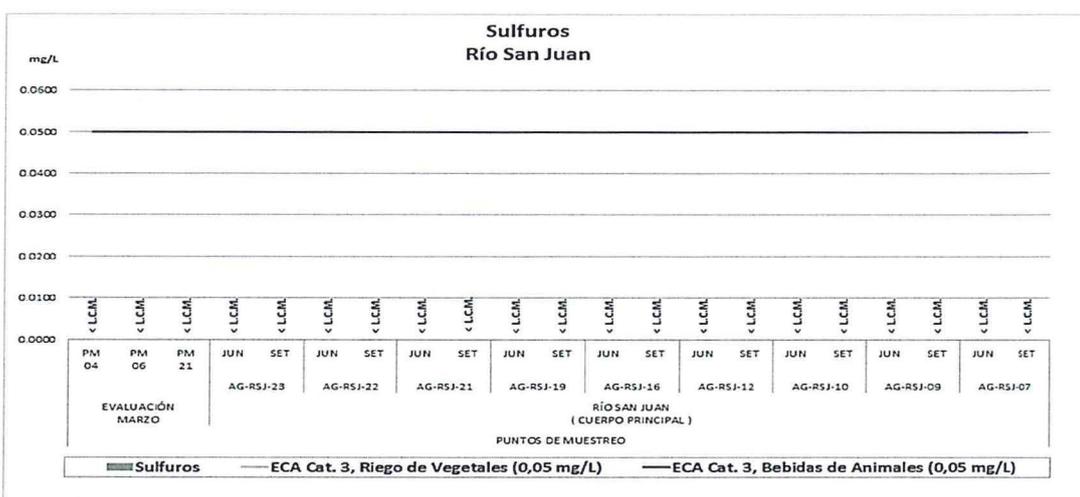
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Sulfuros

108. Las concentraciones de sulfuros registrados en los meses de marzo, junio y setiembre en los puntos de muestreo en el río San Juan (río principal), se encontraron dentro del valor establecido en los ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (0,05 mg/L). Ver Gráfico 3-25.

Gráfico 3-25: Resultados de Sulfuros para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio. Fuente: Elaboración Propia.

109. Por otra parte, los puntos de muestreo correspondientes a los cuerpos de agua tributarios del río San Juan, las concentraciones de bicarbonatos registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (0,05 mg/L). Ver Gráfico 3-26.



Handwritten signatures and initials in blue ink



PERÚ

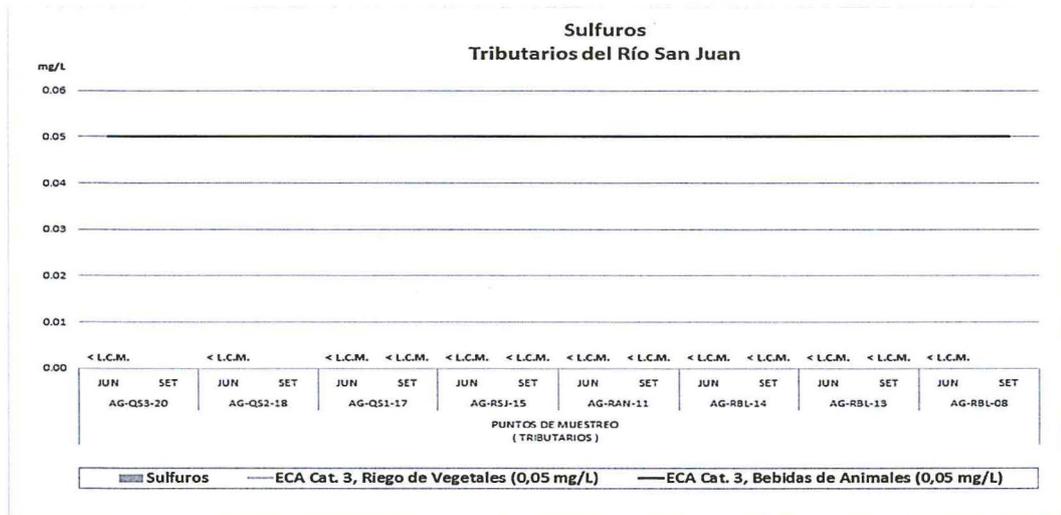
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-26: Resultados de Sulfuros para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

111. Los cuerpos de agua tributarios al río San Juan (río principal) al contener concentraciones muy bajas de sulfuros como también el mismo río San Juan, estos tributarios no afectan o alteran la calidad del río principal para este parámetro.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

112. Para le mes de marzo, se encontró un valor de DQO que superó el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (40 mg/L) en el punto de muestreo PM-06 (56,8 mg/L) ubicado en el río San Juan (río principal). Por otra parte, durante las evaluaciones del mes de junio, también se observó el mismo comportamiento superando el ECA en mención, en el punto de muestreo AG-RSJ-21 (41,9 mg/L). Ver Gráfico 3-27.



PERÚ

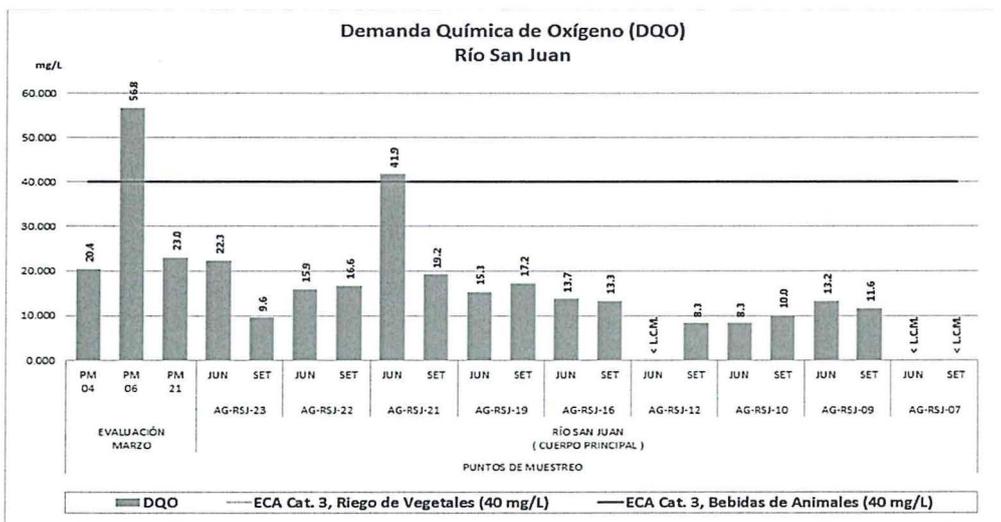
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

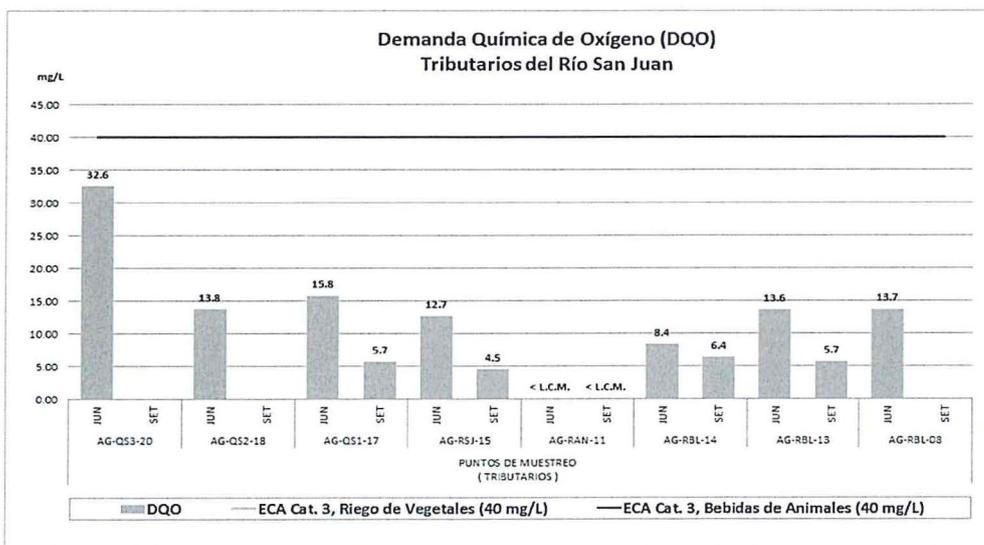
Gráfico 3- 27: Resultados de DQO para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Fuente: Elaboración Propia.

113. Por otra parte, en los puntos de muestreo correspondientes a los cuerpos de agua tributarios del río San Juan, se observó que las concentraciones de DQO registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (40 mg/L). Ver Gráfico 3-28.

Gráfico 3-28: Resultados de DQO para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

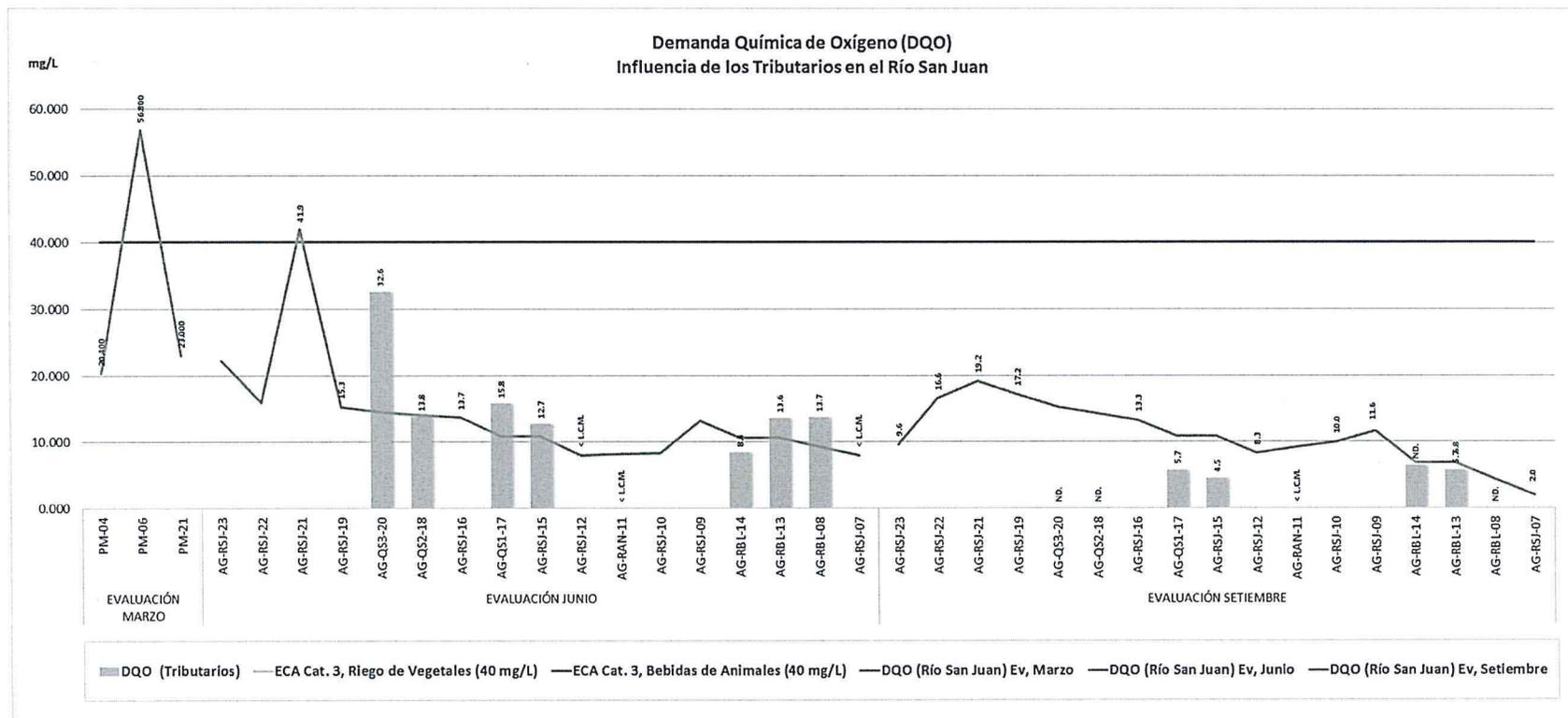
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

114. Durante el mes de junio se observó que las concentraciones de DQO registradas en los tributarios del río San Juan, las quebradas Quiulacocha (AG-QS3-20), S/N 2 (AG-QS2-18), S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) presentaron elevadas concentraciones de DQO, sin embargo, estas concentraciones no afectan la calidad del río San Juan para este parámetro aguas abajo de su desembocadura. El mismo comportamiento ocurrió durante la evaluación del mes de setiembre, las concentraciones de DQO en las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) tampoco afectaron o alteraron la calidad del río San Juan en este parámetro, tal como se aprecia en el Gráfico 3-29.



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

Gráfico 3-29: Influencia de las concentraciones de DQO, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

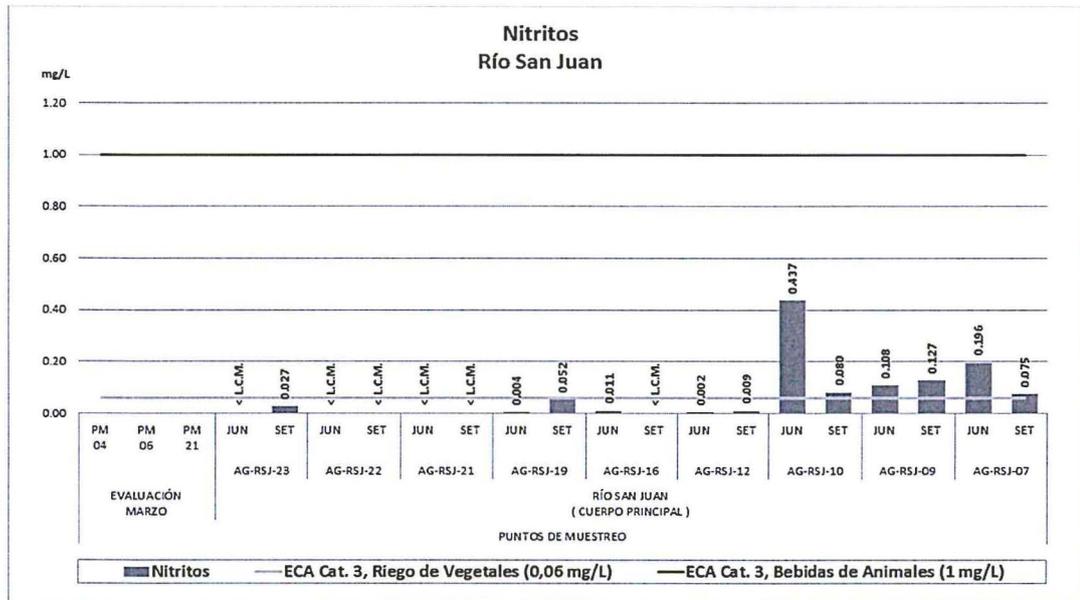
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Nitritos

115. Como se observa en el Gráfico 3-30, las evaluaciones realizadas en los meses de junio y setiembre, en los nueve puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, se registraron valores de nitritos por debajo del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Bebida de animales (1 mg/L). Sin embargo, comparando los resultados de nitritos con los valores del ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (0,06 mg/L), se observó que los puntos AG-RSJ-10, AG-RSJ-09 y AG-RSJ-07 ubicados en el río San Juan, superaron dicho ECA en los meses de junio y setiembre.

Gráfico 3-30: Resultados de Nitritos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo.
Fuente: Elaboración Propia.

116. Por otra parte, los puntos de muestreo correspondientes a los cuerpos de agua tributarios del río San Juan, se observó que las concentraciones de los nitritos registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (0,06 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L). Ver Gráfico 3-31.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

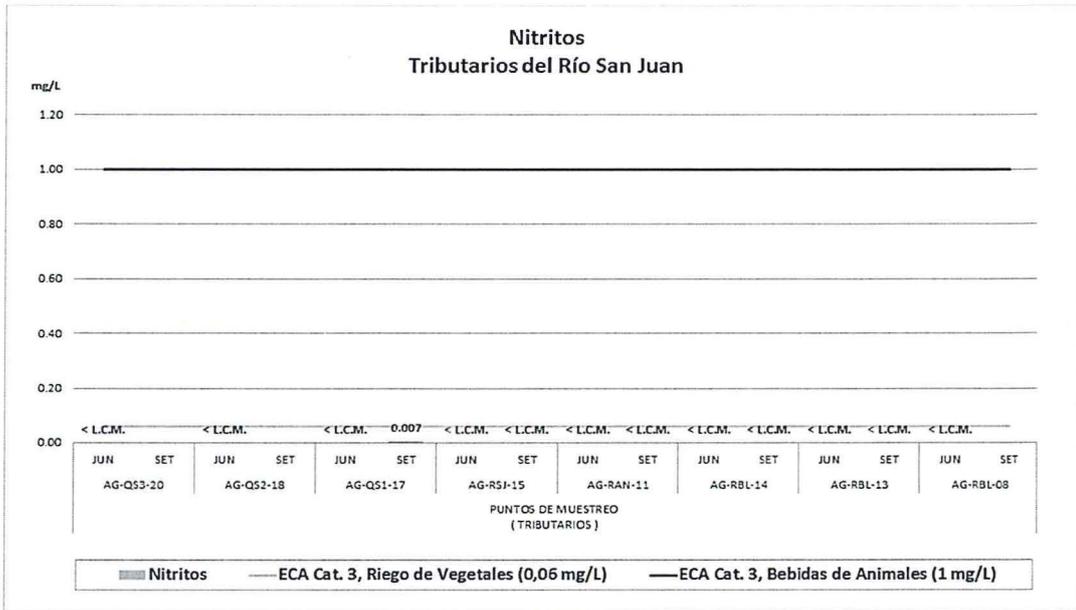
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

**Gráfico 3-31: Resultados de Nitritos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

117. Durante los meses de junio y setiembre se registraron valores de nitritos muy bajos, los cuales no afectaron las concentraciones de dicho parámetro en el río San Juan (río principal) aguas abajo de su desembocadura. Ver Gráfico 3-32.



PERÚ

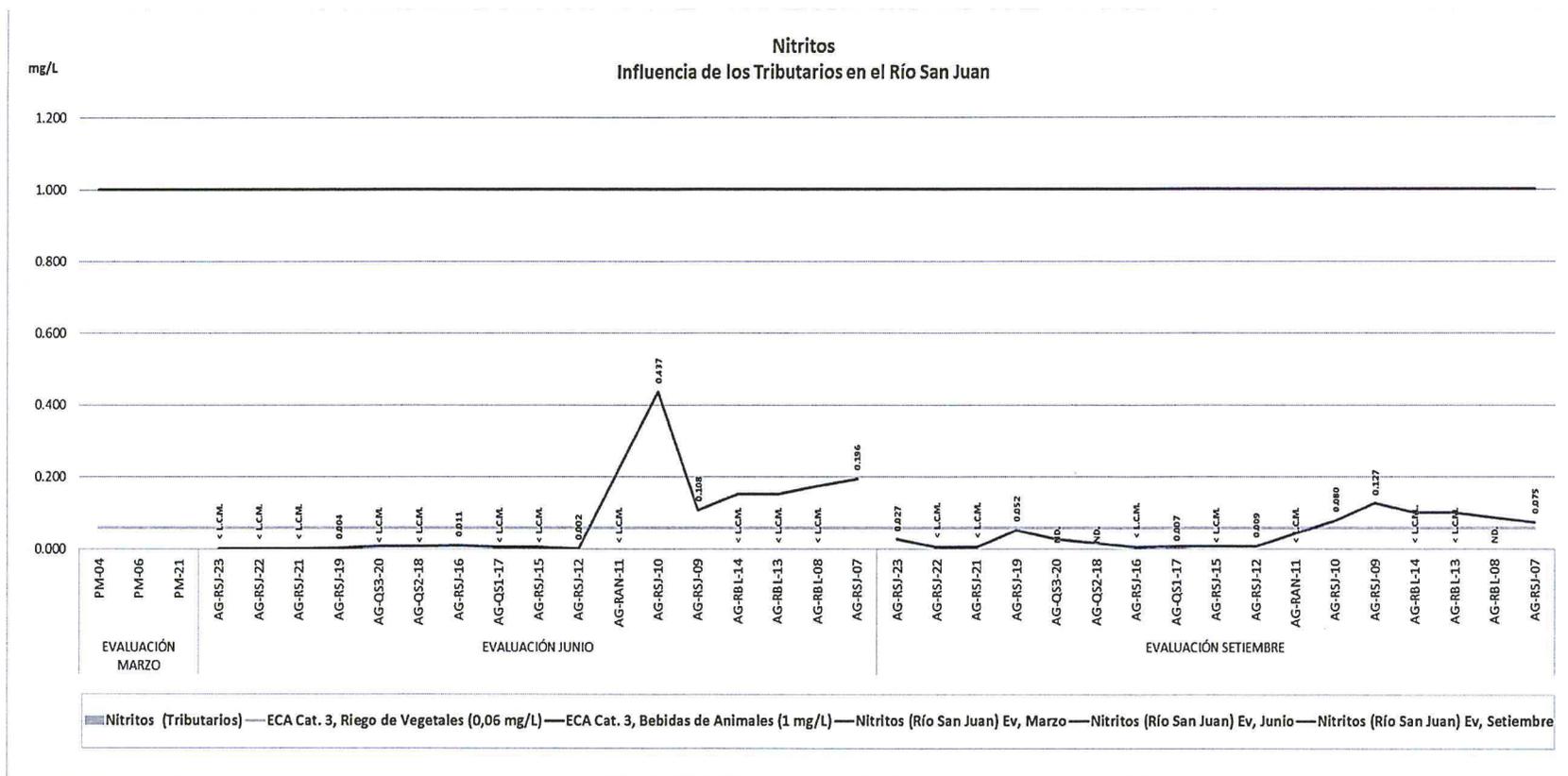
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Gráfico 3-32: Influencia de las concentraciones de Nitritos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.

Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

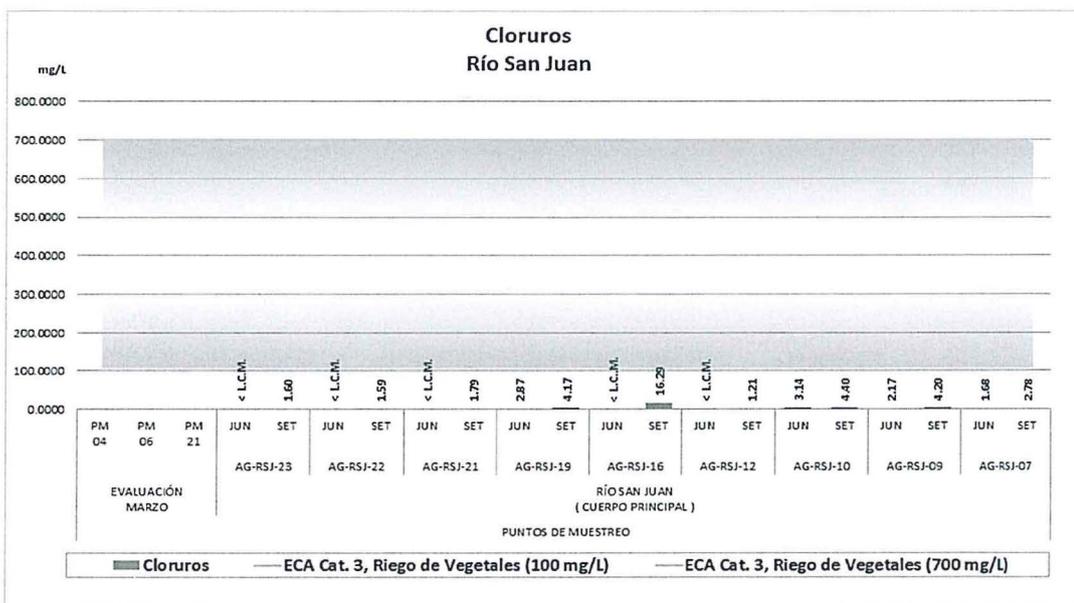
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Cloruros

118. Las concentraciones de cloruros registradas durante las evaluaciones de junio y setiembre, se observó que los nueve puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, presentaron valores por debajo del rango establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (100-700 mg/L). Ver Gráfico 3-33.

Gráfico 3- 33: Resultados de Cloruros para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo.
Fuente: Elaboración Propia.

119. Asimismo, se observó que las concentraciones de cloruros registrados en los meses de junio y setiembre ubicados en los puntos de muestreo correspondientes a los cuerpos de agua tributarios del río San Juan, se encontraron dentro del rango establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (100-700 mg/L). Ver Gráfico 3-34.



PERÚ

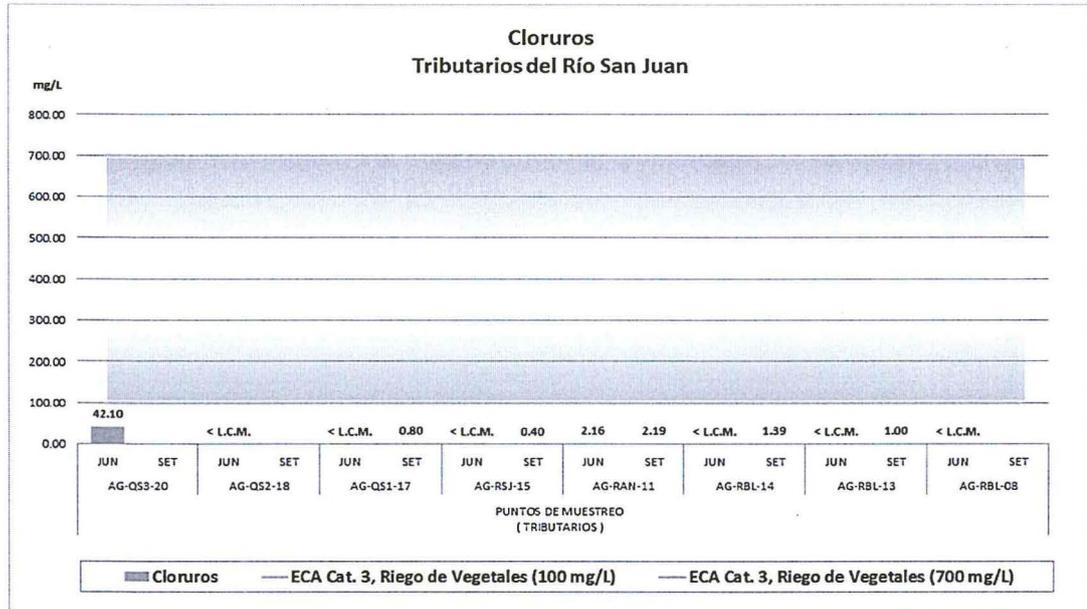
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3- 34: Resultados de Cloruros para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



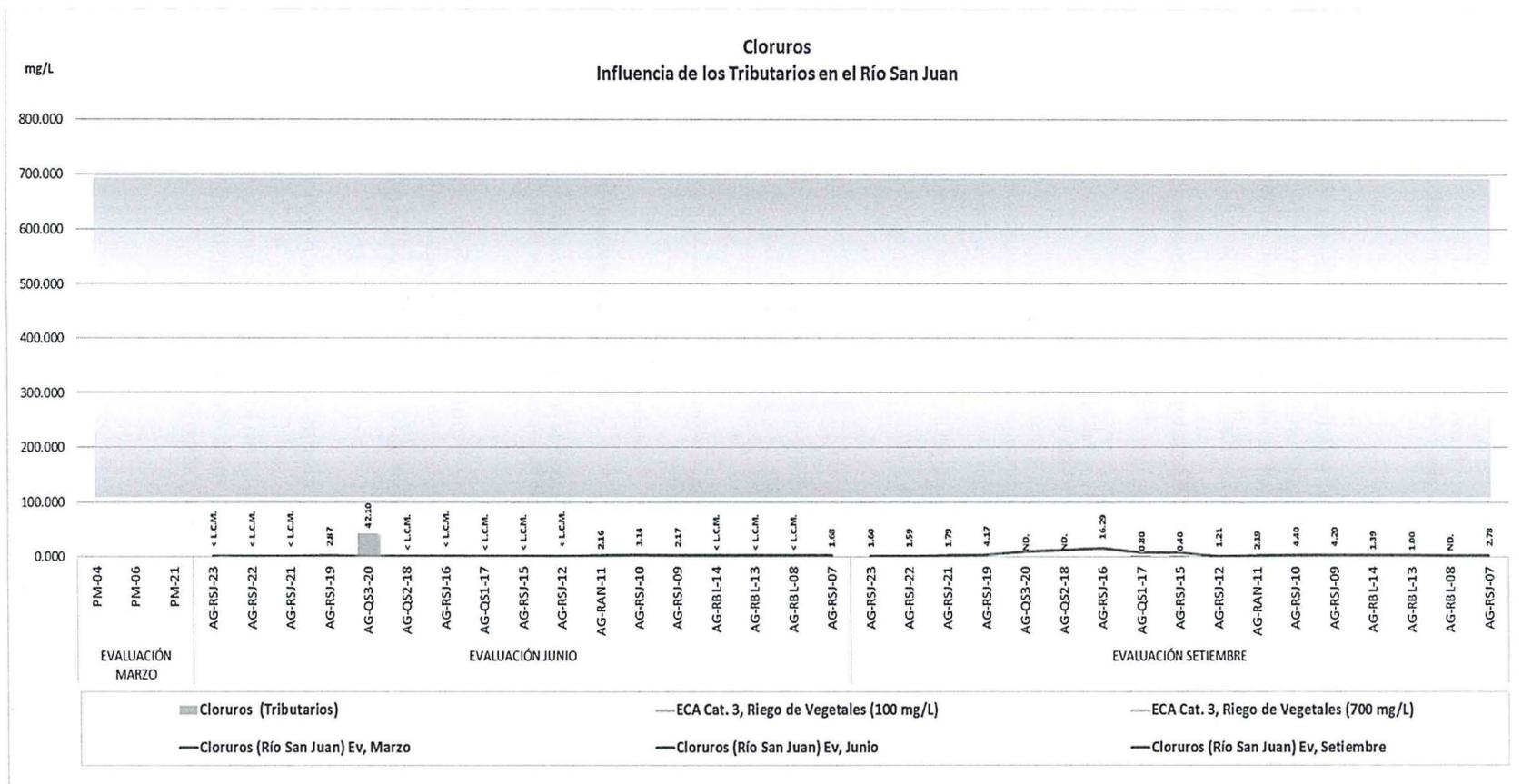
Handwritten signature

Vertical handwritten signature

L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.

- 120. En el Gráfico 3-35, se puede observar que en la evaluación realizada en el mes de junio, la concentración de cloruros en la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20), no afectó la calidad del río San Juan luego de tributar a este en este parámetro. Sin embargo, las concentraciones de cloruros en el río Andacancha hicieron que se eleve el cloruro en el río San Juan aguas abajo de la confluencia.
121. Por otra parte, los valores de cloruros registrados en el mes de setiembre en las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15), no afectaron la calidad del río San Juan para este parámetro. Sin embargo, las concentraciones de cloruros registradas en el río Andacancha (AG-RAN-11) aumentó la concentración de dicho parámetro en el río San Juan (aguas debajo de su desembocadura). Ver Gráfico 3-35.

Gráfico 3-35: Influencia de las concentraciones de Cloruros, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.

Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

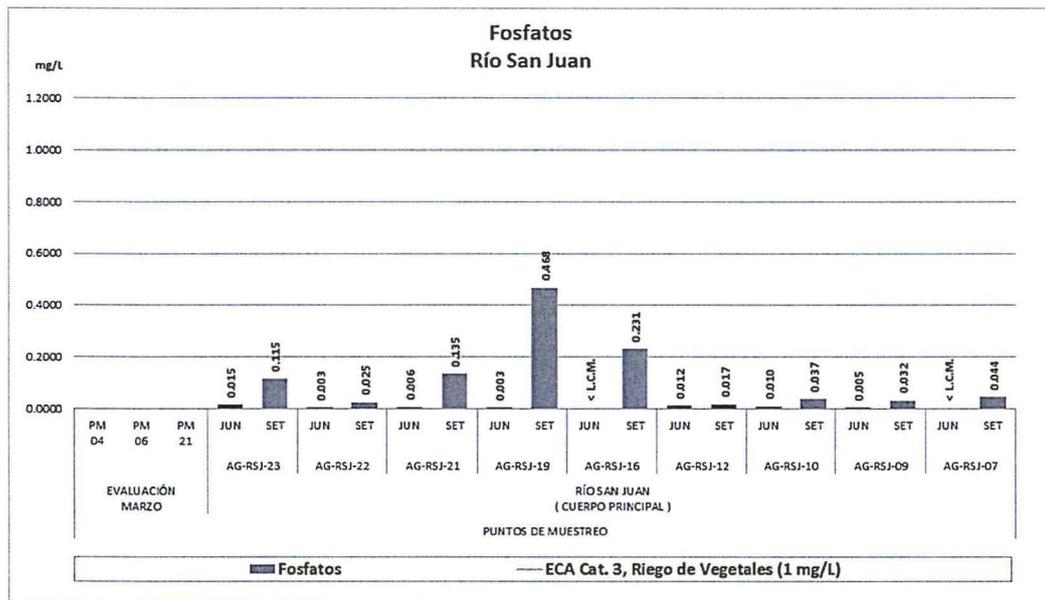
Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

➤ **Fosfatos**

- 122. Las concentraciones de fosfatos registradas durante las evaluaciones de junio y setiembre, se observó que los nueve puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, presentaron valores por debajo del límite establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (1 mg/L). Ver Gráfico 3-36.

**Gráfico 3-36: Resultados de Fosfatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo.  
Fuente: Elaboración Propia.

- 123. En el caso de los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, se observó que las concentraciones de fosfatos registrados en los meses de junio y setiembre, se encontraron dentro del valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (1 mg/L).
- 124. Por otra parte, cinco lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan presentaron valores por debajo del valor límite del ECA categoría 4 Conservación del ambiente acuático - Lagunas y lagos (0,4 mg/L) en los meses de junio y setiembre. Sin embargo, la laguna Yanamate durante el mes de junio, registró un valor de 3,275 mg/L superando el valor del ECA. Ver Gráfico 3-37.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

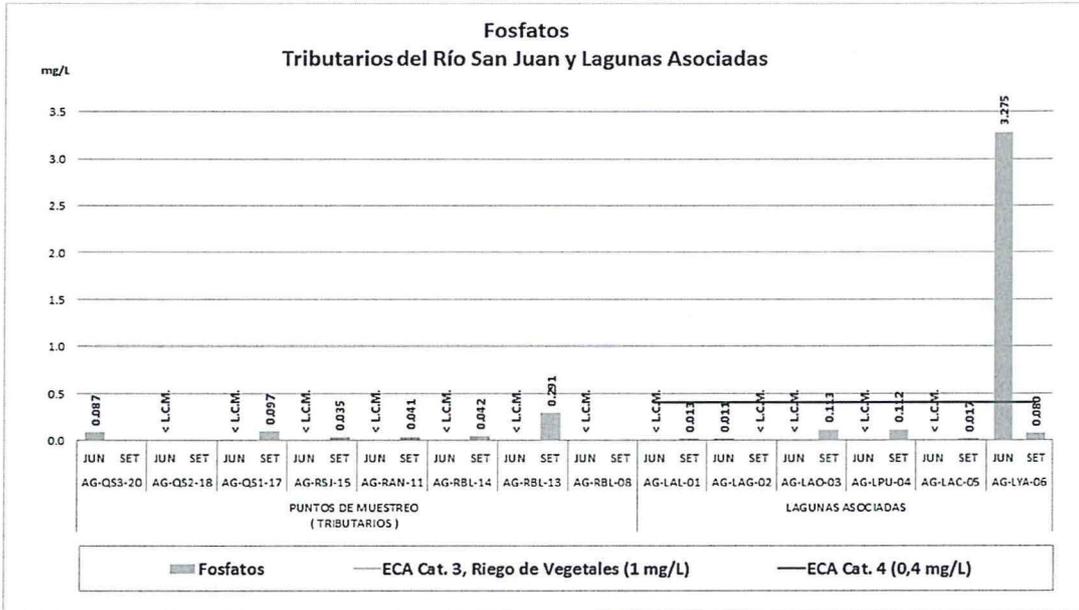
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

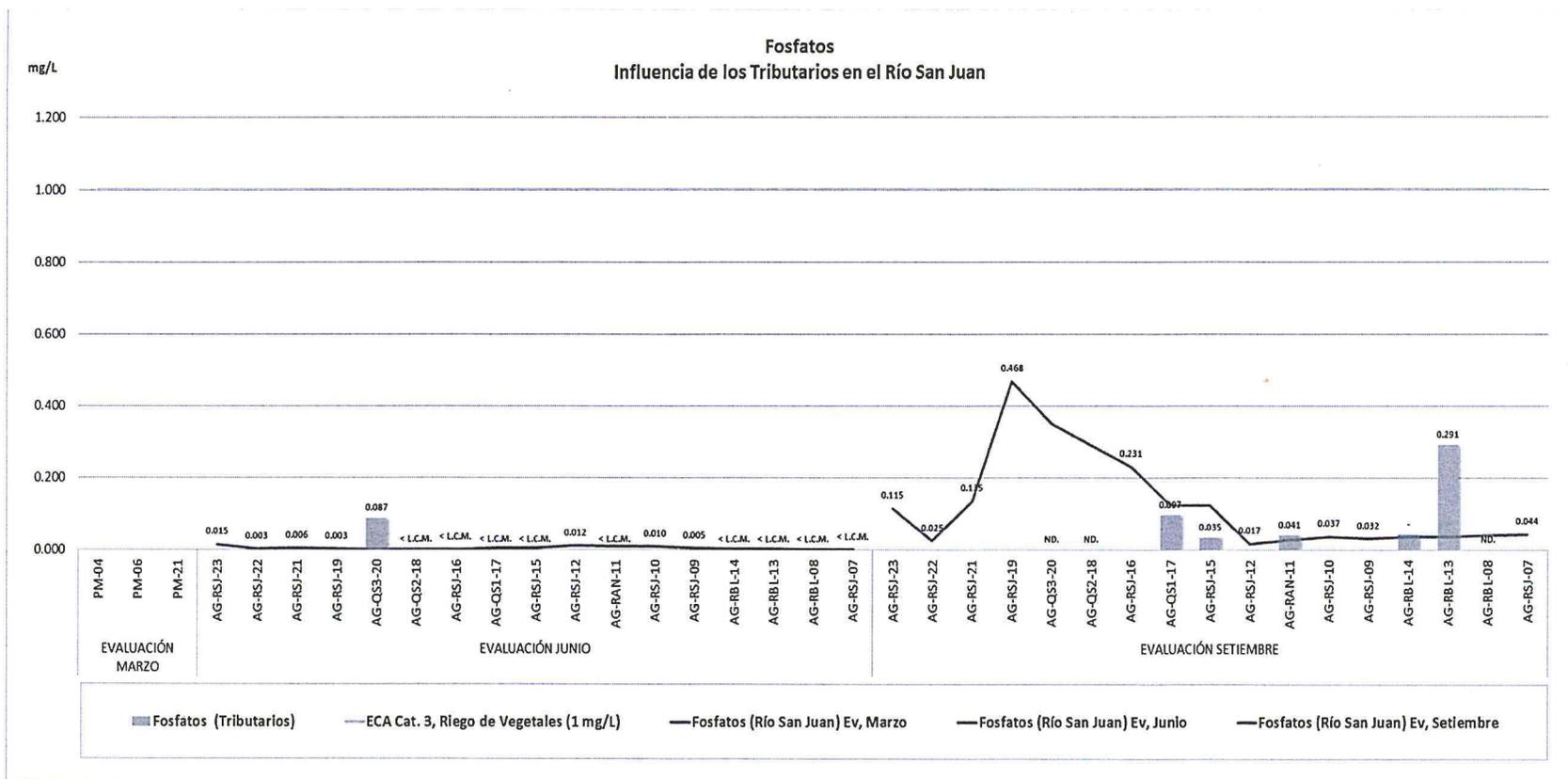
Gráfico 3-37: Resultados de Fosfatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

- 125. En el Gráfico 3-38, se observa que, en la evaluación realizada en el mes de junio, la concentración de fosfatos en la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) no afectó la calidad del río San Juan luego de tributar a este.
- 126. Por otra parte, las concentraciones de fosfatos registrados en el mes de setiembre de las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15), no afectaron la calidad del río San Juan para este parámetro. Sin embargo, las concentraciones de fosfatos registradas en el río Andacancha (AG-RAN-11) aumentó la concentración de dicho parámetro en el río San Juan (aguas debajo de su desembocadura). Ver Gráfico 3-38.

Gráfico 3-38: Influencia de las concentraciones de Fosfatos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.

Fuente: Elaboración Propia.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

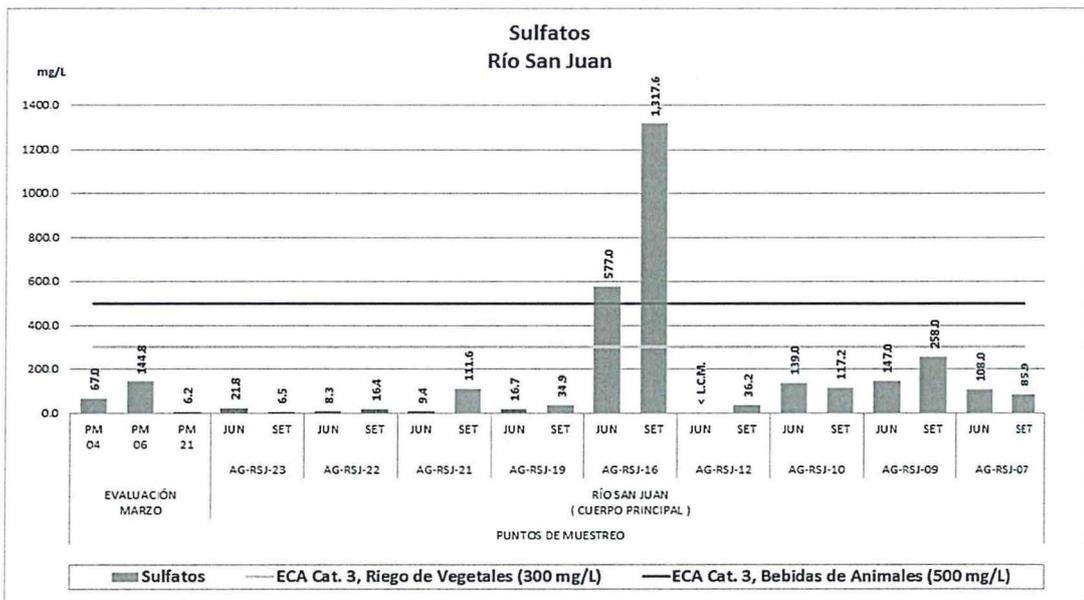
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

➤ **Sulfatos**

127. Las concentraciones de sulfatos registradas en el mes de marzo, se observó que los tres puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, presentaron valores por debajo del límite establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (300 mg/L) y bebida de animales (500 mg/L). Por otra parte, durante los meses de junio y setiembre, en el punto AG-RSJ-16, se registraron valores que superaron el ECA. Ver Gráfico 3-39.

**Gráfico 3-39: Resultados de Sulfatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia.

128. En el caso de los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, se observó el único punto que registro concentraciones de sulfatos por encima del ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (300 mg/L), fue en la quebrada Quiulacocho (AG-QS3-20) en el mes de junio, pero no supero el ECA para Agua de la Categoría 3 – Bebida de animales (500 mg/L). Ver Gráfico 3-40.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

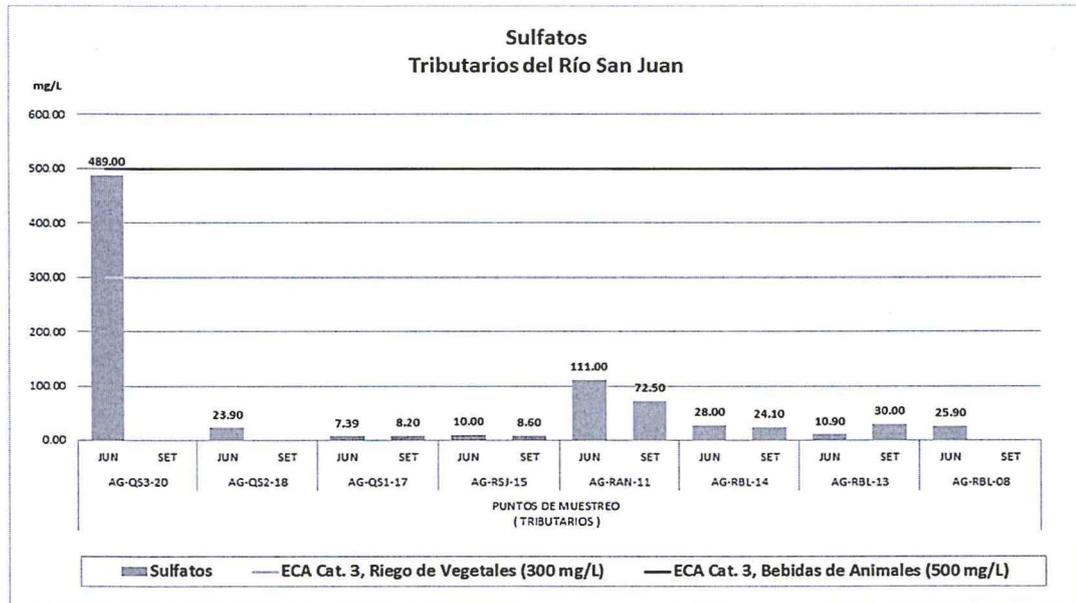
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

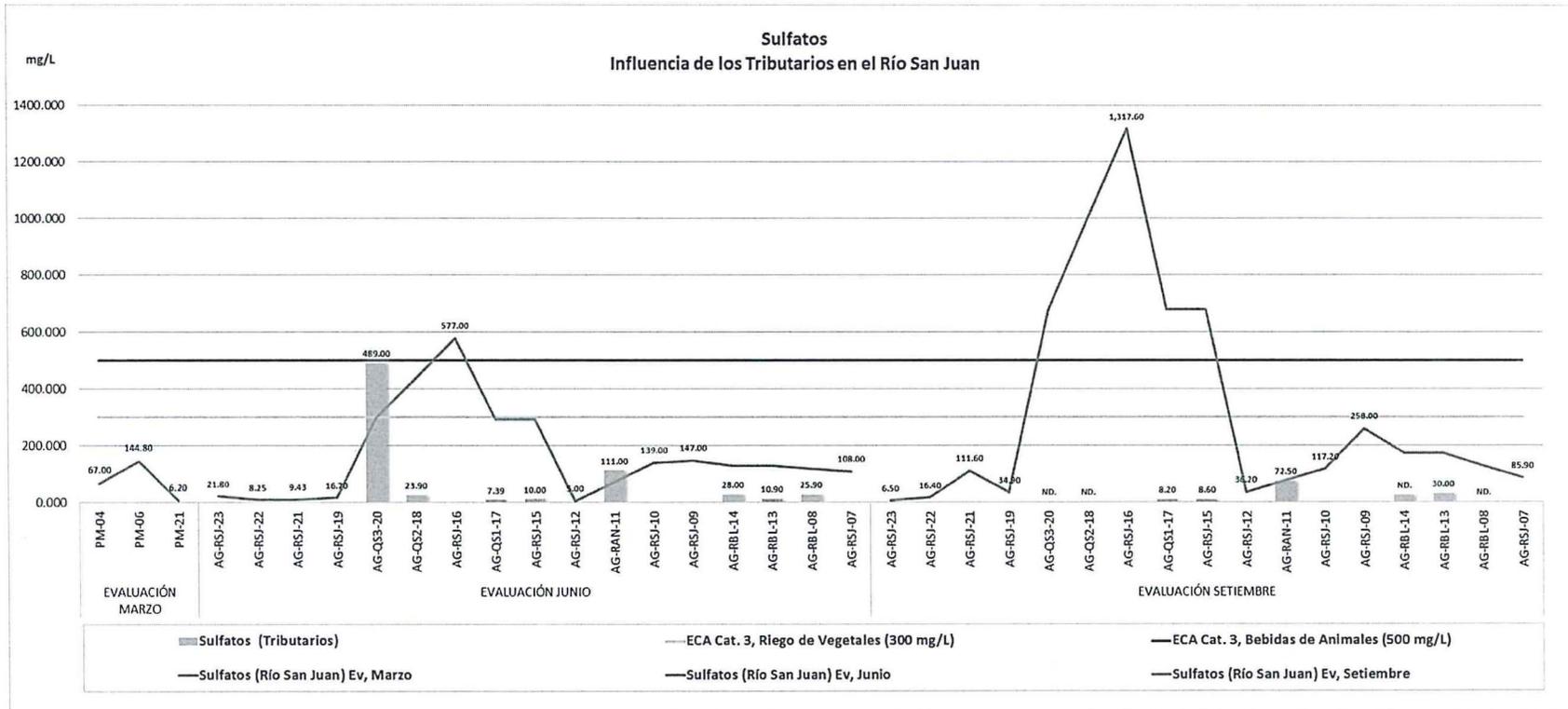
Gráfico 3-40: Resultados de Sulfatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

129. En el Gráfico 3-41; se observa que, en la evaluación realizada en el mes de junio, la concentración de sulfatos en la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) y el río Andacancha (AG-RAN-11), elevaron las concentraciones de este parámetro en el río San Juan luego de tributar a este.
130. Por otra parte, las concentraciones de sulfatos registrados en el río Andacancha (AG-RAN-11) en el mes de setiembre, hicieron que se eleve dicho parámetro en el río San Juan (aguas debajo de su desembocadura). Sin embargo, las concentraciones registradas en las quebradas S/N 1 (AG-QS1-17) y S/N 3 (AG-RSJ-15) no afectaron la calidad del río San Juan para este parámetro. Ver Gráfico 3-41.

Gráfico 3-41: Influencia de las concentraciones de Sulfatos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



*Handwritten signatures and initials in blue ink.*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

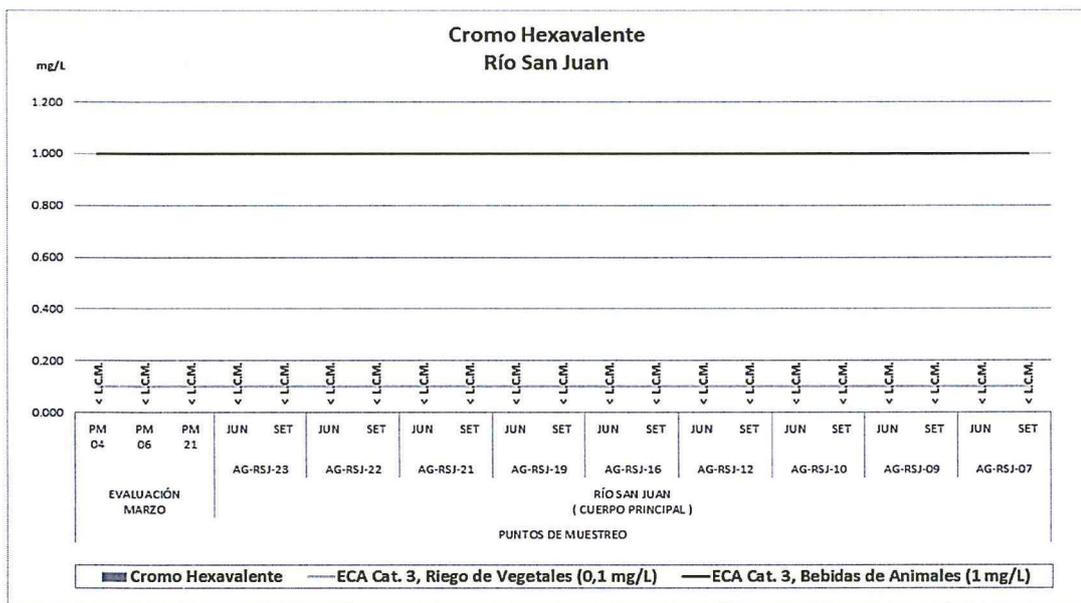
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Cromo Hexavalente

131. En las evaluaciones realizadas en los meses de marzo, junio y setiembre, se observó que las concentraciones de cromo VI registradas en los 12 puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, presentaron valores por debajo del límite establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (0,1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L). Ver Gráfico 3-42.

Gráfico 3-42: Resultados de Cromo VI para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio. Fuente: Elaboración Propia.

132. En el caso de los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, se observó que todos los puntos de muestreo se registraron valores de cromo VI por debajo del ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales (0,1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L). Asimismo, las concentraciones de cromo VI registradas en las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, están dentro del ECA para agua categoría 4 - Conservación del ambiente acuático, lagunas y lagos (0,05 mg/L). Ver Gráfico 3-43.



Handwritten signature

Handwritten number 4

Handwritten number 4

Handwritten signature



PERÚ

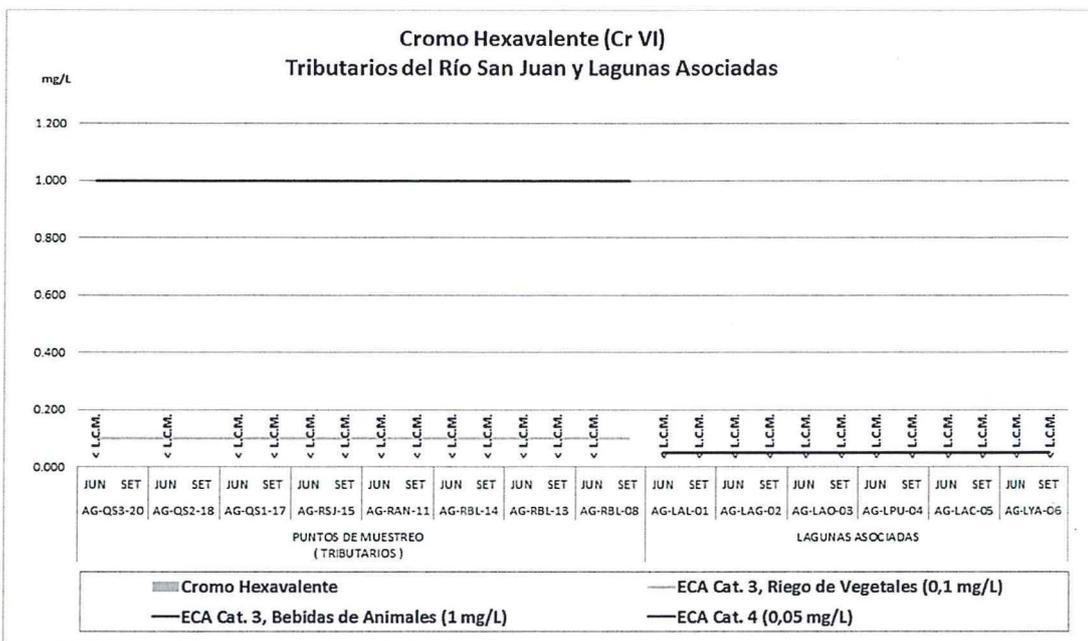
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-43: Resultados de Cromo VI para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



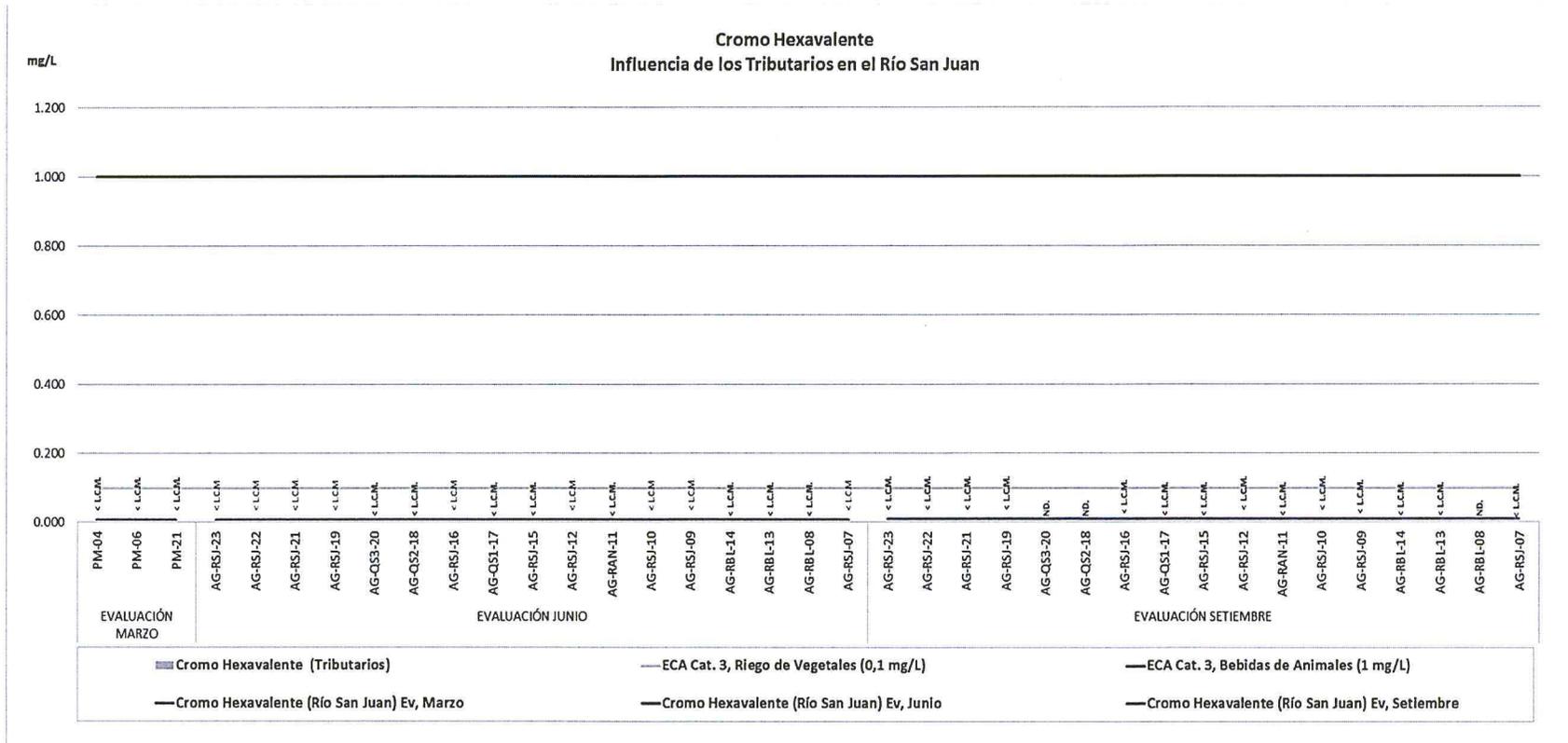
L.C.M: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.

- 133. Durante los meses de junio y setiembre se registraron valores de cromo VI muy bajos en todos los tributarios del río San Juan, los cuales no afectaron las concentraciones de dicho parámetro en el río San Juan (río principal) aguas abajo de su desembocadura. Ver Gráfico 3-44.

Gráfico 3-44: Influencia de las concentraciones de Cromo VI, de los tributarios al río San Juan, 2015.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

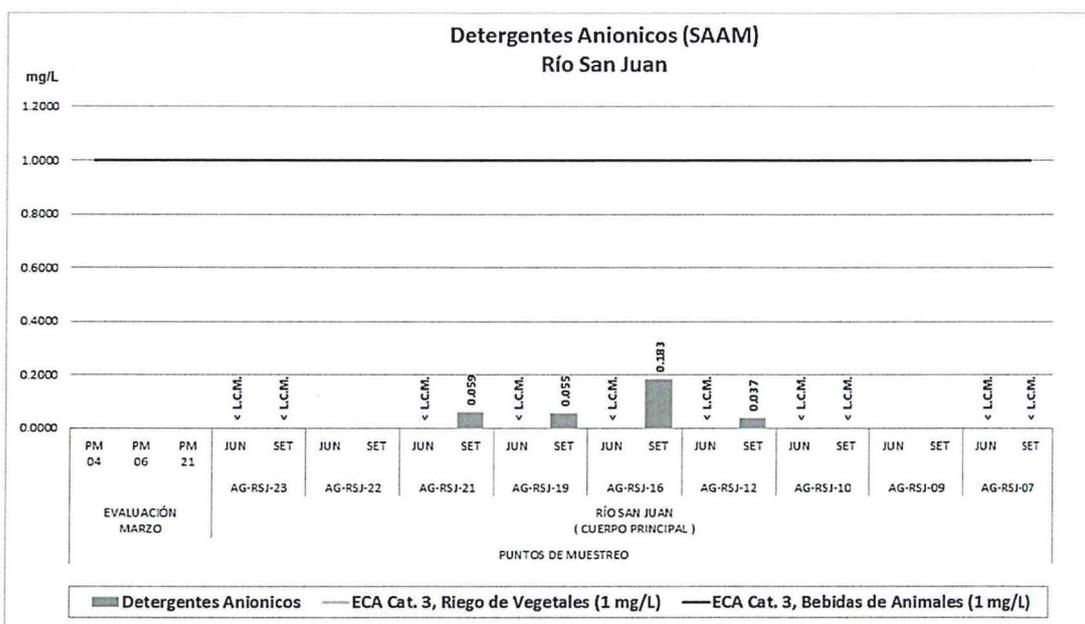
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Detergentes Aniónicos (SAAM)

134. En las evaluaciones realizadas en los meses de junio y setiembre, se observó que las concentraciones de detergentes registradas en los nueve puntos de muestreo ubicados en el río San Juan, presentaron valores por debajo del valor del ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1 mg/L). Ver Gráfico 3-45.

Gráfico 3-45: Resultados de Detergente SAAM para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.

135. En el caso de los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, se observó que el punto de muestreo AG-RSJ-15 registró valores de SAAM por debajo del ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1 mg/L). Ver Gráfico 3-46.



PERÚ

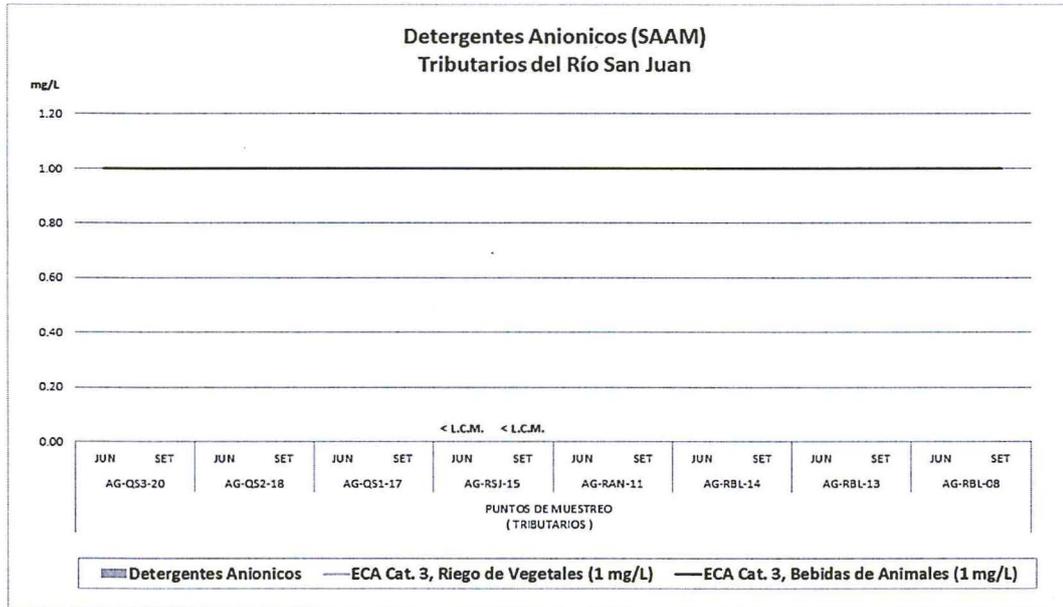
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-46: Resultados de Detergente Aniónicos (SAAM) para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

136. Durante los meses de junio y setiembre se registraron valores de detergentes muy bajos en la quebrada S/N 3 (AG-RSJ-15) del río San Juan, el cual no afectó las concentraciones de dicho parámetro en el río San Juan (río principal) aguas debajo de su desembocadura.

➤ **Carbonatos**

137. En las evaluaciones realizadas en los meses de junio, se observó que las concentraciones de carbonatos registradas en los puntos AG-RSJ-23 y AG-RSJ-12 ubicados en el río San Juan, presentaron valores que superaron el valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (5 mg/L). Ver Gráfico 3-47.



Handwritten signatures in blue ink.



PERÚ

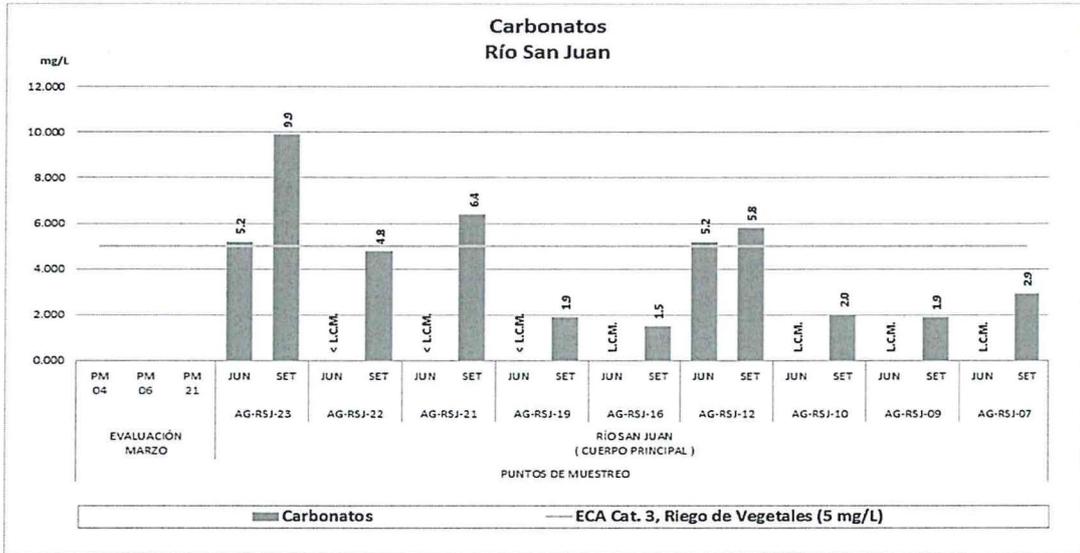
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

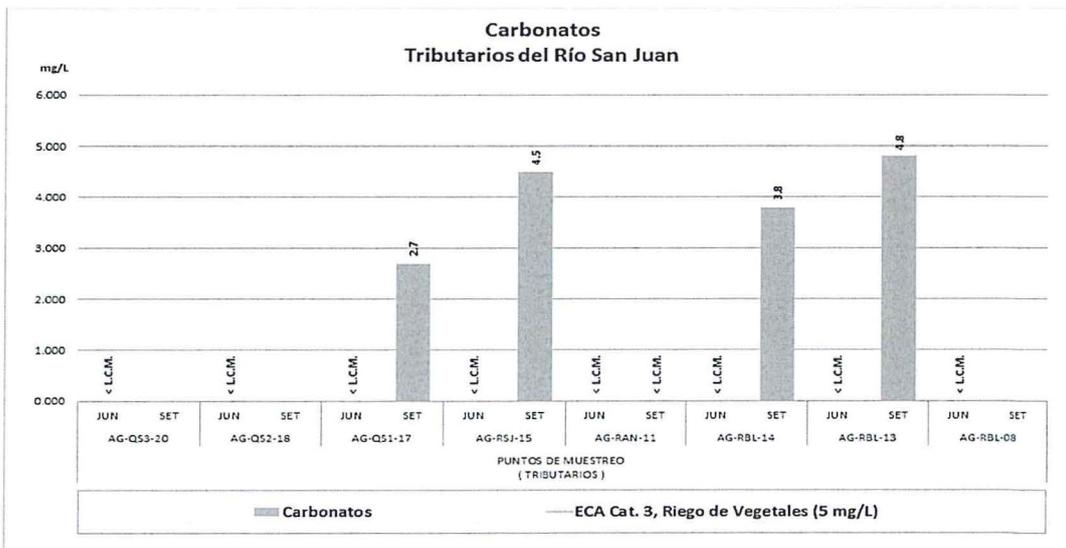
Gráfico 3-47: Resultados de Carbonatos para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo.
Fuente: Elaboración Propia.

138. En el caso de los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, se observó que todos los puntos de muestreo están por debajo del ECA para Agua de la Categoría 3 – Riego de vegetales (5 mg/L) tanto en el mes de junio como el de setiembre. Ver Gráfico 3-48.

Gráfico 3-48: Resultados de Carbonatos para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

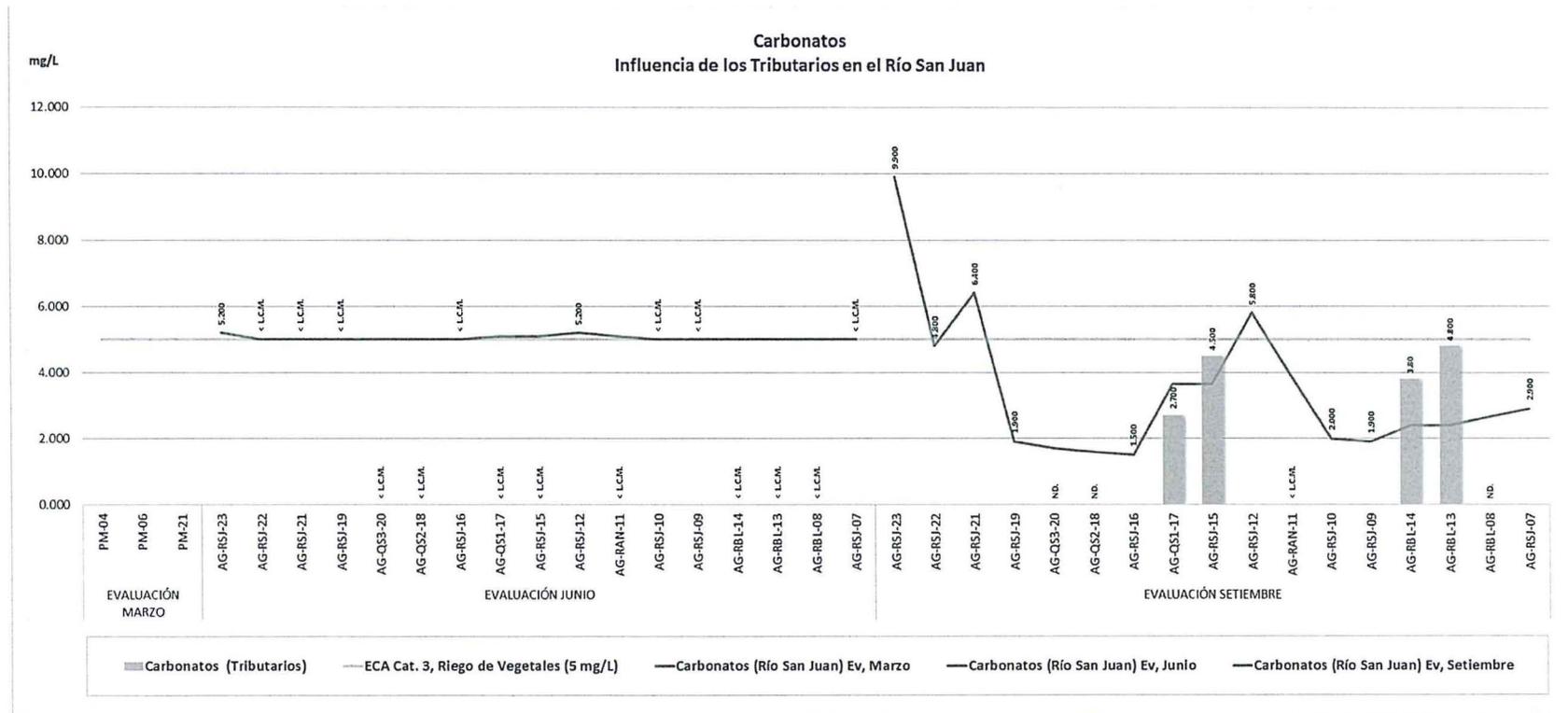
Fuente: Elaboración Propia.

139. Durante el mes de junio, las quebradas Quiulacocha (AG-QS3-20), S/N 3 (AG-RSJ-15), S/N 1 (AG-QS1-17), S/N 2 (AG-QS2-18) y el río Andacancha (AG-RAN-11) registraron concentraciones de carbonatos muy bajos, los cuales no afectaron la calidad del río San Juan (río principal) en este parámetro, para el mes de junio. Ver Gráfico 3-49.
140. Por otra parte, las concentraciones de carbonatos en las quebradas S/N 3 (AG-RSJ-15) y S/N 1 (AG-QS1-17), elevaron las concentraciones de dicho parámetro en el río San Juan, luego de tributar en este en el mes de setiembre. Ver Gráfico 3-49.



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*

Gráfico 3-49: Influencia de las concentraciones de Carbonatos, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.

Fuente: Elaboración Propia.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

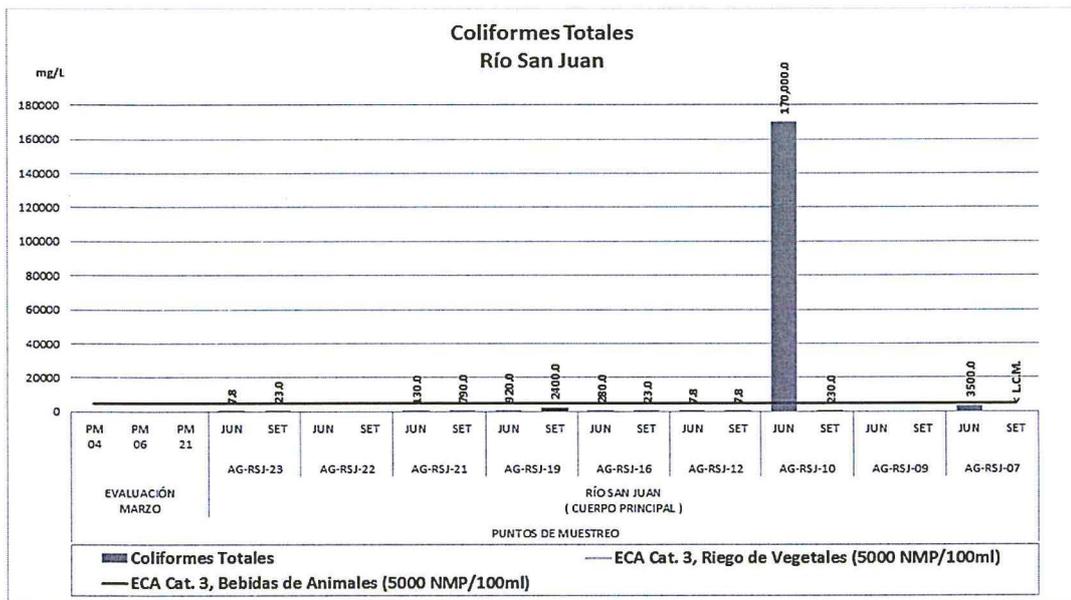
Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Coliformes Totales

141. En las evaluaciones realizadas en el mes de junio, se observó que las concentraciones de coliformes totales registradas en el punto AG-RSJ-10 ubicado en el río San Juan, presentaron valores que superaron el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (5 000 NMP/100mL). Sin embargo, en el mes de setiembre se pueda apreciar que todos los puntos de muestreo están dentro del ECA en mención. Ver Gráfico 3-50.

Gráfico 3-50: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y setiembre.
Fuente: Elaboración Propia

142. En el caso de las lagunas asociadas al río San Juan, se observó que todos los puntos de muestreo están por debajo del ECA para Agua de la Categoría 4 - Conservaciones del ambiente acuático de lagunas y lagos (2 000 NMP/100mL) tanto en el mes de junio como el de setiembre. Ver Gráfico 3-51.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

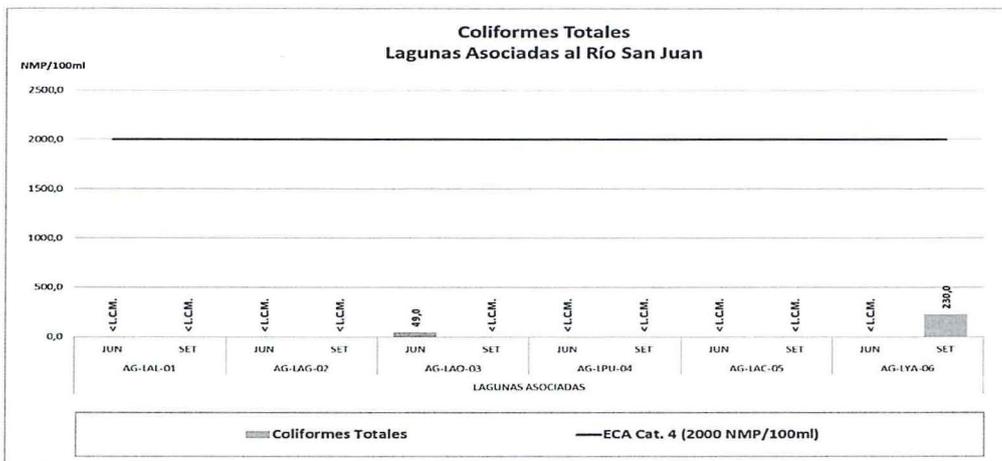
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-51: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.

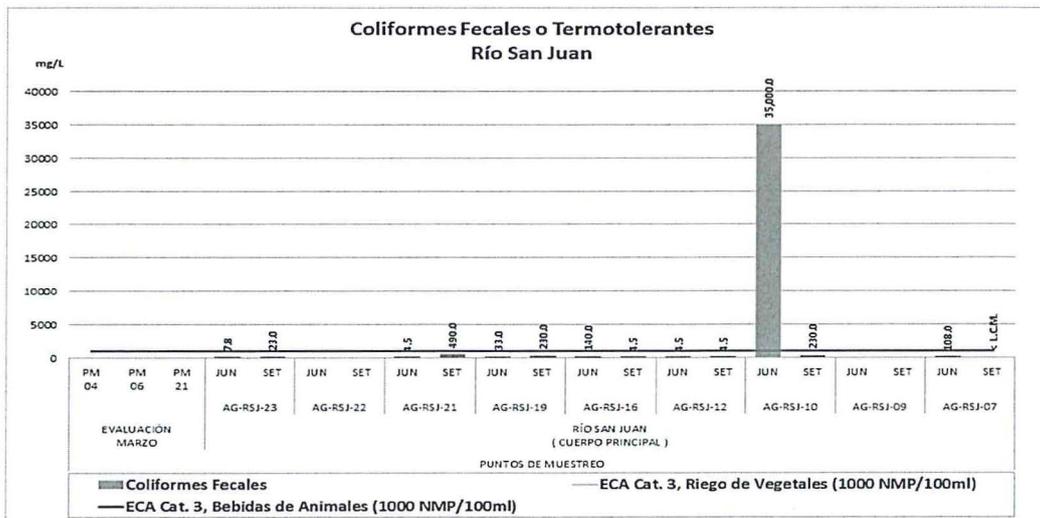


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio. Fuente: Elaboración Propia

Coliformes Termotolerantes

143. En las evaluaciones realizadas en junio, se observó que las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas en el punto AG-RSJ-10 ubicado en el río San Juan, presentó valores que superaron el ECA para Agua de la Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1 000 NMP/100mL). Sin embargo, en el mes de setiembre se pueda apreciar que todos los puntos de muestreo están dentro del ECA en mención. Ver Gráfico 3-52.

Gráfico 3-52: Resultados de Coliformes termotolerantes para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio. ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y setiembre. Fuente: Elaboración Propia



PERÚ

Ministerio del Ambiente

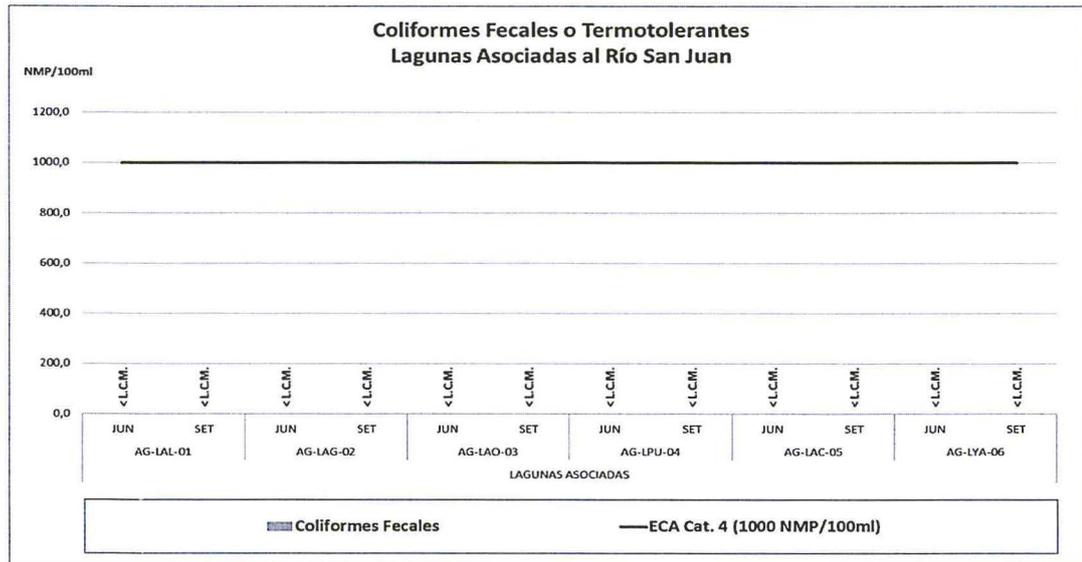
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

144. En el caso de las lagunas asociadas al río San Juan, se observó que todos los puntos de muestreo están por debajo del ECA para Agua de la Categoría 4 – Conservación del ambiente acuático de lagunas y lagos (1 000 NMP/100mL) tanto en el mes de junio como setiembre. Ver Gráfico 3-53.

**Gráfico 3-53: Resultados de Coliformes totales para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia

**Clorofila A**

145. En las evaluaciones realizadas en el mes de junio, se observó que las concentraciones de clorofila A registradas en las seis lagunas asociadas al río San Juan, presentaron valores que están dentro del ECA para Agua de la Categoría 4 – Conservación del ambiente acuático de lagunas y lagos (10 mg/L). Ver Gráfico 3-54.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



PERÚ

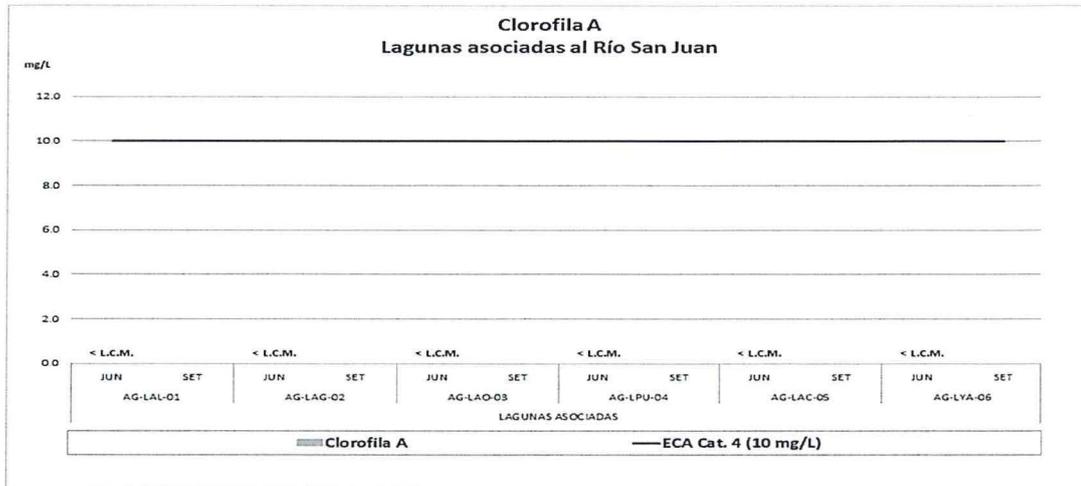
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-54: Resultados de Clorofila A para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



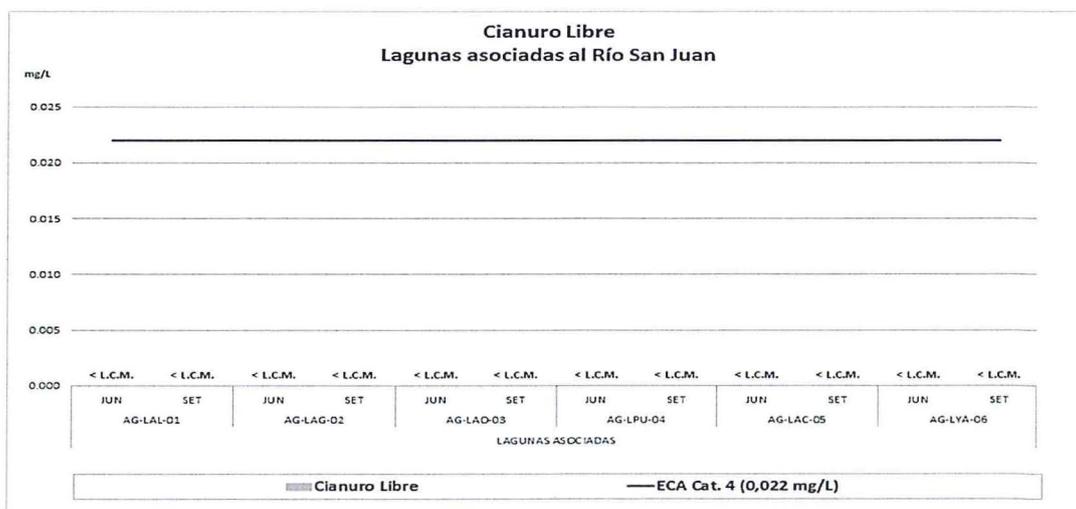
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia



Cianuro libre

146. En las evaluaciones realizadas en los meses de junio y setiembre, se registraron concentraciones de cianuro libre en las seis lagunas asociadas al río San Juan, valores que están dentro del límite establecido en el ECA para Agua de la Categoría 4 – Conservación del ambiente acuático de lagunas y lagos (0,022 mg/L). Ver Gráfico 3-55.

Gráfico 3-55: Resultados de Cianuro libre para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Fuente: Elaboración Propia



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

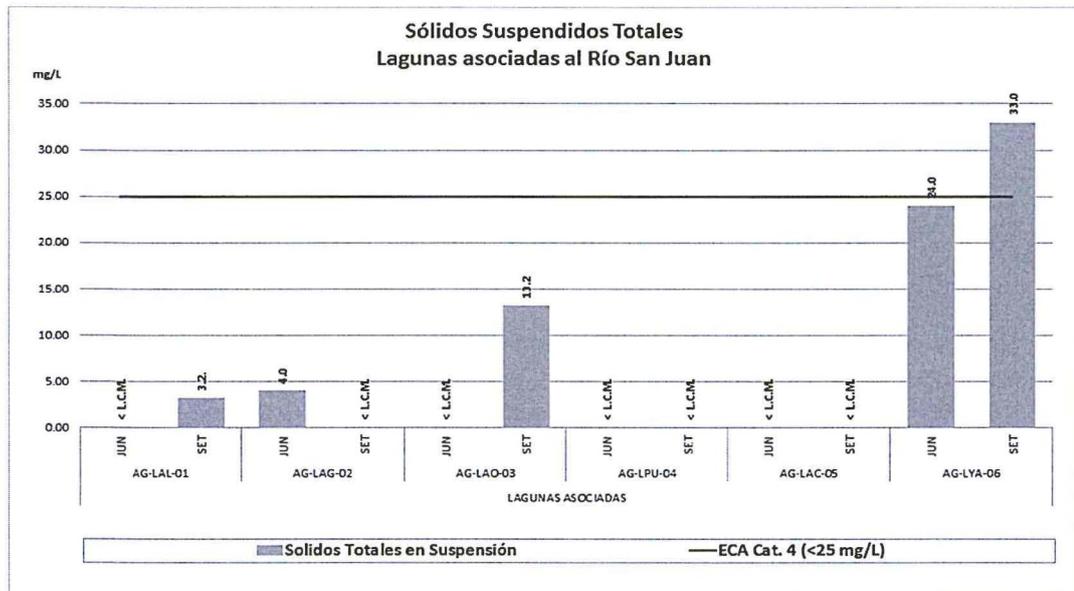
Dirección de Evaluación

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

### Sólidos Totales en Suspensión

147. En las evaluaciones realizadas en el mes de junio, en todas las lagunas se registraron valores de sólidos totales en suspensión menores al valor establecido en el ECA para Agua de la Categoría 4 – Conservación del ambiente acuático de lagunas y lagos (< 25 mg/L). Sin embargo, para el mes de setiembre, en la laguna Yanamate (AG-LYA-06) presentó concentraciones de este parámetro superior al ECA en mención. Ver Gráfico 3-56.

Gráfico 3-56: Resultados de Sólidos totales en suspensión para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia

### Sulfuro de Hidrógeno

148. En las evaluaciones realizadas en el mes de junio, se registraron concentraciones de sulfuro de hidrógeno en las seis lagunas asociadas al río San Juan, valores que están dentro del ECA para Agua de la Categoría 4 – Conservación del ambiente acuático de lagunas y lagos (0,002 mg/L). Ver Gráfico 3-57.



Handwritten signatures in blue ink



PERÚ

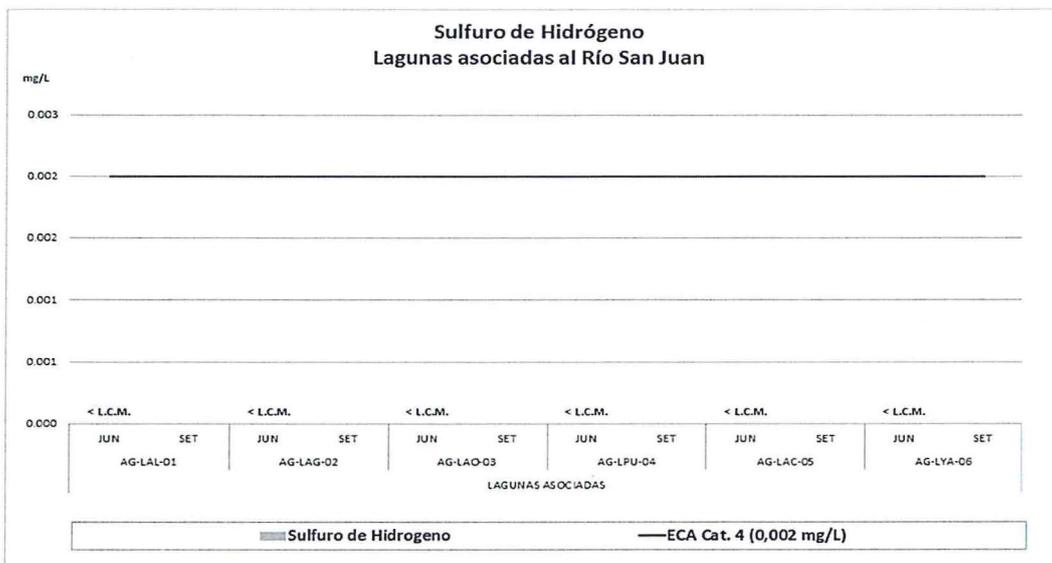
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-57: Resultados de Sulfuro de hidrógeno para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de setiembre.
Fuente: Elaboración Propia.

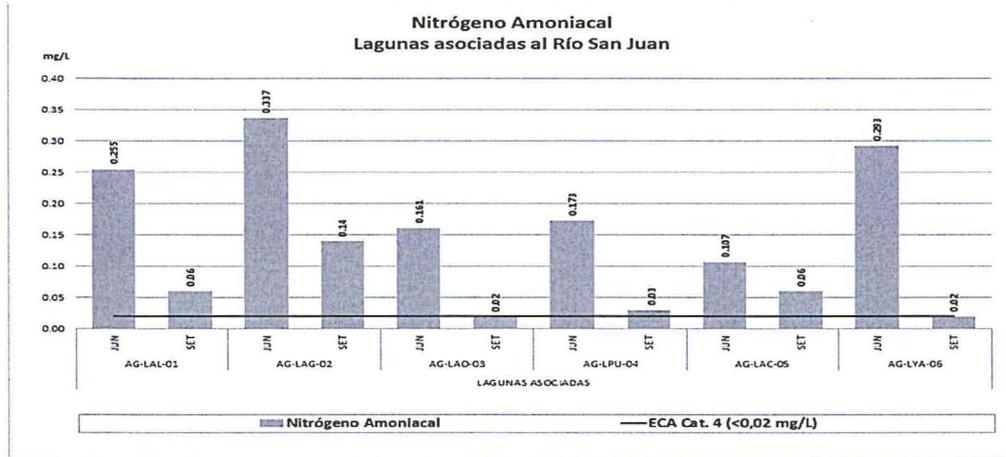
Nitrógeno Amoniacal

- 149. En las evaluaciones realizadas en el mes de junio, se registraron concentraciones de nitrógeno amoniacal...
150. Como se puede apreciar en el Gráfico 3-58, los valores registrados en el mes de setiembre, en las lagunas Alcaicocha (AG-LAL-01), Huicra (AG-LAG-02), Punrun (AG-LPU-04) y Acucocha (AG-LAC-05), superaron el ECA para Agua de la Categoría 4...

13 La Autoridad Nacional de Agua - ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó una ligera afectación de los niveles de nitrógeno amoniacal en la calidad del agua de la laguna Alcaicocha, atribuyéndole influencia a los restos fecales la presencia de auquénidos, ovinos y aves de la zona.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Gráfico 3-58: Resultados de Nitrógeno amoniacal para los puntos de muestreo en aguas de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.



*[Handwritten signature]*

➤ **Parámetros Inorgánicos – Metales Totales**

*[Handwritten signature]*

151. Respecto a metales totales<sup>14</sup>, la Tabla 3-5 y Tabla 3-6 señalan que se obtuvieron los siguientes resultados:

*[Handwritten signature]*

➤ **Aluminio (Al) Total**

*[Handwritten signature]*

152. Las concentraciones de aluminio total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (5,0 mg/L) y bebida de animales (5,0 mg/L).

<sup>14</sup> En el presente informe técnico se hace un análisis de metales totales, definidos como la concentración de metales en una muestra no filtrada o la suma de las concentraciones de metales tanto de fracciones suspendidas como disueltas.



PERÚ

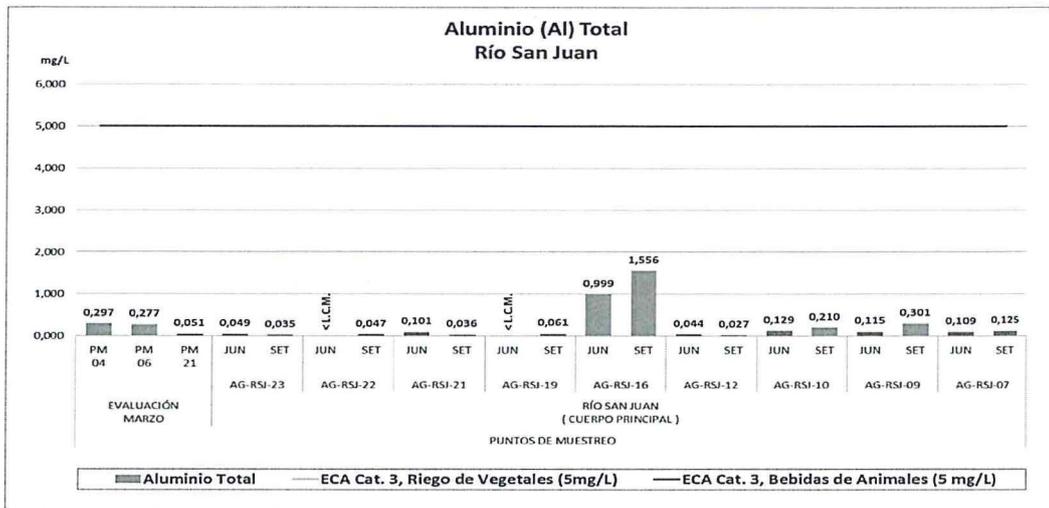
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-59: Resultados de aluminio (Al) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.
Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Tabla 3-5: Resultados de metales totales en la cuenca del río San Juan y sus tributarios, 2015.

Table with 28 columns: Ambiente Evaluado, Código punto de muestreo, Mes, and 26 metals (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fosforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Silicato, Silice, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio, Zinc, Mercurio). Rows include ECA para Agua Categoría 3, Río San Juan, and Tributarios del río San Juan.

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Inspectorate Services Perú S.A.C.: N° 32788L/15-MA y Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/11829, A-15/11826, A-15/11827.
Informe de laboratorio de junio: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/21485, A-15/21484, A-15/21480, A-15/21467, A-15/20968, A-15/20969, A-15/20971, A-15/20962, A-15/20957, A-15/20960, A-15/20956, A-15/22107, A-15/22106, A-15/22108
Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 98647L/15-MA-MB, 98604L/15-MA-MB, 98643L/15-MA-MB, 98678L/15-MA-MB, 98721L/15-MA-MB, 98815L/15-MA
Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00183293, J-00183290, J-00183279, J-00183317, J-00183313, J-00183329

"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.
"---": No se realizó la toma de muestra.
(<) = Indica valores menores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.
: Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 3 - Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.
Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).
Fuente: Elaboración Propia



Tabla 3-6: Resultados de metales totales en las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.

Table with 33 columns: Ambiente Evaluado, Código punto de muestreo, Mes, and various metals (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Bismuto, Boro, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Fosforo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Silicato, Silice, Sodio, Talio, Titanio, Uranio, Vanadio, Zinc, Mercurio). Rows include ECA para Agua Categoría 4 D.S. 002-2008 MINAM and Lagunas Asociadas (AG-LAL-01, AG-LAG-02, AG-LAO-03, AG-LPU-04, AG-LAC-05, AG-LYA-06).

Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° A-15/21440, A-15/21438, A-15/20985, A-15/20986, A-15/20983, A-15/20984, A-15/20979, A-15/20980, A-15/21445, A-15/21443, A-15/21478, A-15/21452, A-15/21450, A-15/21470, A-15/22119, A-15/22115, A-15/21930, A-15/22118, A-15/22111, A-15/22009, A-15/22008, A-15/21553

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° 98647L/15-MA-MB, 98604L/15-MA-MB, 98643L/15-MA-MB, 98678L/15-MA-MB, 98721L/15-MA-MB, 98815L/15-MA

Ensayo - ENVIROLAB Perú S.A.C.: N° J-00183293, J-00183290, J-00183279, J-00183317, J-00183313, J-00183329

"-": No cuenta con valor estándar en el ECA para Agua.

"-": No se realizó la toma de muestra.

(<) = Indica valores menores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.

( ): Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Categoría 4 - Conservación del Ambiente Acuático Lagunas y lagos.

Estándar de Calidad de Agua para Agua Categoría 3, Para riego de vegetales y bebida de animales, según D.S. 002-2008-MINAM y R. J. N° 202-2010-ANA (Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino-Costeros).

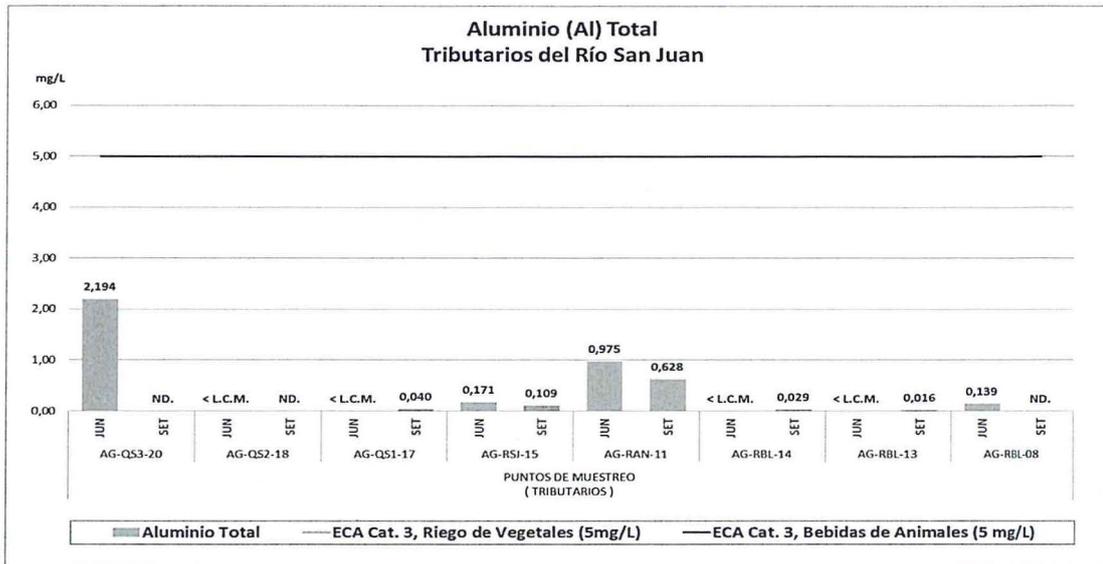
Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures and initials in blue ink.

153. Del mismo modo, los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan, las concentraciones de aluminio total registrados en los meses de junio y setiembre se encontraron por debajo de lo establecido por el ECA para Agua Categoría 3: Riego de vegetales (5,0 mg/L) y bebida de animales (5,0 mg/L).

**Gráfico 3-60: Resultados de aluminio (Al) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



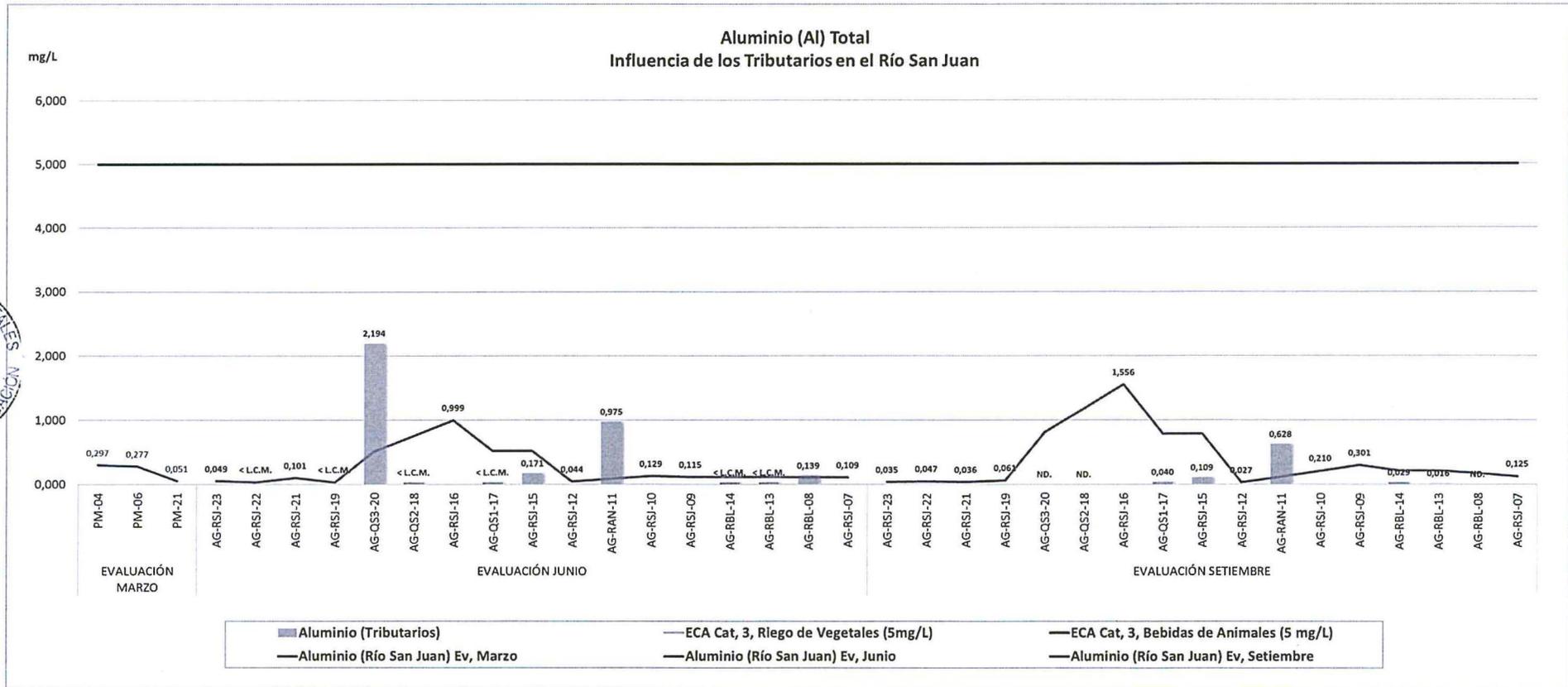
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

154. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) presentó valores de aluminio total muy elevado, los cuales elevan las concentraciones de este parámetro en el río San Juan (AG-RSJ-16), después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-61. Durante la evaluación de setiembre, se observó la presencia de aluminio total en las quebradas aportantes “S/N 1” (AG-QS1-17) y “S/N 3” (AG-RSJ-15), sin embargo, estos valores no alteraron las concentraciones de este parámetro en el río San Juan después de su confluencia. Por otra parte, las concentraciones de este metal en el río Andacancha (AG-RAN-11) hicieron que se elevara dicho metal aguas abajo de su confluencia con el río San Juan. Ver Gráfico 3-61.

➤ **Arsénico (As) Total**

155. Las concentraciones de arsénico total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,1 mg/L). Los valores registrados en la cuenca del río San Juan presentaron concentraciones de arsénico total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio en las evaluaciones realizadas en el mes de junio y setiembre.

Gráfico 3-61: Influencia de las concentraciones de aluminio (Al) total de los tributarios al río San Juan, 2015



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia

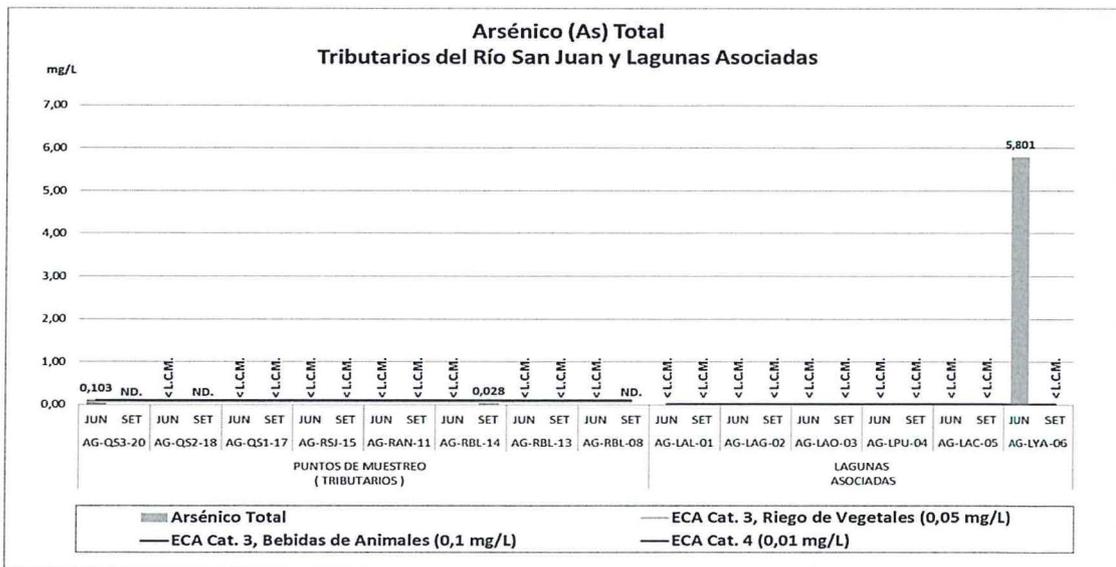
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

156. Asimismo, las concentraciones de arsénico total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,1 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-QS3-20<sup>15</sup> correspondiente al mes de junio, el cual presentó una concentración de 0,103 mg/L, superando así los ECA antes mencionados.
157. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,01 mg/L), excepto el punto de muestreo de la laguna Yanamate (AG-LYA-06) correspondiente al mes de junio, el cual presentó una concentración de 5,809 mg/L excediendo así los ECA mencionados anteriormente.

**Gráfico 3-62: Resultados de arsénico (As) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



Handwritten signatures and initials in blue ink.

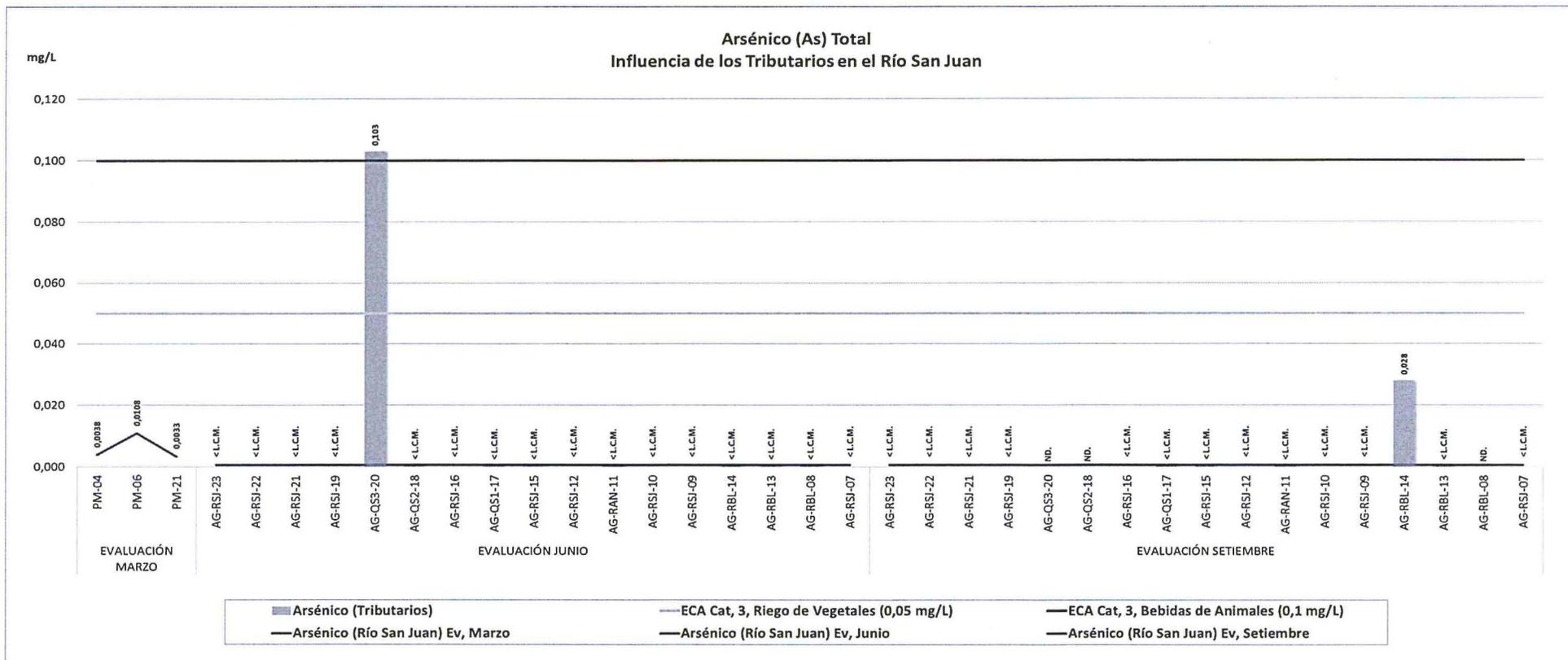


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

158. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) presentó valores de arsénico total elevados, sin embargo, estos valores no alteraron las concentraciones de este parámetro en el río San Juan (cuerpo principal) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-63. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, se observó la presencia de arsénico total en el río Blanco (AG-RBL-14); sin embargo, estos valores no alteraron las concentraciones de este metal en el río San Juan (cuerpo principal) después de su confluencia. Ver Gráfico 3-63.

<sup>15</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), niveles de arsénico (As) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

Gráfico 3-63: Influencia de las concentraciones de arsénico (As) total de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



➤ **Bario (Ba) Total**

159. Las concentraciones de bario total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) y sus tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,7 mg/L).

160. Asimismo, las concentraciones de bario total registradas en los puntos de muestreo en las lagunas asociadas al río San Juan para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en el ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,7 mg/L).

➤ **Berilio (Be) Total**

161. Los resultados indican que las concentraciones de berilio total registradas en los puntos de muestreo del río San Juan (cuerpo principal) y tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 3: Bebida de animales (0,1 mg/L).

➤ **Boro (B) Total**

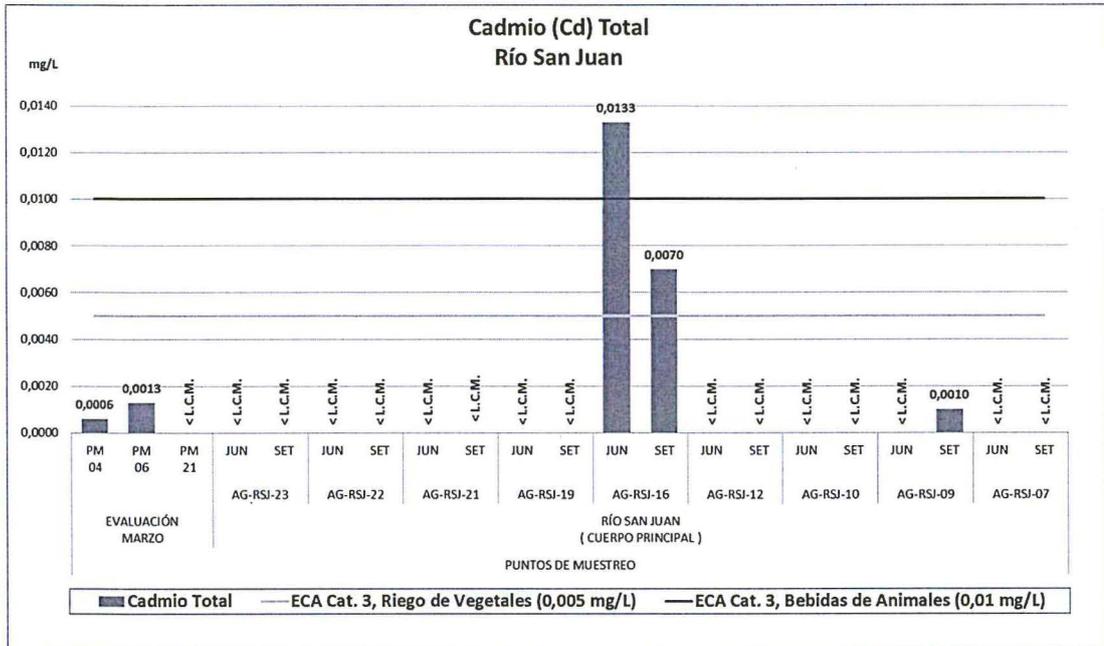
162. Las concentraciones de boro total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) y sus tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,5 - 6 mg/L) y bebida de animales (5 mg/L).

➤ **Cadmio (Cd) Total**

163. Las concentraciones de cadmio total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,005 mg/L) y bebida de animales (0,01 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-RSJ-16 correspondiente a los meses de junio y setiembre, donde presentó una concentración de 0,0133 mg/L en el mes de junio, superando los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,005 mg/L) y bebida de animales (0,01 mg/L) y una concentración de 0,007 mg/L en el mes de setiembre superando dicho ECA en la subcategoría Riego de vegetales (0,005 mg/L).

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Gráfico 3-64: Resultados de cadmio (Cd) total, en aguas del río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

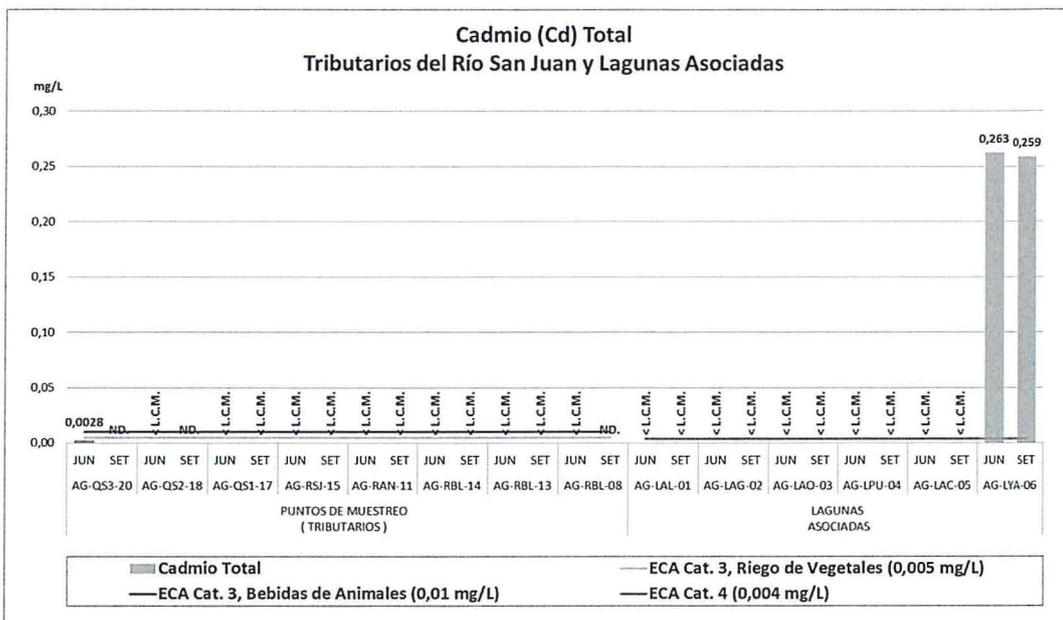
164. En el caso de las concentraciones de cadmio total registrados en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,005 mg/L) y bebida de animales (0,01 mg/L).
165. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,004 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-LYA-06 ubicado en la laguna Yanamate correspondiente a los meses de junio y setiembre, los cuales presentaron una concentración de 0,2625 mg/L en el mes de junio y 0,259 mg/L en el mes de setiembre excediendo así los ECA mencionados anteriormente.



Handwritten signature in blue ink.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

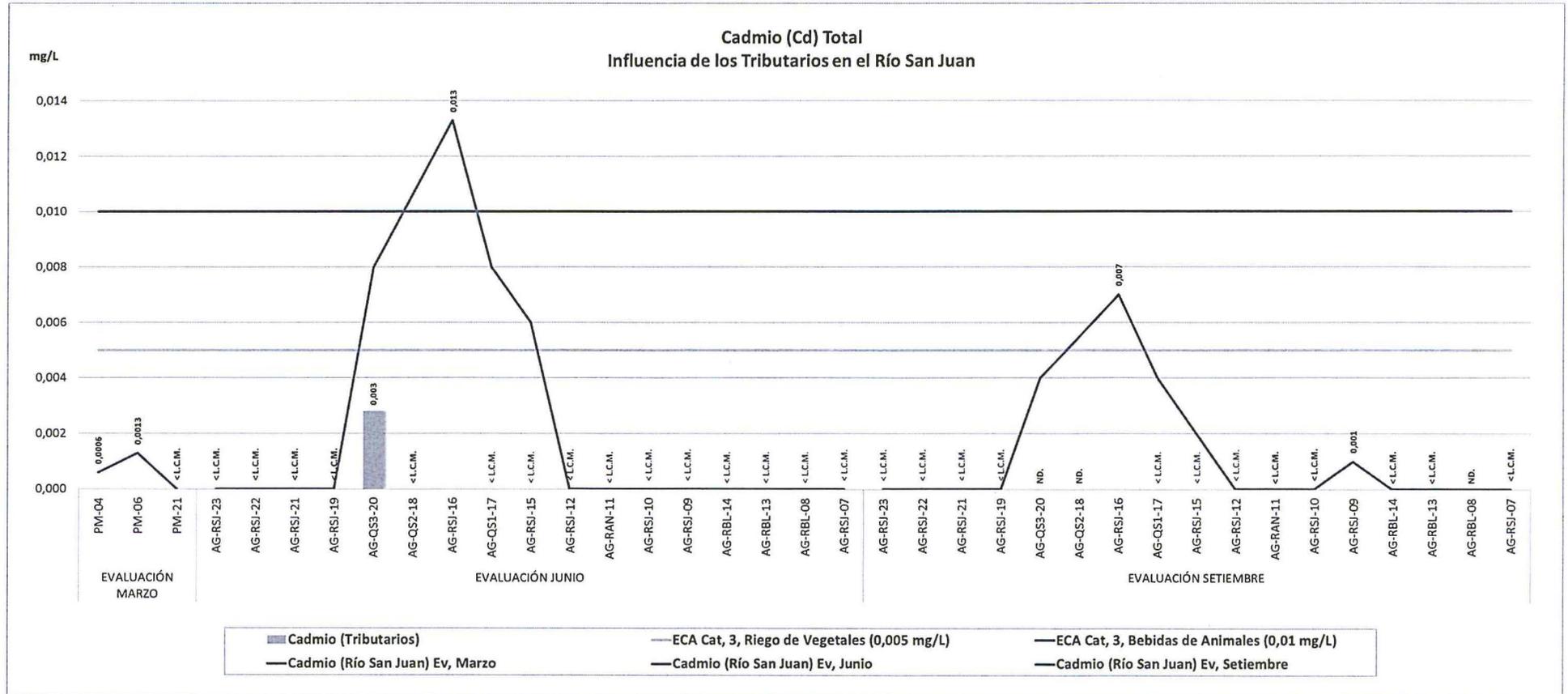
**Gráfico 3-65: Resultados de cadmio (Cd) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

166. Durante la evaluación de junio, la cuenca del río San Juan y sus tributarios registraron concentraciones de cadmio total por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio, excepto la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) que presentó una concentración de cadmio total de 0,013 mg/L, la cual superó los valores establecidos en los ECA para agua – Categoría 3: Riego de vegetales (0,005 mg/L) y bebida de animales (0,01 mg/L), tal como se muestra en el Gráfico 3-66. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, los tributarios de la cuenca del río San Juan presentaron valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio; por lo tanto, estos valores no influenciaron las concentraciones de este metal en el río San Juan (cuerpo principal) después de su confluencia. Ver Gráfico 3-66.

Gráfico 3-66: Influencia de las concentraciones de cadmio (Cd) total de los tributarios al río San Juan, 2015.

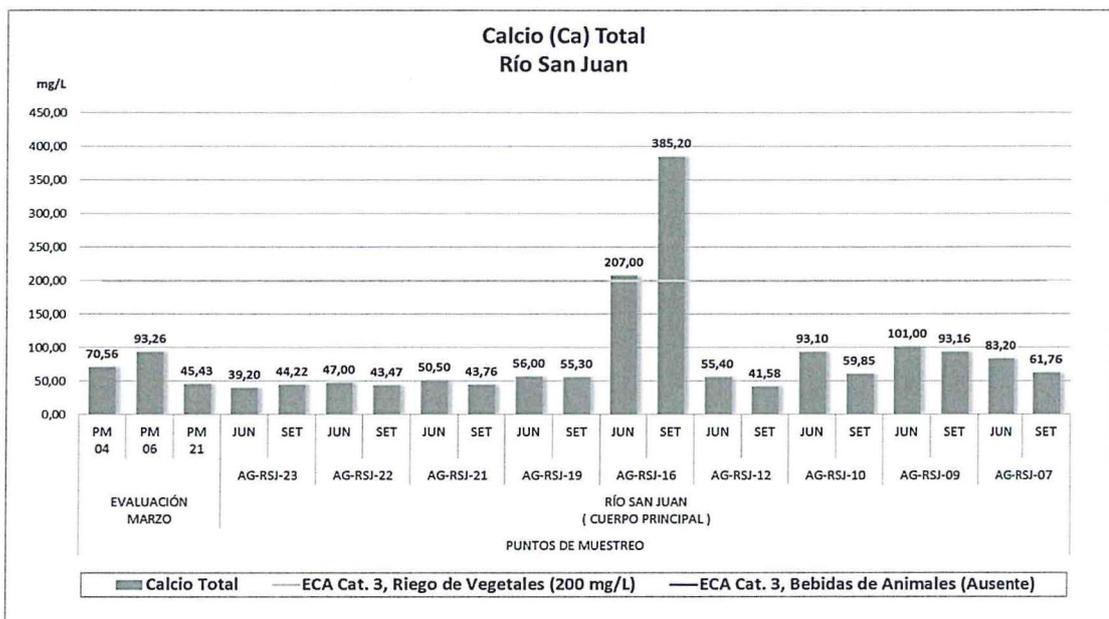


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Calcio (Ca) Total**

167. Las concentraciones de calcio total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (200 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-RSJ-16 correspondiente a los meses de junio y setiembre, donde presentó una concentración de 207 mg/L en el mes de junio y una concentración de 385,2 mg/L en el mes de setiembre, superando los valores establecidos en los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3- 67: Resultados de calcio (Ca) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**

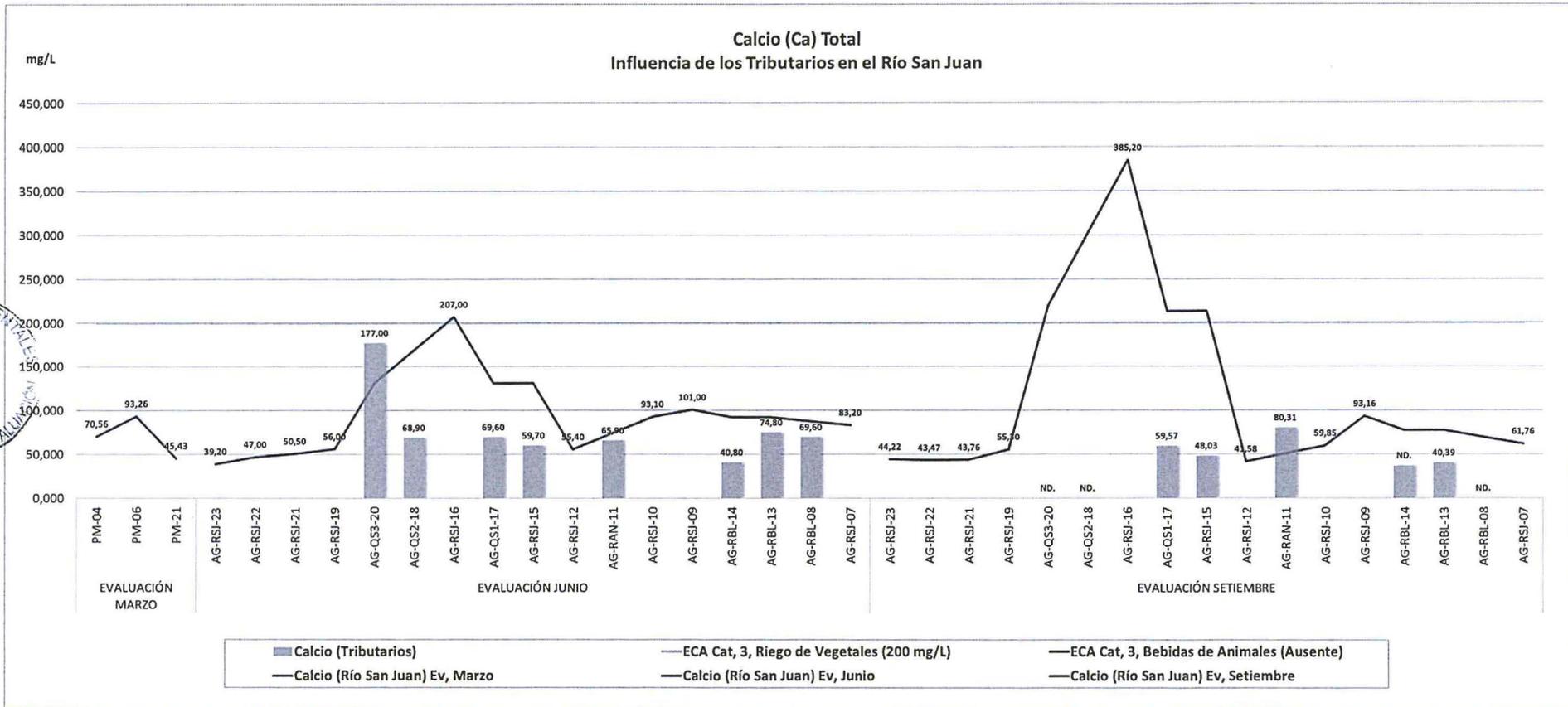


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, parámetro no considerado para la evaluación del mes de marzo y por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

168. Asimismo, las concentraciones de calcio total registrados en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (200 mg/L).

169. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) y la quebrada "S/N 2" (AG-QS2-18) presentaron valores de calcio total elevados, los cuales elevaron las concentraciones de este parámetro en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-68. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, las concentraciones de calcio total en el río Andacancha (AG-RAN-11) hicieron que se elevaran las concentraciones de dicho metal aguas abajo de su confluencia con el río San Juan. Ver Gráfico 3-68.

Gráfico 3-68: Influencia de las concentraciones de calcio (Ca) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.

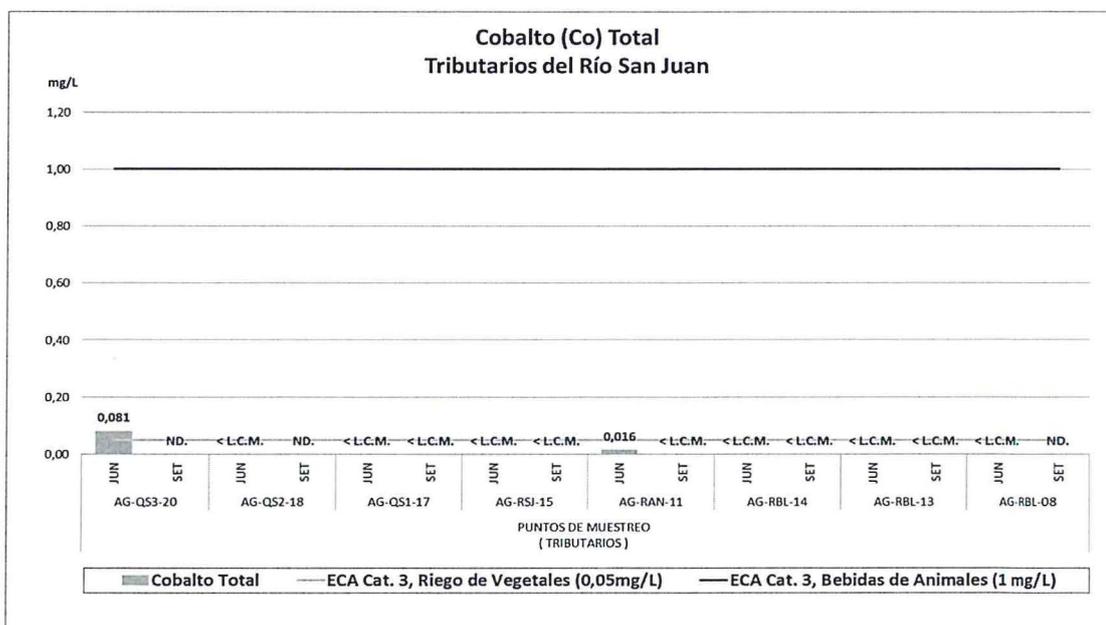


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Cobalto (Co) Total**

170. Las concentraciones de cobalto total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L).
171. Asimismo, las concentraciones de cobalto total registrados en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (1,00 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-QS3-20 correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 0,0811 mg/L superando los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3 Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (1,00 mg/L).

**Gráfico 3-69: Resultados de cobalto (Co) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



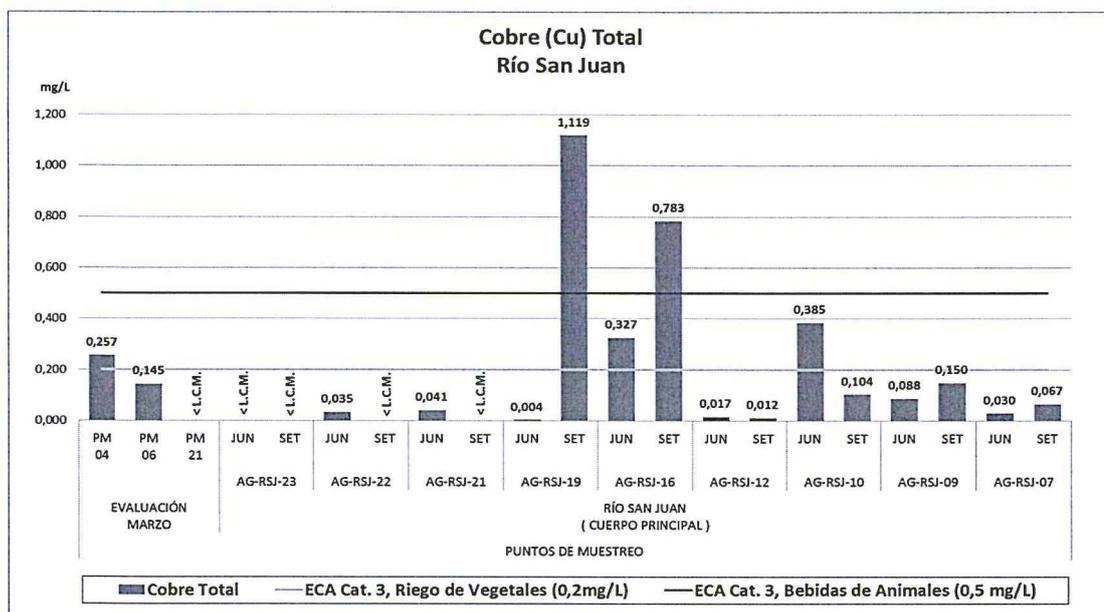
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Cobre (Cu) Total**

172. Las concentraciones de cobre total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebidas de animales (0,5 mg/L), excepto los puntos de muestreo PM-04 correspondiente al mes de marzo, donde presentó una concentración de 0,257 mg/L; AG-RSJ-16 cuyo punto de muestreo presentó una concentración de 0,327 mg/L así como el punto de muestreo AG-RSJ-10 que presentó una concentración de 0,385 mg/L, ambos resultados registrados en la evaluación del mes de junio, superando así los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L). Asimismo los puntos de muestreo

AG-RSJ-19 con una concentración de 1,119 mg/L y el punto AG-RSJ-16 con un valor de 0,783 mg/L que superaron los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebidas de animales (0,5 mg/L)

**Gráfico 3-70: Resultados de cobre (Cu) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

173. Las concentraciones de cobre total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebidas de animales (0,5 mg/L), excepto los puntos de muestreo AG-QS3-20<sup>16</sup> que presentó una concentración de 73,1 mg/L y así como el punto de muestreo AG-RAN-11<sup>17</sup> que presentó una concentración de 2,65 mg/L, ambos resultados registrados en la evaluación del mes de junio, superando así los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebidas de animales (0,5 mg/L). Asimismo el punto de muestreo AG-RAN-11 correspondiente al mes de setiembre, donde presentó una concentración de 0,21 mg/L que superó los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L).

174. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,02 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-LYA-06 correspondiente a los meses de junio y setiembre, el cual presentó una concentración de 18,6 mg/L en el

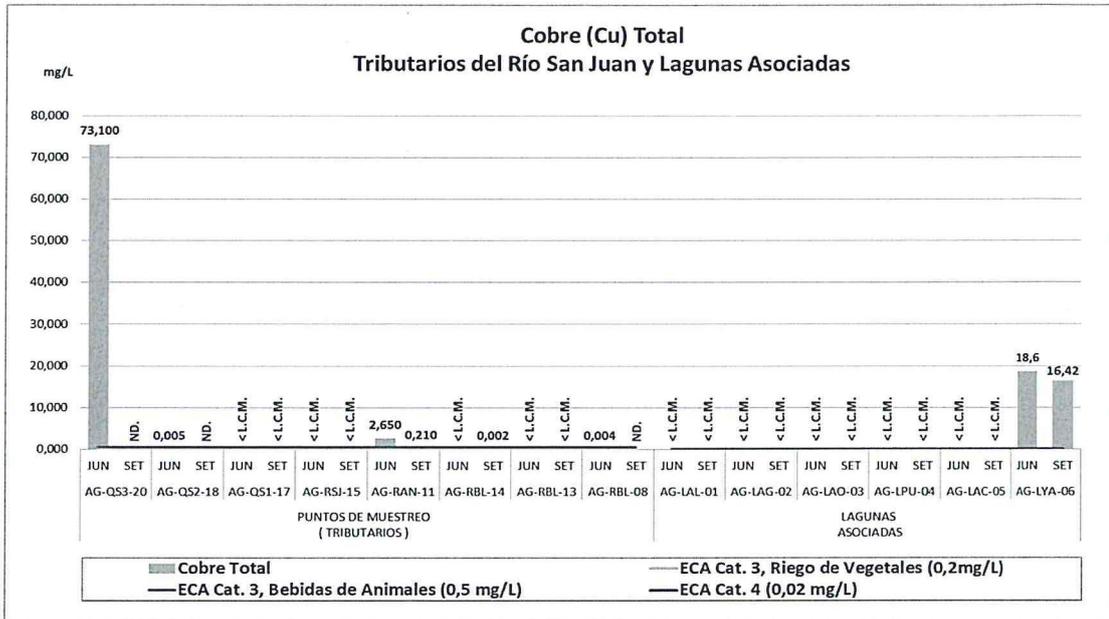
<sup>16</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocho), concentraciones de cobre (Cu) total que también superaron los Estándares de Calidad Ambiental.

<sup>17</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Andacancha, concentraciones de cobre (Cu) total superiores a los registrados en el presente informe técnico.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

mes de junio y una concentración de 16,42 mg/L en el mes de setiembre, excediendo así los ECA mencionados anteriormente.

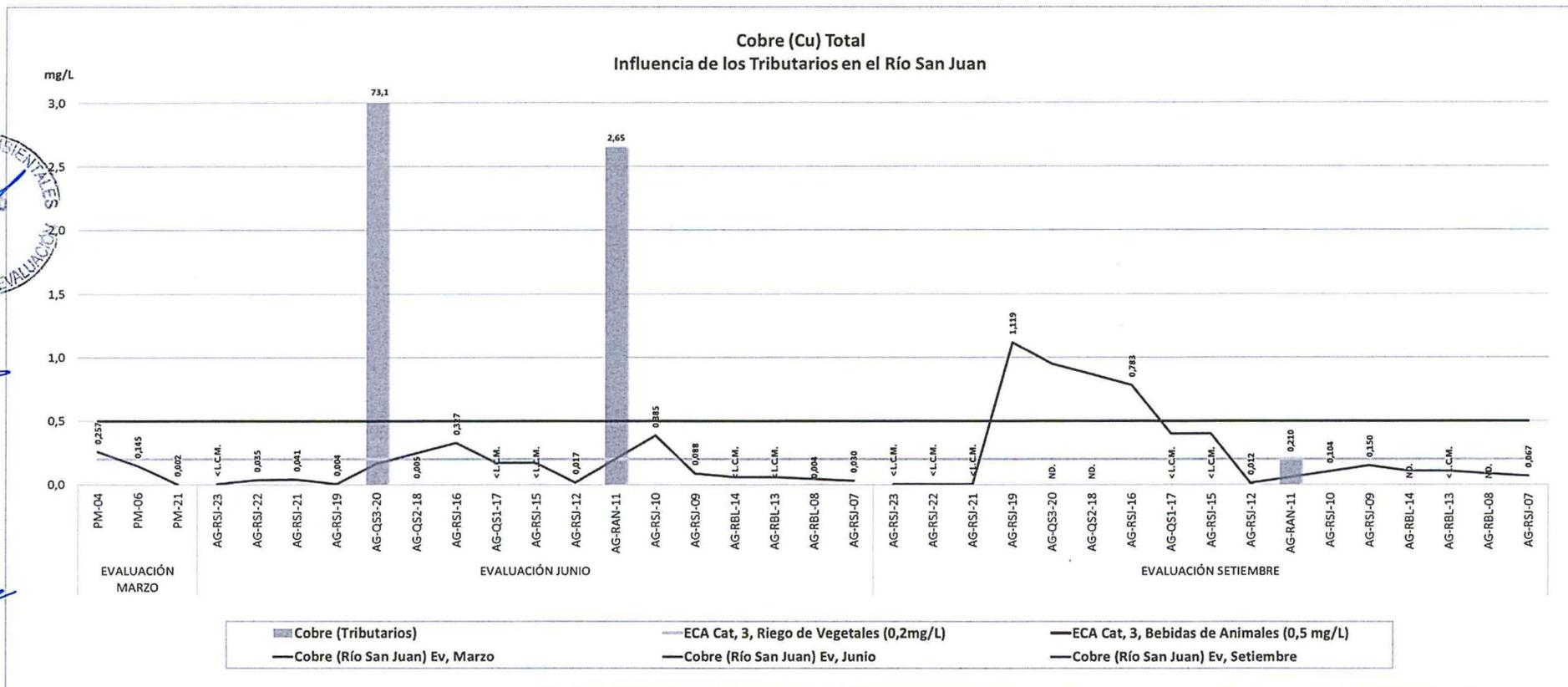
**Gráfico 3-71: Resultados de cobre (Cu) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

175. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) y el río Andacancha (AG-RAN-11) presentaron valores de cobre total elevados, los cuales elevan las concentraciones de este parámetro en el río San Juan después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-72. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, las concentraciones de este metal en el río Andacancha (AG-RAN-11) influyeron en la concentración de cobre total aguas abajo de su confluencia con el río San Juan. Ver Gráfico 3-72.

Gráfico 3-72: Influencia de las concentraciones de cobre (Cu) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.

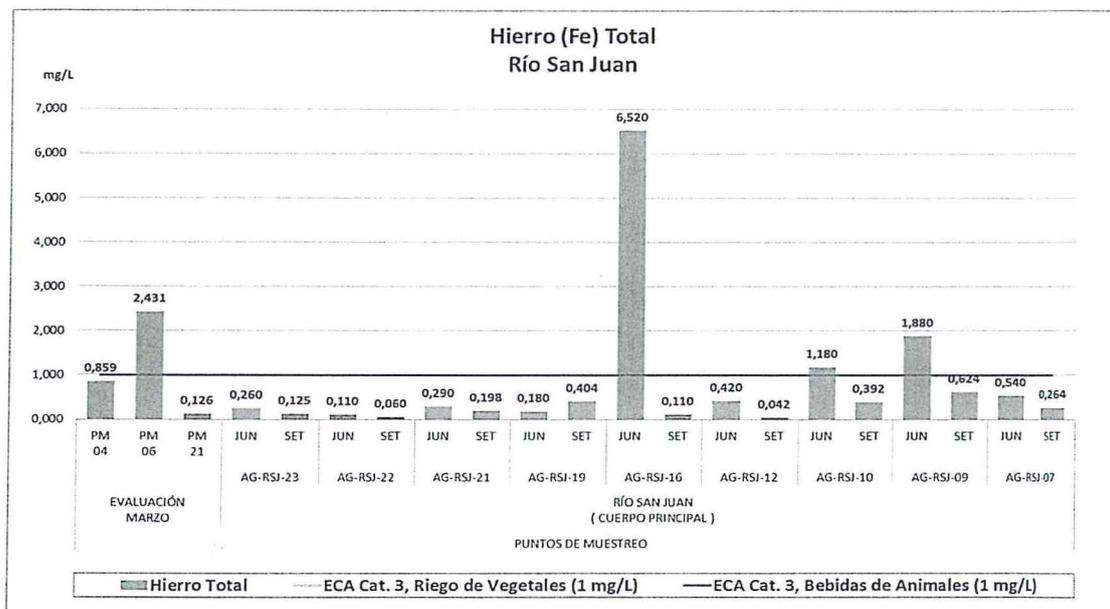


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ Hierro (Fe) Total

176. Las concentraciones de hierro total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L), excepto los puntos de muestreo PM-06<sup>18</sup> correspondiente al mes de marzo, donde presentó una concentración de 2,431 mg/L; AG-RSJ-16 con una concentración de 6,52 mg/L así como el punto de muestreo AG-RSJ-10 con una concentración de 1,18 mg/L y el punto de muestreo AG-RSJ-09 el cual presentó una concentración de 1,88 mg/L, resultados registrados en la evaluación del mes de junio, superando así los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L).

Gráfico 3-73: Resultados de hierro (Fe) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia.

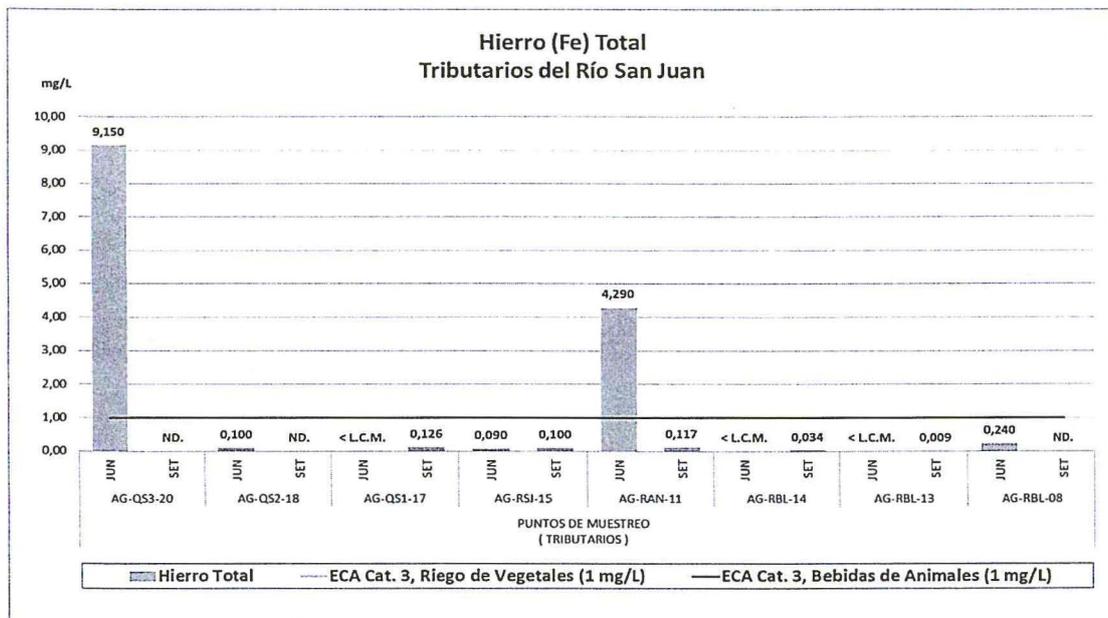
177. Las concentraciones de hierro total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L), excepto los puntos de muestreo AG-QS3-20<sup>19</sup> cuyo punto de muestreo presentó una concentración de 9,15 mg/L, así como el punto de muestreo AG-RAN-11<sup>20</sup> que presentó una concentración de 4,29 mg/L, ambos resultados registrados en la evaluación del mes de junio, superando así los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (1 mg/L) y bebida de animales (1 mg/L).

<sup>18</sup> Punto de muestreo ubicado aguas debajo de la confluencia de la quebrada Quiulacocha (río Ragra).

<sup>19</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de hierro (Fe) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

<sup>20</sup> La Autoridad Nacional de Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Andacancha, concentraciones de hierro (Fe) total superiores a los registrados en el presente informe técnico.

Gráfico 3-74: Resultados de hierro (Fe) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.



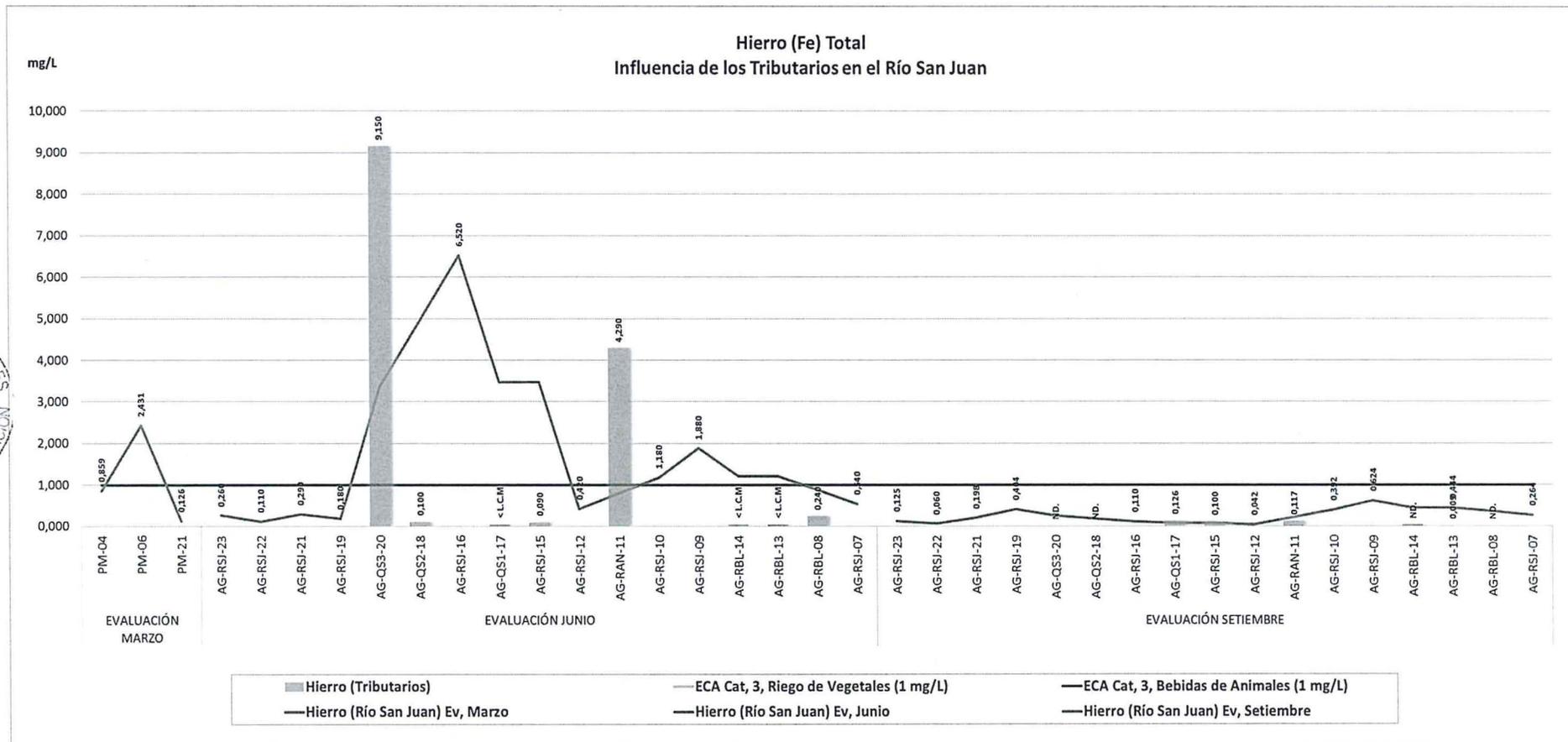
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

178. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) y el río Andacancha (AG-RAN-11) presentaron valores de hierro total muy elevados, los cuales elevan las concentraciones de este parámetro en el río San Juan después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-75.
179. Durante la evaluación de setiembre, se observó la presencia de hierro total en las quebradas aportantes "S/N 1" (AG-QS1-17) y "S/N 3" (AG-RSJ-15), sin embargo, estos valores no alteraron las concentraciones de este parámetro en el río San Juan después de su confluencia. Por otra parte, las concentraciones de este metal en el río Andacancha (AG-RAN-11) hicieron que se eleven el hierro total aguas abajo de su confluencia con el río San Juan. Ver Gráfico 3-75.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

Gráfico 3-75: Influencia de las concentraciones de hierro (Fe) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Litio (Li) Total**

180. Los resultados indican que las concentraciones de litio total registradas en los puntos de muestreo del río San Juan (cuerpo principal) y tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 3: Riego de vegetales (2,5 mg/L) y bebida de animales (2,5 mg/L).

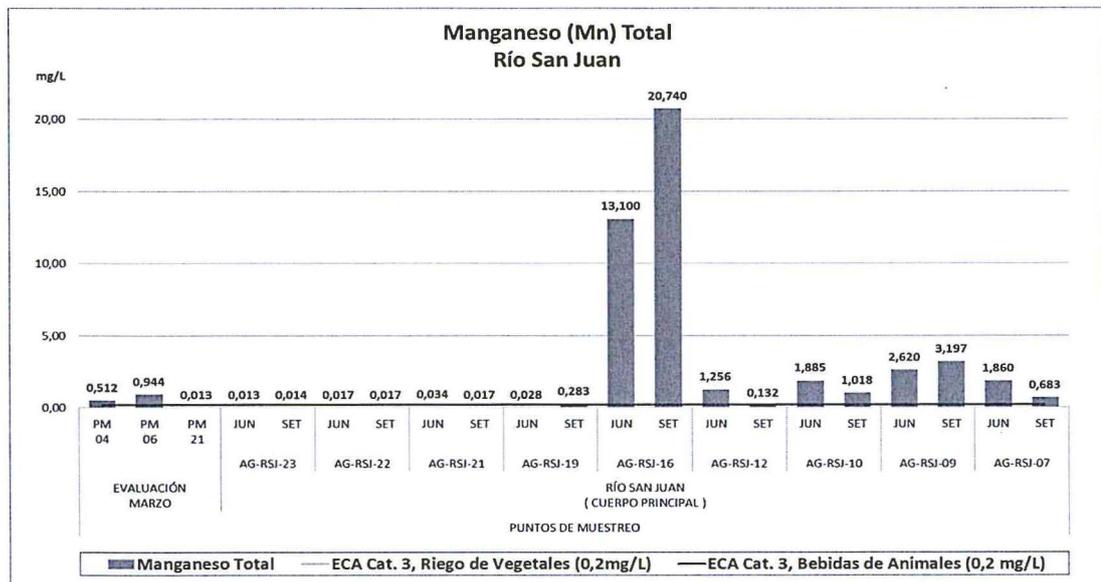
➤ **Magnesio (Mg) Total**

181. Los resultados indican que las concentraciones de magnesio total registradas en los puntos de muestreo del río San Juan (cuerpo principal) y tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 3: Riego de vegetales (150 mg/L) y bebida de animales (150 mg/L).

➤ **Manganeso (Mn) Total**

182. Las concentraciones de manganeso total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L), excepto los puntos de muestreo PM-04 y PM-06 correspondiente al mes de marzo, donde presentaron concentraciones de 0,512 mg/L y 0,944 mg/L respectivamente. Asimismo, el punto de muestreo AG-RSJ-12 correspondiente al mes de junio con una concentración de 1,256 mg/L y el punto de muestreo AG-RSJ-19 correspondiente al mes de setiembre con una concentración de 0,283 mg/L superaron los los ECA para agua, Categoría 3: Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L). De igual manera los puntos de muestreo AG-RSJ-07, AG-RSJ-09, AG-RSJ-10 Y AG-RSJ-16, en las evaluaciones realizadas en los meses de junio y setiembre superaron los ECA antes mencionados.

Gráfico 3-76: Resultados de manganeso (Mn) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia.

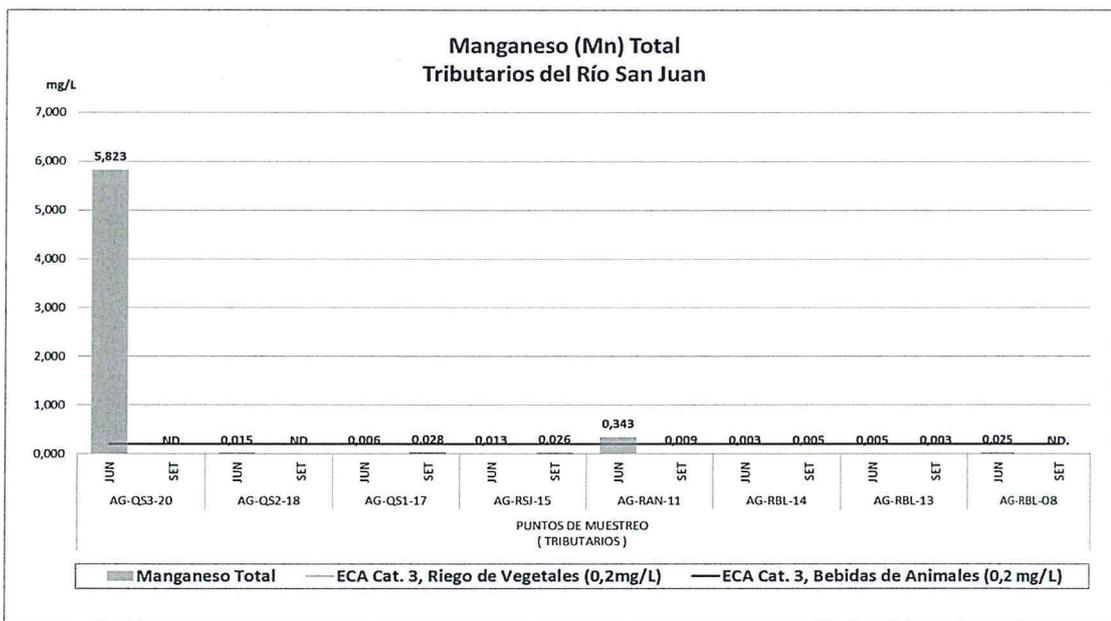


*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

183. Las concentraciones de manganeso total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no exceden a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L), excepto los puntos de muestreo AG-QS3-20<sup>21</sup> cuyo punto de muestreo presentó una concentración de 5,823 mg/L, así como el punto de muestreo AG-RAN-11<sup>22</sup> que presentó una concentración de 0,343 mg/L, ambos resultados registrados en la evaluación del mes de junio, superando así los valores establecidos en los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L).

**Gráfico 3-77: Resultados de manganeso (Mn) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



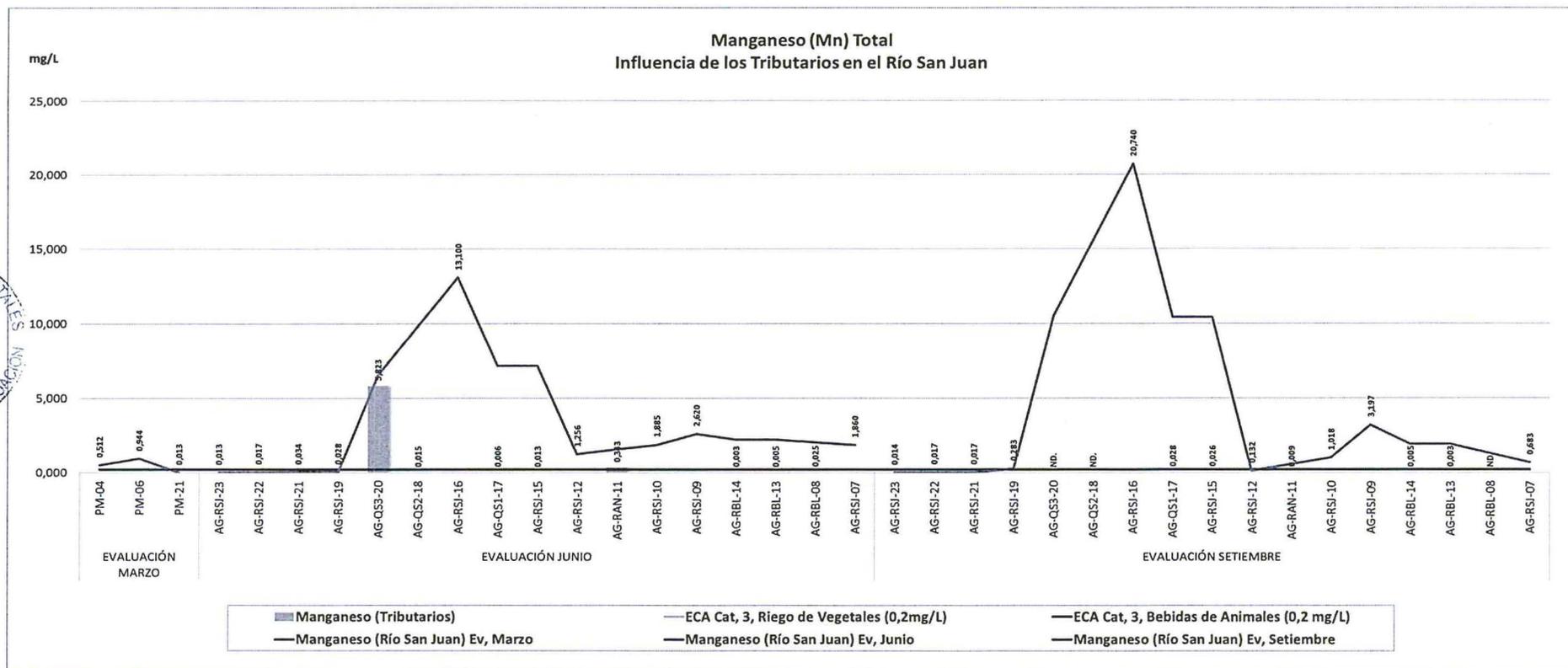
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

184. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) y el río Andacancha (AG-RAN-11) presentaron valores de manganeso total elevados, los cuales influyeron en las concentraciones de dicho metal en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-78. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, se observó la presencia de manganeso total en las quebradas aportantes "S/N 1" (AG-QS1-17) y "S/N 3" (AG-RSJ-15), sin embargo, estos valores no alteraron las concentraciones de este metal en el río San Juan después de su confluencia. Por otra parte, las concentraciones de dicho metal en el río Andacancha (AG-RAN-11), probablemente influyó en la concentración de manganeso total aguas abajo de su confluencia con el río San Juan. Ver Gráfico 3-78.

<sup>21</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de manganeso (Mn) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

<sup>22</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Andacancha, concentraciones de manganeso (Mn) total superiores a los registrados en el presente informe técnico.

Gráfico 3-78: Influencia de las concentraciones de manganeso (Mn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

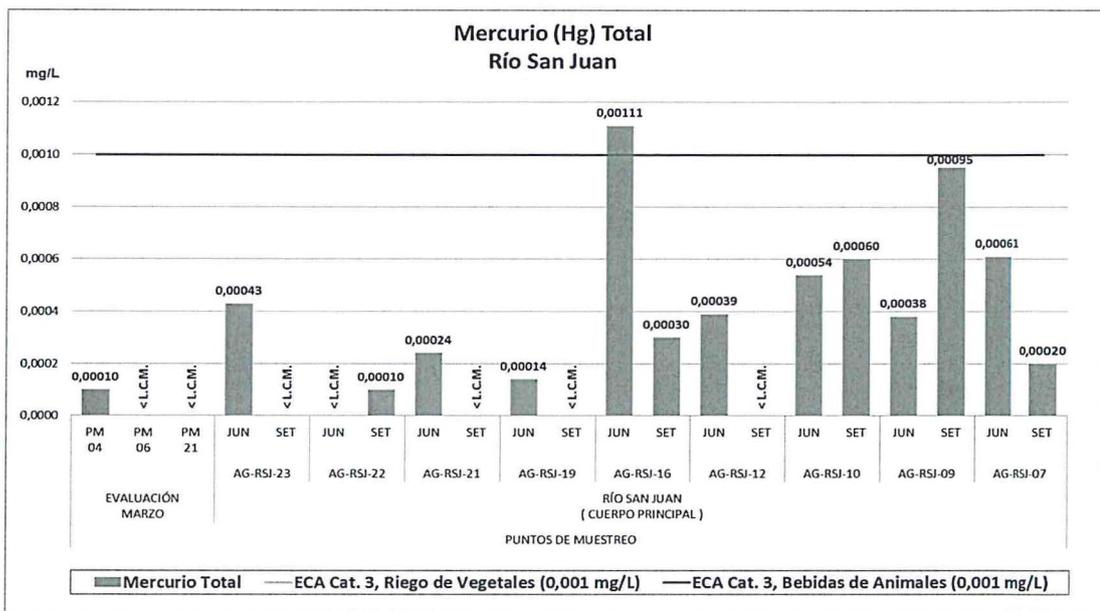
*[Handwritten signature]*

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

➤ **Mercurio (Hg) Total**

185. Las concentraciones de mercurio total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,001 mg/L) y bebida de animales (0,001 mg/L), excepto en el punto de muestreo AG-RSJ-16 correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 0,00111 mg/L superando los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,001 mg/L) y bebida de animales (0,001 mg/L).

**Gráfico 3-79: Resultados de mercurio (Hg) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**

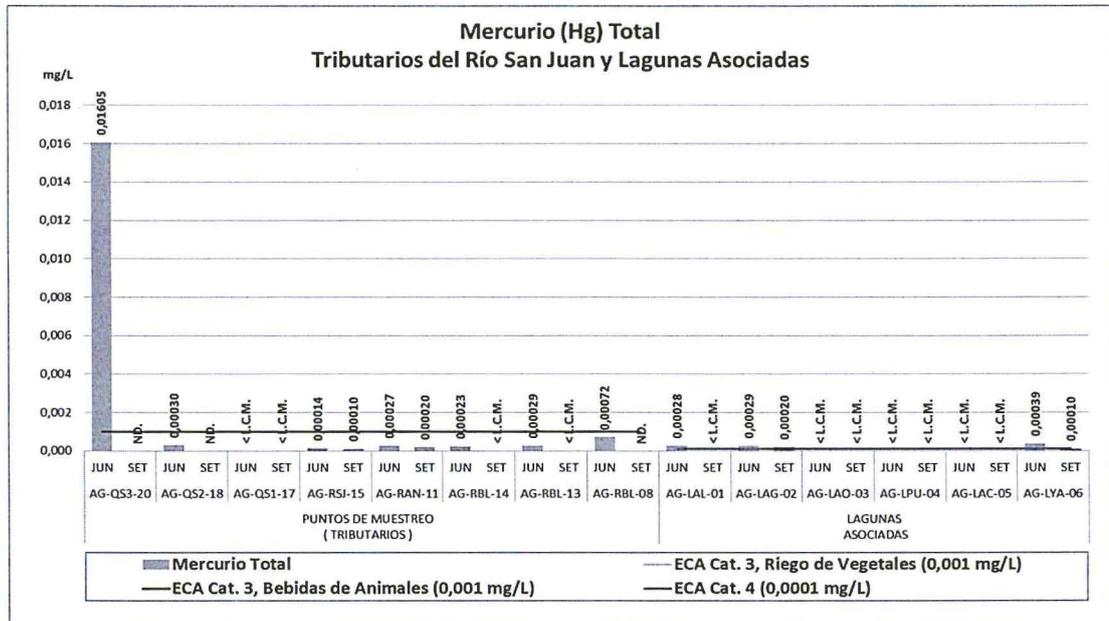


L.C.M." Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

186. Las concentraciones de mercurio total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no exceden a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (0,001 mg/L) y bebida de animales (0,001 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-QS3-20 cuyo punto de muestreo presentó una concentración de 0,01605 mg/L, correspondiente al mes de junio.

187. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,0001 mg/L), excepto los puntos de muestreo AG-LAL-01 y AG-LYA-06 correspondiente al mes de junio, los cuales presentaron una concentración de 0,00028 mg/L y una concentración de 0,00039 mg/L en el mes de setiembre, excediendo así los ECA mencionados anteriormente. De igual manera el punto de muestreo AG-LAG-02 presentó concentraciones que superaron dichos ECA en los meses de junio y setiembre con concentraciones de 0,00029 mg/L y 0,00020 mg/L respectivamente.

**Gráfico 3-80: Resultados de mercurio (Hg) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



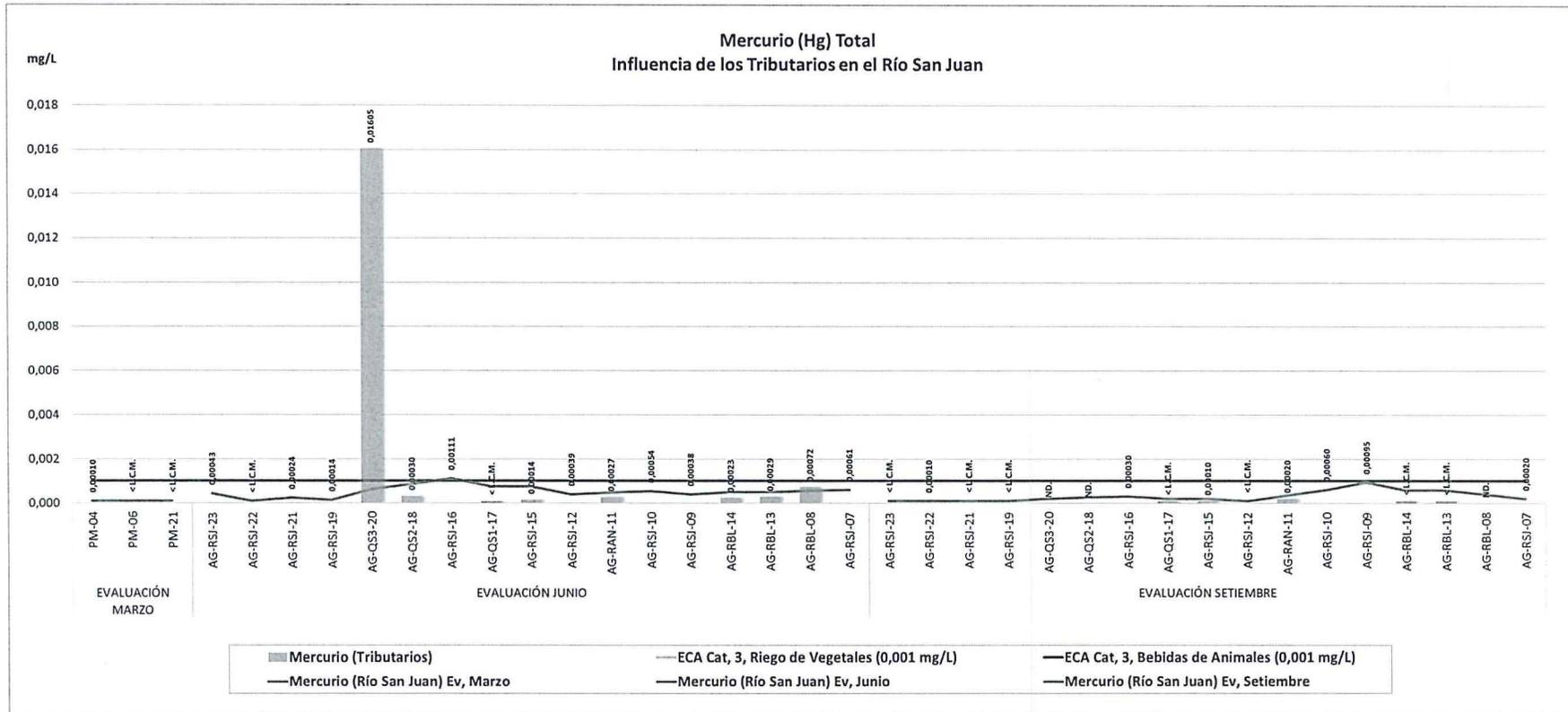
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

188. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacochoa (AG-QS3-20) presentó concentraciones de mercurio total elevadas quien a su vez en unión con la quebrada aportante "S/N 1" (AG-QS2-18) influyeron probablemente en las concentraciones de este metal en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-81. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, se observó la presencia de mercurio total en la quebrada aportante "S/N 3" (AG-RSJ-15), sin embargo, este valor no alteró las concentraciones de este parámetro en el río San Juan después de su confluencia. Por otra parte, las concentraciones de este metal en el río Andacancha (AG-RAN-11) influyeron en la concentración de dicho metal aguas abajo de su confluencia con el río San Juan (AG-RSJ-10 y AG-RSJ-09). Ver Gráfico 3-81.

➤ **Níquel (Ni) Total**

189. Las concentraciones de níquel total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L).
190. Las concentraciones de níquel total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no excedieron a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (0,2 mg/L) y bebida de animales (0,2 mg/L).

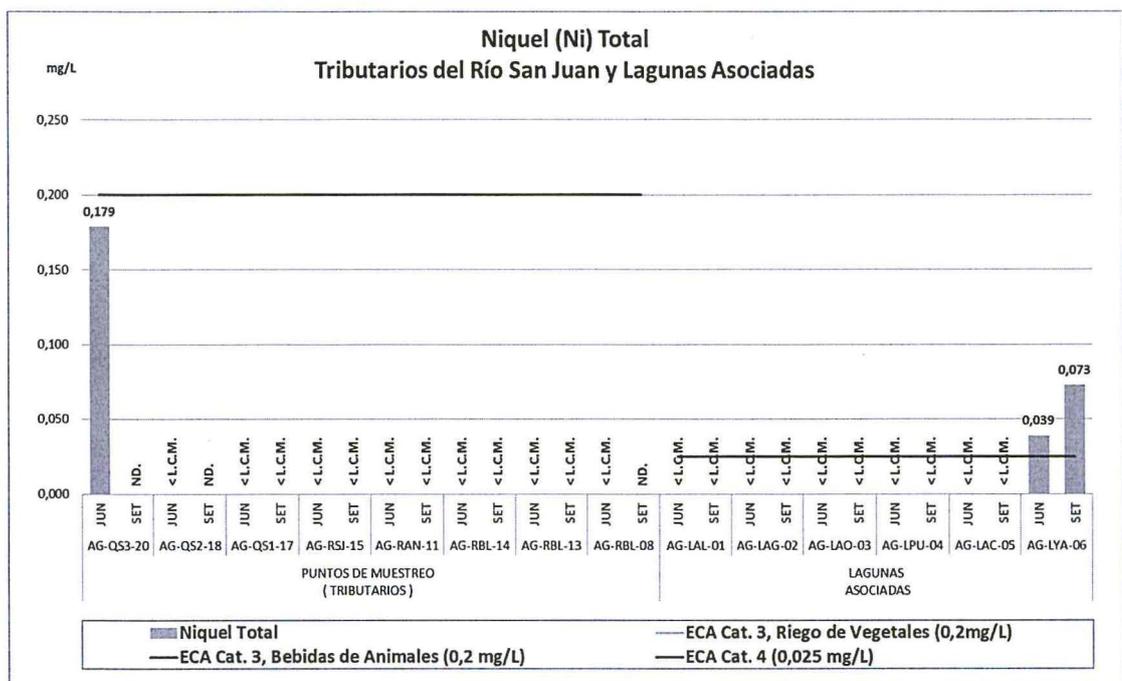
Gráfico 3-81: Influencia de las concentraciones de mercurio (Hg) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

191. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,025 mg/L), excepto los puntos de muestreo ubicados en la laguna Yanamate (AG-LYA-06) correspondiente al mes de junio y setiembre, los cuales presentaron una concentración de 0,039 mg/L y una concentración de 0,073 mg/L respectivamente, excediendo así los ECA mencionados anteriormente.

**Gráfico 3-82: Resultados de níquel (Ni) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



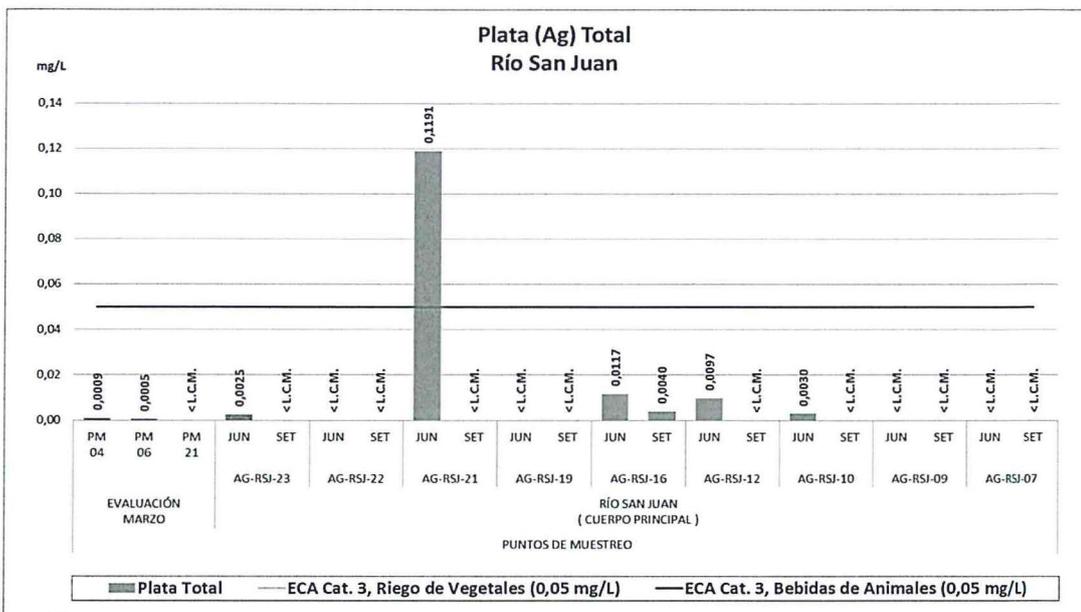
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia

➤ **Plata (Ag) Total**

192. Las concentraciones de plata total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L), excepto en el punto de muestreo AG-RSJ-21 correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 0,1191 mg/L superando los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L).

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

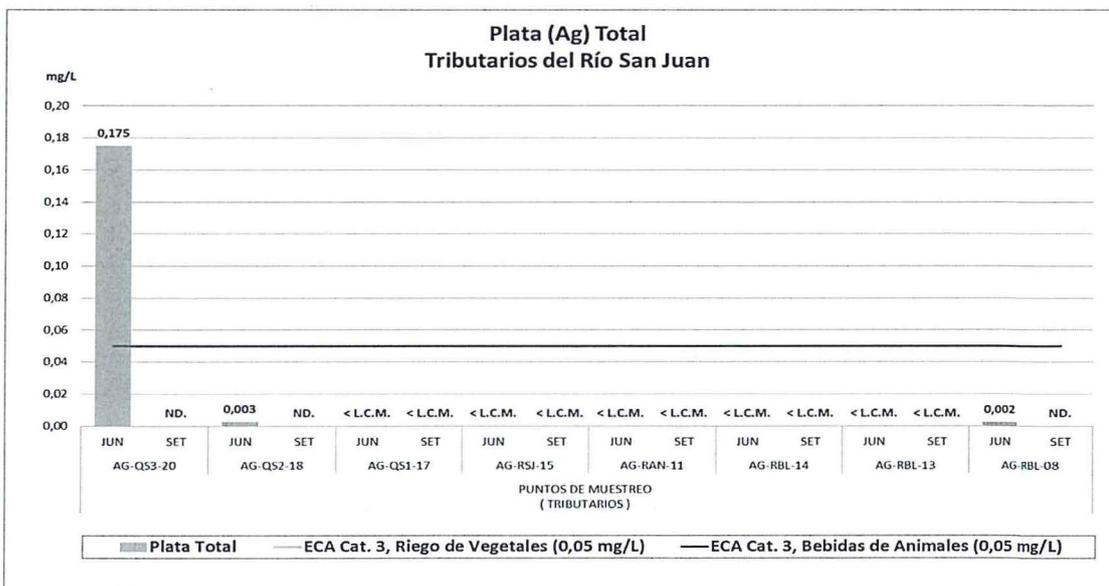
**Gráfico 3-83: Resultados de plata (Ag) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

193. Las concentraciones de plata total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no excedieron a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L), excepto en el punto de muestreo AG-QS3-20 correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 0,175 mg/L superando los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3-84: Resultados de plata (Ag) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



194. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) presentó concentraciones de plata total elevadas quien a su vez en unión con la quebrada aportante "S/N 1" (AG-QS2-18) influyeron probablemente en las concentraciones de este metal en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-85. Asimismo, durante la evaluación de setiembre, no se observó la presencia de plata total en ningún tributario por lo tanto esto no influyó en la cuenca del río San Juan. Ver Gráfico 3-85.

➤ **Plomo (Pb) Total**

195. Las concentraciones de plomo total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores estipulados en los ECA para agua, Categoría 3, Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L).
196. Las concentraciones de níquel total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no excedieron a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L), excepto en el punto de muestreo AG-QS3-20 correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 0,508 mg/L superando los ECA antes mencionados.
197. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, para los meses de junio y setiembre, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,001 mg/L), excepto los puntos de muestreo ubicados en la laguna Yanamate (AG-LYA-06) correspondiente al mes de junio y setiembre, los cuales presentaron una concentración de 0,113 mg/L y una concentración de 0,172 mg/L respectivamente, excediendo así los ECA mencionados anteriormente.

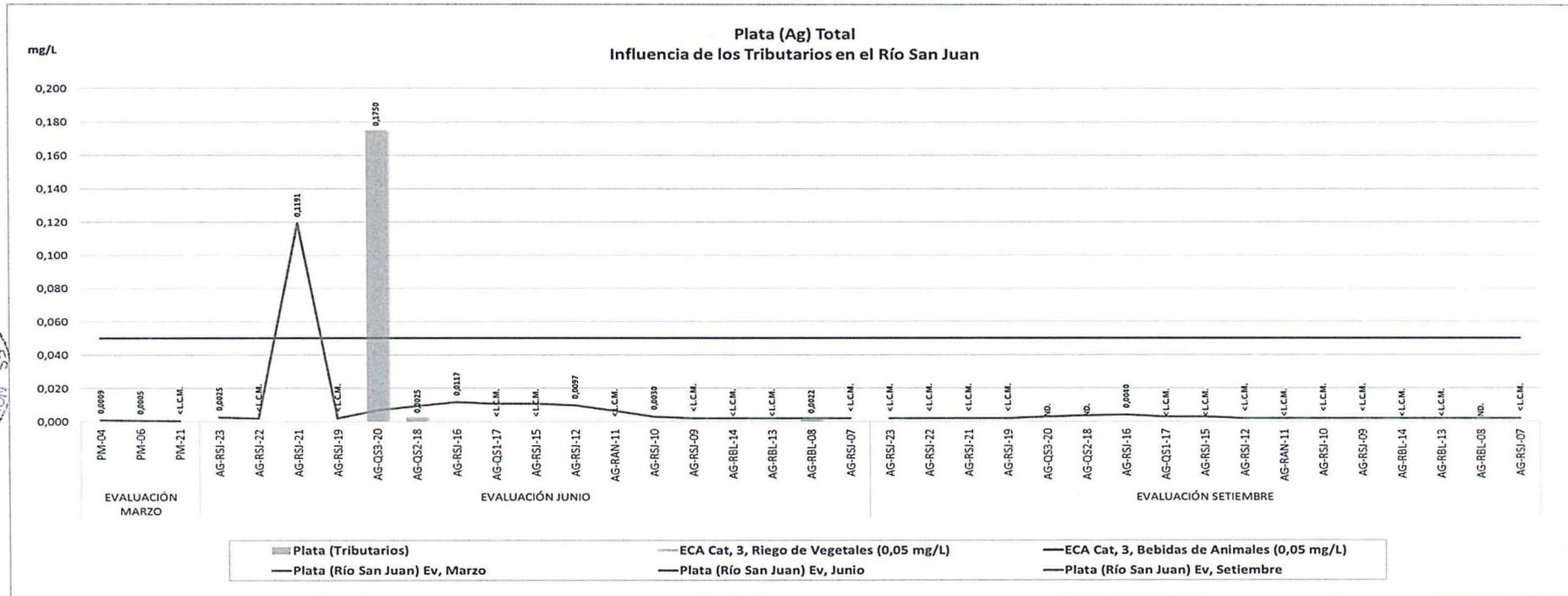


SP

hp

G. A.

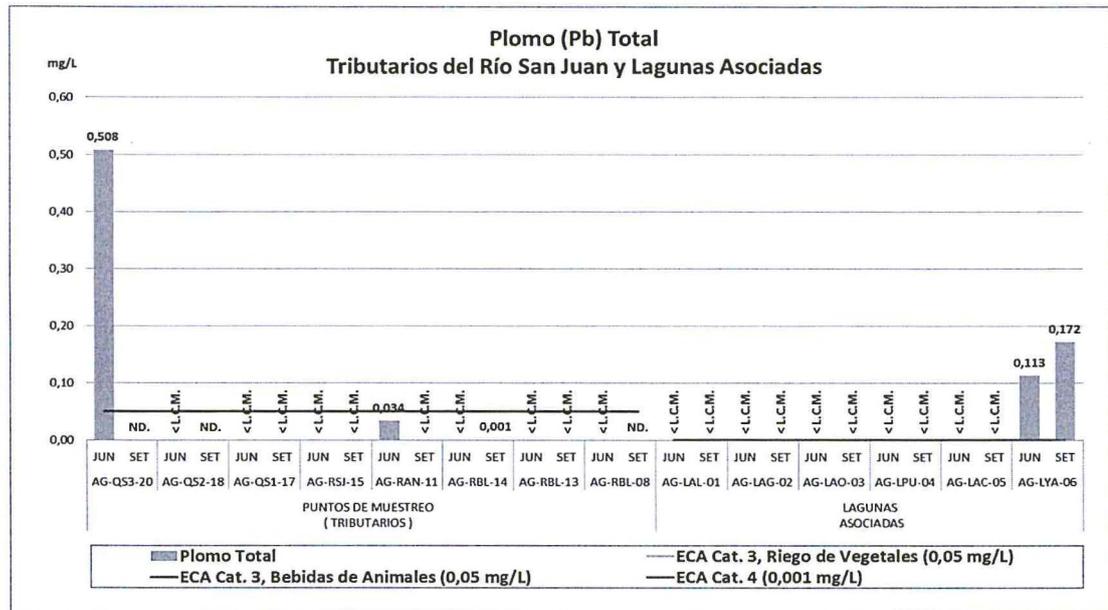
Gráfico 3-85: Influencia de las concentraciones de plata (Ag) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

**Gráfico 3-86: Resultados de plomo (Pb) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

198. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) presentó concentraciones de plomo total elevadas las cuales probablemente influyeron en las concentraciones de este metal en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-87. Asimismo, durante la evaluación de setiembre solo se observó la presencia de plomo total en el río Blanco (AG-RBL-14) pero esto no influyó en la cuenca del río San Juan. Ver Gráfico 3-87.

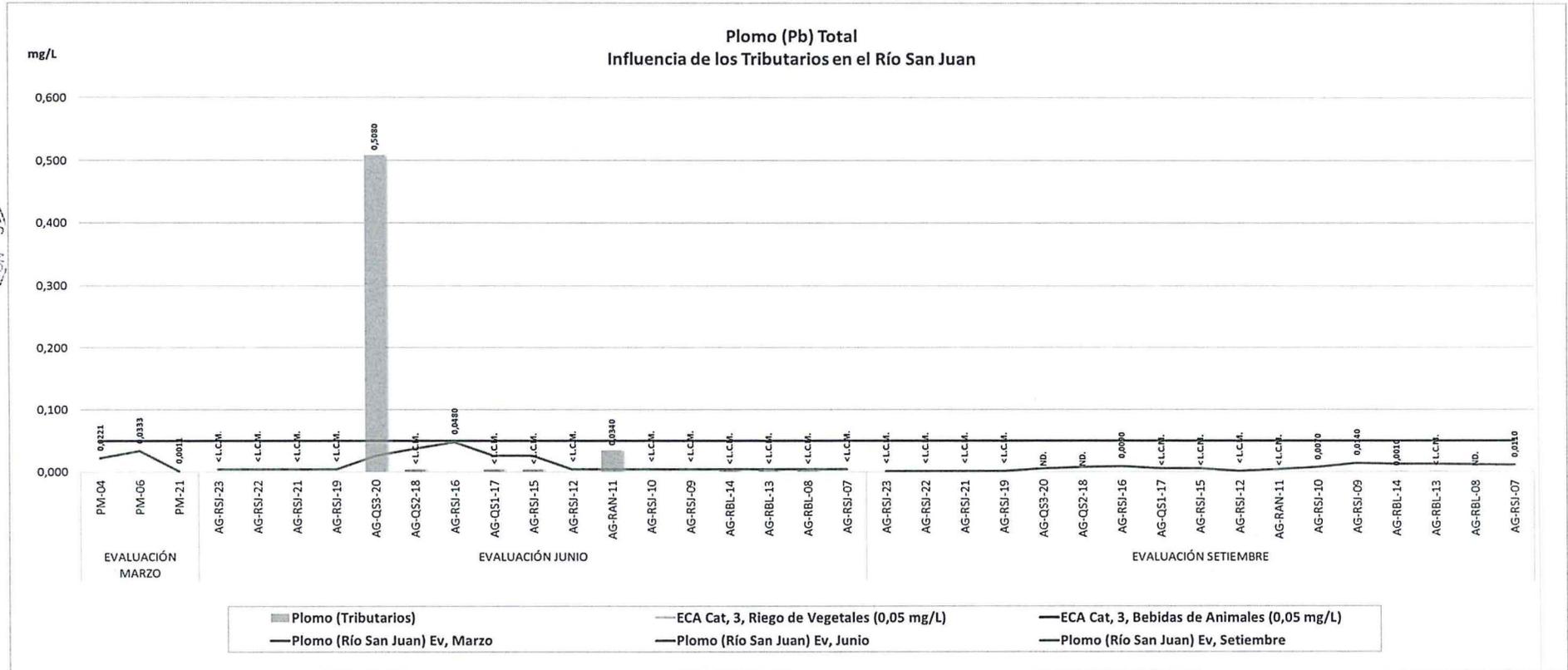
➤ **Selenio (Se) Total**

199. Los resultados indican que las concentraciones de selenio total registradas en los puntos de muestreo del río San Juan (cuerpo principal) y tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, se encontraron por debajo de los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 3 - Riego de vegetales (0,05 mg/L) y bebida de animales (0,05 mg/L).



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

Gráfico 3- 87: Influencia de las concentraciones de plomo (Pb) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio. ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.

Fuente: Elaboración Propia.

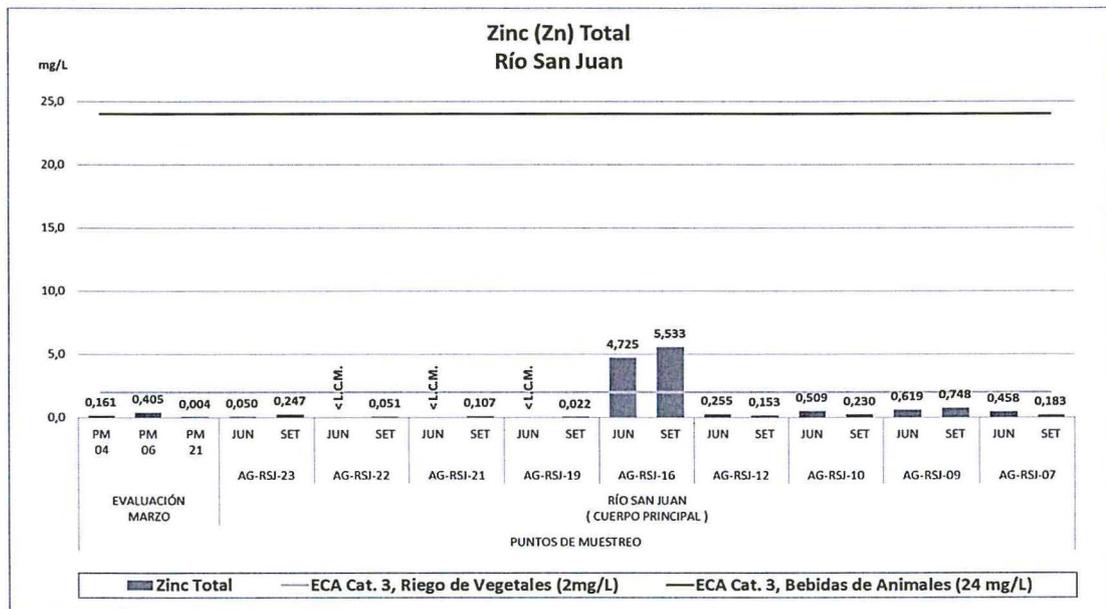
➤ **Sodio (Na) Total**

200. Las concentraciones de sodio total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) y tributarios para los meses de marzo, junio y setiembre, no excedieron los valores establecidos en los ECA para agua Categoría, Riego de vegetales (200 mg/L).

➤ **Zinc (Zn) Total**

201. Las concentraciones de zinc total registradas en los puntos de muestreo de la cuenca del río San Juan (río principal) para los meses de marzo, junio y setiembre, no exceden a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (2 mg/L) y bebida de animales (24 mg/L), excepto el punto de muestreo AG-RSJ-16 correspondiente a los meses de junio y setiembre, donde presentó una concentración de 4,725 mg/L y 5,533 mg/L respectivamente para cada mes, superando dicho ECA en la subcategoría Riego de vegetales (2 mg/L).

**Gráfico 3-88: Resultados de zinc (Zn) total, en aguas de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia.

202. Las concentraciones de zinc total registradas en los puntos de muestreo correspondiente a los tributarios del río San Juan para los meses de junio y setiembre, no excedieron a los valores establecidos en los ECA para agua Categoría 3, Riego de vegetales (2 mg/L) y bebida de animales (24 mg/L), excepto en el punto de muestreo AG-QS3-20<sup>23</sup> correspondiente al mes de junio, donde presentó una concentración de 2,196 mg/L superando dicho ECA en la sub categoría Riego de vegetales (2 mg/L).

203. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, para los meses de junio y setiembre, presentaron

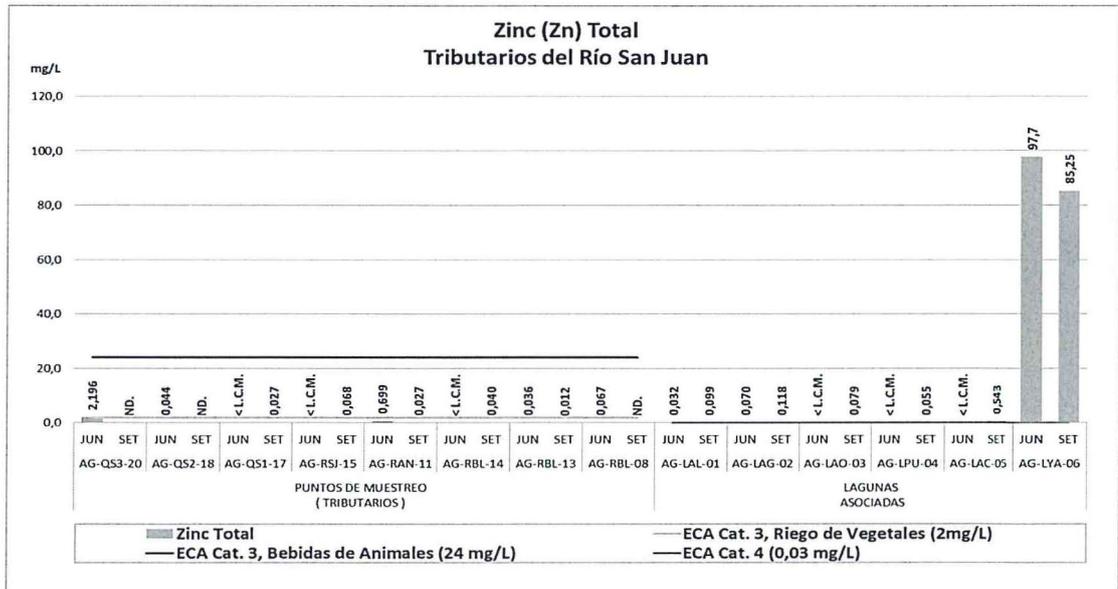
<sup>23</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de zinc (Zn) total superiores a los registrados en el presente informe técnico.

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
 "Año de la Diversidad Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

concentraciones que superaron los valores establecidos en los ECA para Agua Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático – Lagunas y Lagos (0,03 mg/L), excepto los puntos de muestreo correspondientes a la evaluación realizada en el mes de junio, ubicados en la laguna Quicay (AG-LAO-03), laguna Punrun (AG-LPU-04) y la laguna Acucocha (AG-LAC-05), los cuales presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación del método de análisis de laboratorio por lo tanto los valores registrados no superaron los valores establecidos en los ECA mencionados anteriormente.

204. De igual forma, de las evaluaciones realizadas se observa que la laguna Yanamate (AG-LYA-06), fue quien presentó una mayor concentración de zinc total con un valor de 97,7 mg/L en el mes de junio y 85,25 mg/L en el mes de setiembre, seguida de la laguna Acucocha (AG-LAC-05), quien presentó una concentración de 0,543 mg/L en el mes de setiembre.

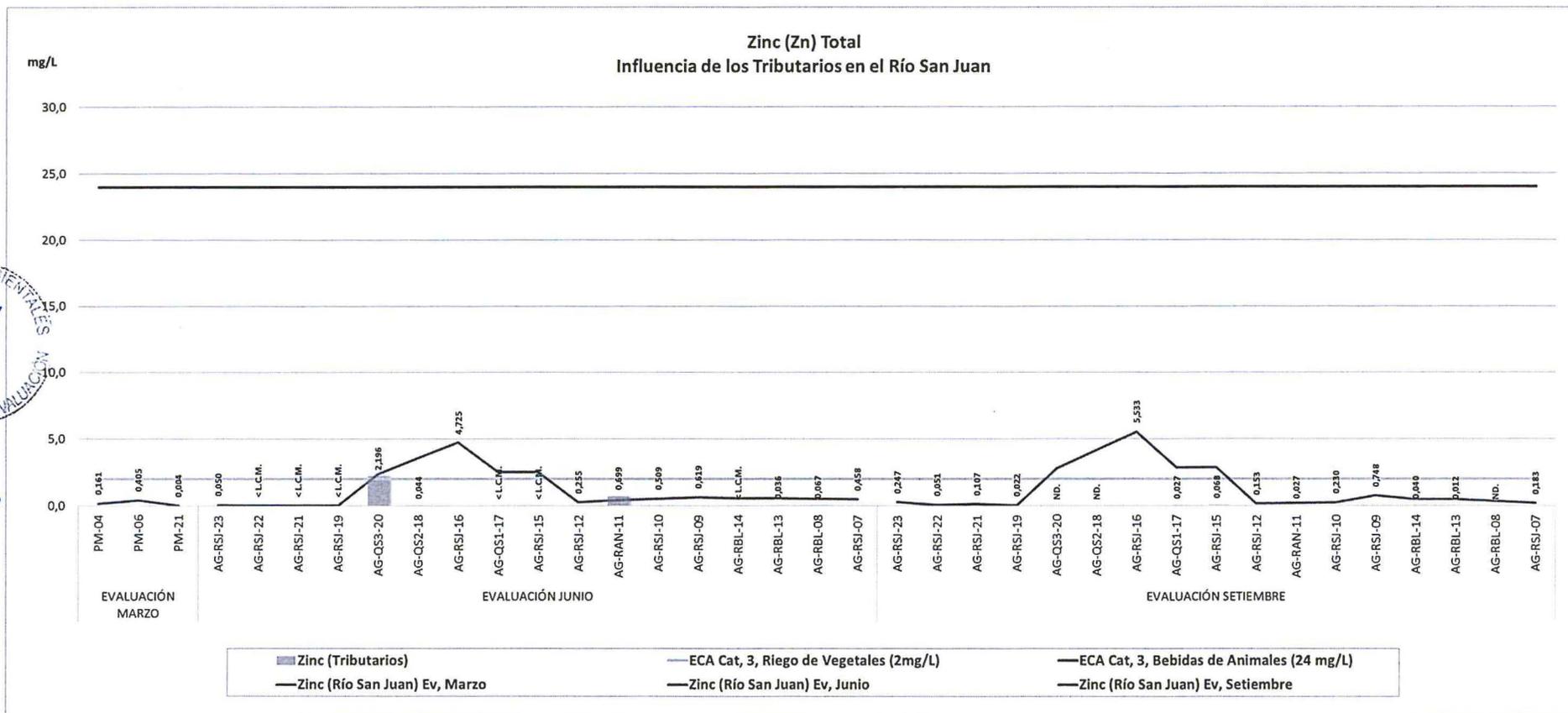
**Gráfico 3- 89: Resultados de zinc (Zn) total, en aguas de los tributarios de la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

205. Durante la evaluación de junio, la quebrada Quiulacocha (AG-QS3-20) presentó concentraciones de zinc total elevadas las cuales probablemente influyeron en las concentraciones de este metal en el río San Juan (AG-RSJ-16) después de su confluencia, tal como se muestra en el Gráfico 3-90. Asimismo, durante la evaluación de setiembre solo se observó la presencia de plomo total en todos sus tributarios, pero esto no influyó en la cuenca del río San Juan. Ver Gráfico 3-90.

Gráfico 3- 90: Influencia de las concentraciones de zinc (Zn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.



### 3.2 Calidad de sedimentos

206. La calidad de sedimentos se determinó mediante diversos análisis en laboratorio. Los reportes de ensayo de los laboratorios y las cadenas de custodia de las muestras se presentan en los Anexos C y D respectivamente.

#### Parámetros Físico-Químicos y Orgánicos

207. En la Tabla 3-7, se presentan los resultados de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos y orgánicos registrados en los sedimentos del río San Juan y sus tributarios.

**Tabla 3-7: Resultados de los Parámetros físico-químico y orgánicos en sedimentos de la cuenca del río San Juan, 2015.**

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	pH en pasta (Und. pH)	Nitrógeno orgánico (mg/Kg)	Potencial redox (mV)	Materia orgánica (%)
Río San Juan	PM 04	MAR	7,95	<24	336	34,1
	PM 06		7,85	1 966,0	144	35,9
	PM 21		7,32	1 471,0	168	30,1
	SE-RSJ-23	JUN	7,64	2 095,0	194	9,2
		SET	8,36	---	---	2,69
	SE-RSJ-22	JUN	7,75	---	---	---
		SET	8,41	---	---	---
	SE-RSJ-21	JUN	7,52	1 191,0	284	2,1
		SET	8,24	---	---	16,40
	SE-RSJ-19	JUN	7,64	3 786,0	210	12,0
		SET	8,34	---	---	7,21
	SE-RSJ-16	JUN	7,34	1 178,0	11	20,9
		SET	8,20	---	---	6,36
	SE-RSJ-12	JUN	7,82	1 249,0	147	14,6
		SET	8,57	---	---	15,70
	SE-RSJ-10	JUN	8,24	252,2	225	14,0
		SET	7,84	---	---	19,70
	SE-RSJ-09	JUN	8,23	---	---	---
		SET	8,38	---	---	---
	SE-RSJ-07	JUN	7,85	879,7	199	5,3
SET		7,96	---	---	14,40	
Tributario del río San Juan	SE-QS3-20	JUN	8,05	---	---	---
		SET	---	---	---	---
	SE-QS2-18	JUN	8,20	---	---	---
		SET	---	---	---	---
	SE-QS1-17	JUN	8,73	---	---	---
		SET	8,24	---	---	---
	SE-RSJ-15	JUN	10,96	401,30	21,00	12,50
		SET	10,70	---	---	13,30
	SE-RAN-11	JUN	8,21	---	---	---



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	pH en pasta (Und. pH)	Nitrógeno orgánico (mg/Kg)	Potencial redox (mV)	Materia orgánica (%)	
	SE-RBL-14	SET	8,32	---	---	---	
		JUN	8,29	---	---	---	
	SE-RBL-13	SET	8,21	---	---	---	
		JUN	8,18	---	---	---	
	SE-RBL-08	SET	8,42	---	---	---	
		JUN	8,27	---	---	---	
		SET	---	---	---	---	
			SET	2,22	---	---	---

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700. Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151445, N° 151487, N° 151444. Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01791, N° SAA-15/01792, N° SAA-15/01793, N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930.

"---": No se realizó la toma de muestra

Fuente: Elaboración Propia

208. En la Tabla 3-8, se muestran los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros físico-químicos y orgánicos registrados en los sedimentos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan.

**Tabla 3-8: Resultados de los Parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015.**

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	pH en pasta (Und. pH)	Nitrógeno orgánico (mg/Kg)	Potencial redox (mV)	Materia orgánica (%)
Lagunas Asociadas	AG-LAL-01	JUN	6,85	---	---	---
		SET	7,82	---	---	---
	AG-LAG-02	JUN	7,69	---	---	---
		SET	8,39	---	---	---
	AG-LAO-03	JUN	6,75	---	---	---
		SET	7,83	---	---	---
	AG-LPU-04	JUN	8,29	---	---	---
		SET	7,31	---	---	---
	AG-LAC-05	JUN	8,40	---	---	---
		SET	8,29	---	---	---
	AG-LYA-06	JUN	5,92	---	---	---
		SET	2,22	---	---	---

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700. Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151445, N° 151487, N° 151444.

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01791, N° SAA-15/01792, N° SAA-15/01793, N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930

"---": No se realizó la toma de muestra





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

### Parámetros Inorgánicos – Metales totales

209. En las Tablas 3-9 y 3-10 se presentan los resultados de las mediciones de metales totales registrados en sedimentos de la cuenca del río San Juan y lagunas asociadas.



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 3-9: Resultados de los Metales totales en sedimentos de la cuenca del río San Juan, 2015.**

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Aluminio (mg/Kg)	Antimonio (mg/Kg)	Arsénico (mg/Kg)	Bario (mg/Kg)	Berilio (mg/Kg)	Cerio (mg/Kg)	Boro (mg/Kg)	Cadmio (mg/Kg)	Calcio (mg/Kg)	Cobalto (mg/Kg)	Cobre (mg/Kg)	Cromo (mg/Kg)	Estaño (mg/Kg)	Estroncio (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Hierro (mg/Kg)	Litio (mg/Kg)	Magnesio (mg/Kg)	Manganeso (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	5,9	-	-	-	-	0,6	-	-	35,7	37,3	-	-	-	-	-	-	-
	PEL		-	-	17	-	-	-	-	3,5	-	-	197	90	-	-	-	-	-	-	-
Río San Juan	PM 04	MAR	3985	75,6	195,5	173,8	<0,03	4,69	<3	15,42	>50000	2,7	1001	3,35	<0,2	93,79	494	>20 000	5,39	2569	18700
	PM 06		4878	68	210,9	108	0,52	2,02	<3	21,53	30870	3	582,7	7,3	<0,2	60,82	2093	>20 000	6,59	5826	2712
	PM 21		6471	26,2	63,1	83,21	0,61	10,3	<3	3,82	5039	3,7	1114	7,97	<0,2	17,82	609	16152	8,55	1747	714,9
	SE-RSJ-23	JUN	2073	16,9	129,7	75,9	0,25	3,87	3859	<0,04	12334	1,3	33,53	<0,03	<0,2	3,87	770	9739	34,4	2716	324,3
		SET	1830	18,1	77,5	39,8	0,176	8,2081	9,13	0,3598	8190	1,491	12,9	4,1	1,24	11,4	1910	7220	1,64	2323	165
	SE-RSJ-22	JUN	<0,1	<0,6	<0,8	<0,03	<0,03	<0,04	<3	<0,04	<1	<0,1	<0,04	<0,03	<0,2	<0,03	<1	<0,05	<0,02	<0,3	<0,04
		SET	2527	0,2597	9,2	28,7	0,188	20,6	1,56	0,1275	28136	3,229	2,59	4,2	< 0,01	48	757	7229	2,97	1110	112
	SE-RSJ-21	JUN	6838	<0,6	<0,8	93,48	<0,03	20,5	<3	<0,04	1290	3	7,8	4	<0,2	>400	687	13569	<0,02	2014	714
		SET	11580	4,4951	80,6	105	0,46	19,4	8,63	0,7703	44704	7,108	45,1	17,3	1,47	71,2	3464	18173	9,07	21995	785
	SE-RSJ-19	JUN	6319	<0,6	<0,8	136,3	<0,03	7,49	<3	<0,04	2159	5	175,5	4,49	<0,2	>400	730	16742	<0,02	2290	765,2
		SET	4137	22,9	219	64,8	0,402	15,2	2,99	7,9659	32221	4,22	157	6,9	0,92	76,9	701	49800	8,68	6630	2519
	SE-RSJ-16	JUN	3782	<0,6	<0,8	106,4	<0,03	2	<3	<0,04	1466	1,5	367,8	11,49	<0,2	>400	1,012	>20 000	<0,02	4131	2506
		SET	6091	10,7	141	48,6	0,484	16,8	3,47	integra	55908	4,477	167	9,6	0,74	147	834	38923	11,7	3112	1129
	SE-RSJ-12	JUN	4452	<0,6	68,1	133,4	<0,03	7,4	4486	0,26	120694	2,6	57,76	0,2	<0,2	171,7	599	10364	68,69	3467	607,9
		SET	5224	0,5298	15	95,2	0,322	18,6	4,69	0,4808	163606	3,169	12,5	5,1	0,06	256	439	9101	6,89	5340	366
	SE-RSJ-10	JUN	2901	<0,6	88,7	50,2	<0,03	5,1	<3	<0,04	71073	1,3	126	<0,03	<0,2	35,73	406	9573	<0,02	2275	680,1
		SET	17081	6,3972	256	241	0,61	23,8	15,6	11,2	103834	5,902	1678	9,3	4,78	175	1534	42628	10,6	6671	4508
	SE-RSJ-09	JUN	3896	2,4	240,2	114,9	0,55	5,2	<3	2,91	66495	1,4	558,17	<0,03	<0,2	33,63	614	17187	<0,02	2893	1468
		SET	8490	16,3	231	221	0,326	18,2	16,4	6,545	102846	4,099	694	7	3,5	135	832	37421	8,24	4440	2325
	SE-RSJ-07	JUN	7951	<0,6	172,8	172,6	0,98	10,1	<3	1,63	75843	4,7	838,7	<0,03	<0,2	79,46	835	18288	<0,02	3465	1094
SET		19504	4,1859	104	430	0,918	31	14,5	5,1836	62119	9,79	479	8,8	1,78	123	716	33080	12,7	5627	1296	
	JUN	2093	<0,6	<0,8	58,4	<0,03	4,49	<3	<0,04	957	4	273,6	4,49	<0,2	>400	712	>20 000	<0,02	4,693	3,519	



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Aluminio (mg/Kg)	Antimonio (mg/Kg)	Arsénico (mg/Kg)	Bario (mg/Kg)	Berilio (mg/Kg)	Cerio (mg/Kg)	Boro (mg/Kg)	Cadmio (mg/Kg)	Calcio (mg/Kg)	Cobalto (mg/Kg)	Cobre (mg/Kg)	Cromo (mg/Kg)	Estaño (mg/Kg)	Estroncio (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Hierro (mg/Kg)	Litio (mg/Kg)	Magnesio (mg/Kg)	Manganeso (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	5,9	-	-	-	-	0,6	-	-	35,7	37,3	-	-	-	-	-	-	-
	PEL		-	-	17	-	-	-	-	3,5	-	-	197	90	-	-	-	-	-	-	-
Tributario del río San Juan	SE-QS3-20	SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	SE-QS2-18	JUN	4159	<0,6	<0,8	67,43	<0,03	6,49	<3	<0,04	4,456	3,5	23,9	4	<0,2	>400	1,159	9,294	<0,02	2,863	776,7
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	SE-QS1-17	JUN	2804	<0,6	<0,8	54,4	<0,03	2,5	<3	<0,04	10278	3,5	26,47	<0,03	<0,2	>400	345	10,352	<0,02	3,88	881,9
		SET	5520	4,2087	53,4	45,5	0,258	20,3	14,6	0,3354	165908	2,948	31,1	6	0,87	160	701	12170	4,6	3557	237
	SE-RSJ-15	JUN	86	<0,6	<0,8	<0,03	<0,03	<0,04	<3	<0,04	<1	<0,1	<0,04	<0,03	<0,2	<0,03	<1	<0,05	<0,02	<0,3	<0,04
		SET	7867	5,2615	46,6	49,4	0,237	21	5,42	1,9296	158503	4,939	40,5	5,3	0,57	177	323	16760	16,2	2048	234
	SE-RAN-11	JUN	4170	<0,6	370,1	92,86	0,48	4,6	<3	0,49	51140	1,8	1003,8	<0,03	<0,2	40,03	719	14613	<0,02	5,977	1086,2
		SET	10866	16,8	773	538	0,579	25,4	3,43	5,2143	53327	4,974	3531	5,3	7,86	119	829	36639	9,21	6672	1351
	SE-RBL-14	JUN	4146	<0,6	<0,8	96,94	<0,03	9,4	<3	<0,04	69284	2,8	10	<0,03	<0,2	66,58	435	6183	<0,02	2,91	442,7
		SET	3462	0,6605	14,2	175	0,217	11,2	5,49	0,5663	184106	1,635	14,6	2,5	0,34	794	498	5147	3,34	1887	212
	SE-RBL-13	JUN	2128	<0,6	<0,8	68,14	<0,03	6,1	<3	<0,04	58129	1,2	<0,04	<0,03	<0,2	45,77	270	3417	<0,02	1,721	255,3
		SET	6035	0,5781	16,8	174	0,313	26,6	5,92	0,3649	87721	4,115	8,71	4,5	< 0,01	181	578	12398	5,5	3952	433
	SE-RBL-08	JUN	4085	<0,6	<0,8	100,9	<0,03	9,9	<3	<0,04	78961	3	12,6	<0,03	<0,2	94,29	515	6826	<0,02	3,073	490,7
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700

Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151445, N° 151487.

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930

"-": No cuenta con valor estándar en la Norma Canadiense.

--": No se realizó la toma de muestra

■: Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en la Norma Canadiense

Continuación...



Handwritten signatures and initials in blue ink.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Molibdeno (mg/Kg)	Niquel (mg/Kg)	Plata (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)	Potasio (mg/Kg)	Selenio (mg/Kg)	Silicio (mg/Kg)	Silice (mg/Kg)	Sodio (mg/Kg)	Talio (mg/Kg)	Titanio (mg/Kg)	Uranio (mg/Kg)	Vanadio (mg/Kg)	Zinc (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Bismuto (mg/Kg)	Torio (mg/Kg)	Wolframio (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	0,17	-	-	-
	PEL		-	-	-	91,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	315	0,486	-	-	-
Río San Juan	PM 04	MAR	<0,05	5,83	29,93	2210	315,2	90,6	2207	--	92	<2	40	--	13,92	5170	11,242	--	--	--
	PM 06		<0,05	7,89	17,45	1224	283	49,6	1181	--	59	<2	26,91	--	3,33	3828	10,488	--	--	--
	PM 21		<0,05	15,27	88,19	523,4	289,5	41,1	908,1	--	111	<2	21,19	--	12,37	984,8	13,478	--	--	--
	SE-RSJ-23	JUN	<0,05	1,88	19,35	265,1	19761	<1,0	575,9	--	69	<2	11,81	--	8,57	154,4	0,5	--	--	--
		SET	0,118	2,58	17,4	173	256	1,283	--	--	86,6	0,0161	30,5	0,6815	8,4	60,1	30	12,7	0,9388	0,7125
	SE-RSJ-22	JUN	<0,05	<0,05	<0,02	<0,13	<0,3	<1,0	<0,5	--	<1	<2	<0,03	--	<0,03	<0,2	3,036	--	--	--
		SET	0,086	3,38	0,132	12,2	218	0,754	--	--	119	< 0,0002	111	0,3405	13,4	31,6	0,24	0,1476	0,9749	0,0179
	SE-RSJ-21	JUN	<0,05	3,5	<0,03	236	19042	<1,0	1866	--	171	<2	21,5	--	20	84,5	2,781	--	--	--
		SET	0,928	18,2	4,49	169	1147	1,112	--	--	159	0,5076	63,1	1,4693	30,9	138	7,31	4,2198	0,5001	0,1602
	SE-RSJ-19	JUN	<0,05	3,99	10,98	598,5	28457	<1,0	>1 500	--	174	<2	20,47	--	17,97	875,5	41,96	--	--	--
		SET	0,452	9,61	15,8	741	373	1,741	--	--	117	1,692	17,4	1,496	12,8	3159	12,8	10,9	1,7973	0,8575
	SE-RSJ-16	JUN	<0,05	5,5	10,99	824,8	>50 000	<1,0	1600	--	237	<2	15,49	--	17,48	>1 500	40,94	--	--	--
		SET	0,29	10,4	8,398	402	401	1,251	--	--	149	1,4775	50,2	0,7691	16,6	3159	5,83	7,7954	1,6229	0,3702
	SE-RSJ-12	JUN	<0,05	5,99	1,26	124,2	21767	<1,0	487,8	--	260	<2	23,91	--	22,93	738,5	0,5	--	--	--
		SET	0,59	8,77	0,2	12,2	635	0,912	--	--	185	0,2536	51,6	0,8242	23,4	71,7	0,47	0,2482	1,099	0,1787
	SE-RSJ-10	JUN	<0,05	3	6,61	787,6	24045	<1,0	352,6	--	131,9	<2	24,8	--	15,01	1119,2	7,901	--	--	--
		SET	0,711	15,7	18,9	901	874	3,804	--	--	204	1,068	61,5	0,7197	198	8048	15,7	18,7	0,5637	0,406
	SE-RSJ-09	JUN	<0,05	4,28	24,14	1138	456 23	<1,0	499	--	140	<2	27,56	--	26,41	3112,1	71,792	--	--	--
SET		0,673	9,23	25,5	1353	527	2,935	--	--	239	0,4498	116	1,0315	64,4	4774	23,6	43,2	0,6199	1,0798	
SE-RSJ-07	JUN	<0,05	10,7	7,66	548,1	46733	<1,0	507,8	--	180,7	<2	12,1	--	36,02	3237,00	23,31	--	--	--	
	SET	0,92	16,3	13,4	614	1592	3,059	--	--	149	1,0572	32	1,8566	49,8	3552	11,6	11,6	2,2177	0,2805	
Tributario del río San Juan	SE-QS3-20	JUN	<0,05	9,48	15,97	1435	>50 000	<1,0	1,259	--	171	<2	22,46	--	17,47	1500	28,56	--	--	--
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Molibdenu (mg/Kg)	Niquel (mg/Kg)	Plata (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)	Potasio (mg/Kg)	Selenio (mg/Kg)	Silicio (mg/Kg)	Silice (mg/Kg)	Sodio (mg/Kg)	Talio (mg/Kg)	Titanio (mg/Kg)	Uranio (mg/Kg)	Vanadio (mg/Kg)	Zinc (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Bismuto (mg/Kg)	Torio (mg/Kg)	Wolframio (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	0,17	-	-	-
	PEL		-	-	-	91,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	315	0,486	-	-	-
	SE-QS2-18	JUN	<0,05	2,5	<0,02	300,2	15520	<1,0	1263	--	92	<2	4	--	11,99	1161	3,424	--	--	--
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	SE-QS1-17	JUN	<0,05	2	3,49	305,5	19605	<1,0	1,09	--	170	<2	33,94	--	14,97	63,4	0,565	--	--	--
		SET	0,118	4,42	7,99	310	397	0,462	--	--	245	< 0,0002	135	0,4691	24,3	76,2	14,3	2,4822	0,6444	0,1083
	SE-RSJ-15	JUN	<0,05	<0,05	<0,02	2,5	<0,3	54,5	<0,5	--	<1	<2	<0,03	--	<0,03	<0,2	3,43	--	--	--
		SET	0,444	28,6	4,199	216	366	1,404	--	--	119	0,9873	65,1	0,7965	12,3	1068	5,94	2,293	0,9	0,2689
	SE-RAN-11	JUN	<0,05	5,2	0,87	610,3	37904	<1,0	448,4	--	125,7	<2	9,2	--	14,02	1837	0,771	--	--	--
		SET	1,976	9,81	10,7	1007	856	4,22	--	--	125	1,6846	35,9	4,0993	20,8	3368	1,33	27,9	1,6924	1,018
	SE-RBL-14	JUN	<0,05	4,6	<0,02	24,3	14616	<1,0	368,8	--	664,4	<2	13,5	--	19,75	81,7	0,169	--	--	--
		SET	0,471	10,1	0,257	58,3	569	2,543	--	--	159	0,113	52,9	0,4055	36,5	58,7	0,33	1,4476	0,5291	0,0678
	SE-RBL-13	JUN	<0,05	1,8	<0,02	2,9	7393	<1,0	241,3	--	153,9	<2	14,4	--	8,63	11	0,147	--	--	--
		SET	0,594	5,89	0,135	13,1	928	2,104	--	--	233	0,1032	81,8	0,7505	21,8	48,8	0,2	0,2199	1,943	0,0324
	SE-RBL-08	JUN	<0,05	5,2	<0,02	31,5	15246	<1,0	379,2	--	252,6	<2	14,2	--	21,31	98,3	0,448	--	--	--
		SET	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuentes: Informes de laboratorio de marzo: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 150700

Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151445, N° 151487.

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930

"-": No cuenta con valor estándar en la Norma Canadiense.

"-": No se realizó la toma de muestra

█ : Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en la Norma Canadiense



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 3-10: Resultados de los Metales totales en sedimentos de las lagunas asociadas al río San Juan, 2015.

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Aluminio (mg/Kg)	Antimonio (mg/Kg)	Arsénico (mg/Kg)	Bario (mg/Kg)	Berilio (mg/Kg)	Cerio (mg/Kg)	Boro (mg/Kg)	Cadmio (mg/Kg)	Calcio (mg/Kg)	Cobalto (mg/Kg)	Cobre (mg/Kg)	Cromo (mg/Kg)	Estaño (mg/Kg)	Estroncio (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Hierro (mg/Kg)	Litio (mg/Kg)	Magnesio (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	5,9	-	-	-	-	0,6	-	-	35,7	37,3	-	-	-	-	-	-
	PEL		-	-	17	-	-	-	-	3,5	-	-	197	90	-	-	-	-	-	-
Lagunas Asociadas	SE-LAL-01	JUN	292,3	<0,6	<0,8	42,47	<0,03	<0,04	<3	<0,04	909	<0,1	18,19	<0,03	<0,2	>400	1735	12552	<0,02	629,6
		SET	2764	3,6199	33,5	168	0,158	6,5661	6,06	1,195	78318	2,237	27,5	5,9	0,37	55,1	2018	8437	1,7	1157
	SE-LAG-02	JUN	<0,03	<0,6	<0,8	<0,03	<0,03	<0,04	<3	<0,04	<1	<0,1	<0,04	<0,03	8,5	<0,03	<1	<0,05	<0,02	<0,3
		SET	18735	0,5457	8,9	97	0,704	43,9	4,81	0,375	22862	5,98	18,4	14,8	0,25	25,5	1082	18116	13,1	5541
	SE-LAO-03	JUN	2674	<0,6	<0,8	129,9	<0,03	<0,04	<3	<0,04	1,695	0,5	35,86	<0,03	<0,2	>400	1841	9366	<0,02	1003
		SET	9217	6,5774	28,8	163	0,308	13,7	5,91	1,6748	38708	1,706	49,3	4,6	1,88	57	980	8721	3,05	704
	SE-LPU-04	JUN	6092	<0,6	<0,8	223,7	<0,03	23,97	<3	<0,04	4,417	8,5	416	2,5	<0,2	>400	555	15677	<0,02	2915
		SET	3224	7,4646	30,2	141	0,231	8,8264	16,3	1,2036	51408	1,591	48,3	1,4	1,14	221	939	8768	2,22	724
	SE-LAC-05	JUN	4947	<0,6	<0,8	26,47	<0,03	11,98	<3	<0,04	7,962	2	6,23	<0,03	<0,2	>400	356	10907	<0,02	3724
		SET	4059	2,103	20,1	22	0,207	16,7	2,66	0,4112	137425	2,467	6,68	2,6	<0,01	157	347	8980	6,46	3282
	SE-LYA-06	JUN	213,9	172,1	627	28,26	<0,03	<0,04	<3	<0,04	39,608	<0,1	169,32	<0,03	6,2	49,52	331	15445	<0,02	<0,3
		SET	1221	320	1408	44,2	0,008	2,0053	12,1	4,3676	56370	0,568	448	2,1	30,3	162	803	43219	1,34	707



33  
14  
E. J.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Código punto de muestreo	Mes	Manganeso (mg/Kg)	Molibdeno (mg/Kg)	Niquel (mg/Kg)	Plata (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)	Potasio (mg/Kg)	Selenio (mg/Kg)	Silicio (mg/Kg)	Silice (mg/Kg)	Sodio (mg/Kg)	Talio (mg/Kg)	Titanio (mg/Kg)	Uranio (mg/Kg)	Vanadio (mg/Kg)	Zinc (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Bismuto (mg/Kg)	Torio (mg/Kg)	Wolframio (mg/Kg)
Norma Canadiense	ISQG		-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	0,17	-	-	-
	PEL		-	-	-	-	91,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	315	0,486	-	-	-
Legunas Asociadas	SE-LAL-01	JUN	393,24	<0,05	1	<0,02	52,97	26917	<1,0	456,6	--	91	<2	<0,03	--	5,5	66	0,22	--	--	--
		SET	1686	0,306	4,34	0,601	138	419	0,894	--	--	105	0,0507	17,1	1,4086	13,7	93,2	0,32	2,906	0,5113	0,1115
	SE-LAG-02	JUN	<0,04	<0,05	<0,05	<0,03	<0,13	<0,3	<1,0	<0,5	--	<1	<2	<0,03	--	<0,03	<0,2	0,088	--	--	--
		SET	586	0,297	13,7	0,446	35,3	1738	2,228	--	--	86,7	0,0896	19,5	0,8725	23,6	53,6	0,25	0,6846	1,8395	0,0293
	SE-LAO-03	JUN	334	<0,05	2	<0,02	64,97	17498	<1,0	887,8	--	633	<2	8	--	20,49	122,4	0,82	--	--	--
		SET	127	1,349	4,86	1,482	262	505	2,311	--	--	99,6	0,3551	18,1	0,8324	15,5	112	0,81	9,5768	1,0569	0,1314
	SE-LPU-04	JUN	1037	<0,05	4,99	<0,02	447,9	31440	<1,0	>1 500	--	278	<2	39,45	--	25,97	281,6	1,457	--	--	--
		SET	1379	2,095	12,4	0,975	163	528	1,683	--	--	166	0,1089	34,4	2,8499	225	65,2	0,89	5,5365	0,7946	0,2235
	SE-LAC-05	JUN	375	<0,05	3,99	<0,03	70,41	16274	<1,0	1041	--	218	<2	28,96	--	9,49	59,4	1,478	--	--	--
		SET	285	0,32	4,77	0,376	29,4	251	0,955	--	--	138	0,0329	101	0,7323	12,7	64,5	0,07	0,338	0,923	0,0224
	SE-LYA-06	JUN	54,17	<0,05	0,18	8,66	451,6	38554	<1,0	102	--	210	<2	33,97	--	6,53	411,5	0,456	--	--	--
		SET	386	3,368	2,95	17,3	796	4231	5,92	--	--	235	23	49,8	1,147	7,1	1250	< 0,03	337	0,3781	4,5871



Fuentes: Informe de laboratorio de junio: Ensayo - Environmental Testing Laboratory S.A.C.: N° 151445, N° 151487.

Informe de laboratorio de setiembre: Ensayo - AGQ Perú S.A.C.: N° SAA-15/01828, N° SAA-15/01829, N° SAA-15/01830, N° SAA-15/01831, N° SAA-15/01832, N° SAA-15/01930

"-": No cuenta con valor estándar en la Norma Canadiense

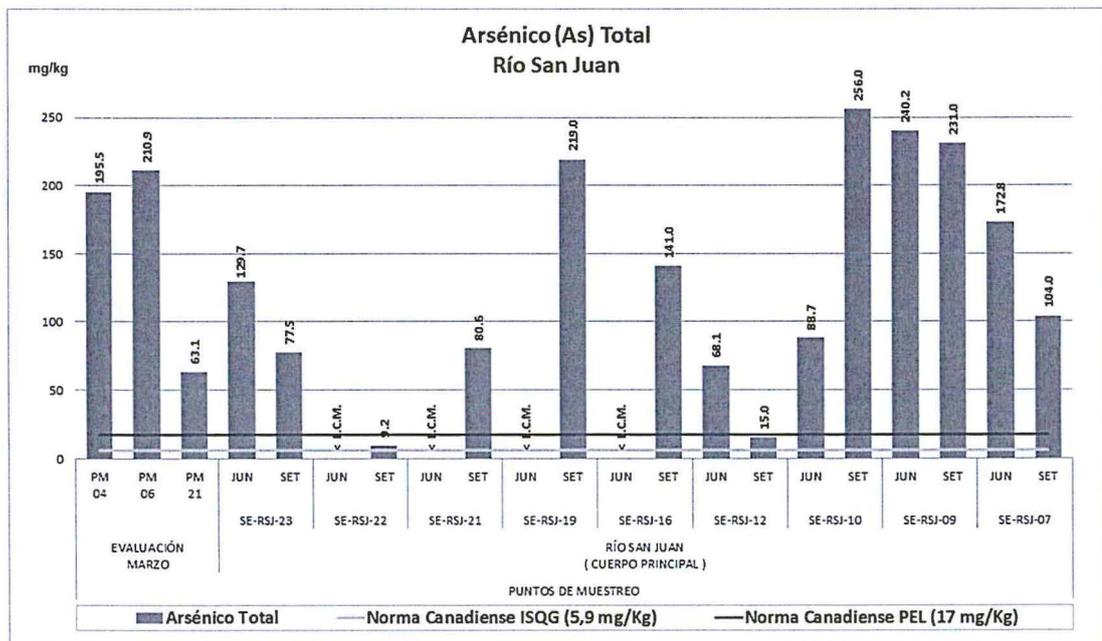
"--": No se realizó la toma de muestra

[Shaded cell]: Los valores representan a los resultados que exceden la norma Canadiense.

➤ **Arsénico (As) total**

- 210. El origen natural del arsénico en América Latina está relacionado con el vulcanismo y la actividad hidrotermal asociada de la cordillera de los Andes<sup>24</sup> que atraviesa de norte a sur muchos países, entre ellos, el Perú, sin embargo también está asociado a actividades antropogénicas.
- 211. Las concentraciones de arsénico total registradas en los puntos de muestreo SE-RSJ-07, SE-RSJ-09, SE-RSJ-10, SE-RSJ-23 del río San Juan (río principal) para los meses de junio y setiembre, superaron referencialmente los valores del PEL (17 mg/kg) y del ISQG (5,9 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG). Asimismo, las concentraciones de este metal registrados en el mes de marzo en los puntos PM-04, PM-06 y PM-21, superaron referencialmente dicha norma internacional.
- 212. Por otra parte, las concentraciones registradas en los puntos de muestreo SE-RSJ-21, SE-RSJ-16 y SE-RSJ-19 ubicados en el río San Juan (río principal), superaron referencialmente los valores del ISQG y los del PEL de la norma de Canadá (CEQG) para el mes de setiembre. El punto SE-RSJ-22, para el mes de setiembre presentó concentraciones de arsénico que superó referencialmente el valor ISQG, pero no superó el del PEL. Finalmente, en el punto SE-RSJ-12 para el mes de junio, las concentraciones de arsénico superaron referencialmente los valores del PEL y del ISQG; pero en el mes de setiembre las concentraciones de dicho metal solamente superaron referencialmente el valor del ISQG.

**Gráfico 3- 91: Resultados de arsénico (As) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia

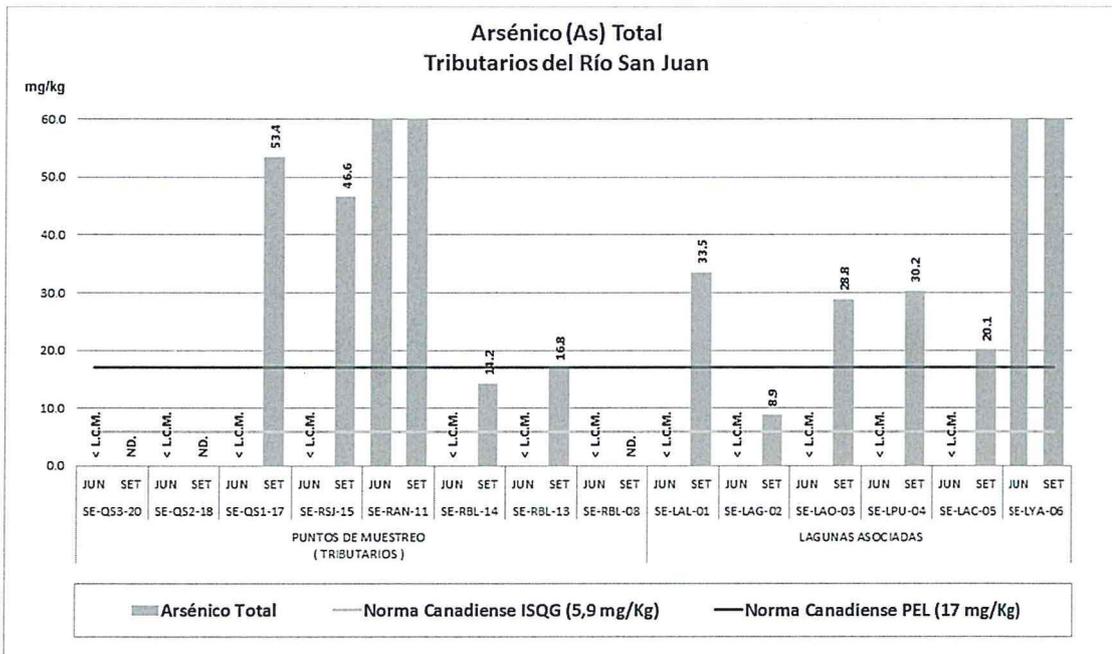
- 213. De los ocho puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan, solamente el punto SE-RAN-11, se registraron concentraciones de arsénico que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL para el mes de junio. En el mes de setiembre se registraron concentraciones de este metal en los

<sup>24</sup> J. Bundschuh, A. Pérez Carrera, M. I. Litter. Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana. CYTED. ISBN 13 978-84-96023-61-1. Octubre de 2008. Pág. 55 – 56.

puntos SE-QS1-17, SE-RSJ-15 y SE-RAN-11 que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y los puntos SE-RBL-13 y SE-RBL-14 superaron referencialmente los valores del ISQG y no el PEL.

214. Por otro parte, los puntos de muestreos correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, solamente el punto SE-LYA-06 presentó concentraciones de arsénico que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL en el mes de junio. Para el mes de setiembre, los puntos evaluados SE-LAL-01, SE-LAO-03, SE-LPU-04, SE-LAC-05 y SE-LYA-06 presentaron concentración de arsénico que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y el punto SE-LAG-02 solamente supero referencialmente el valor del ISQG.

**Gráfico 3- 92: Resultados de arsénico (As) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

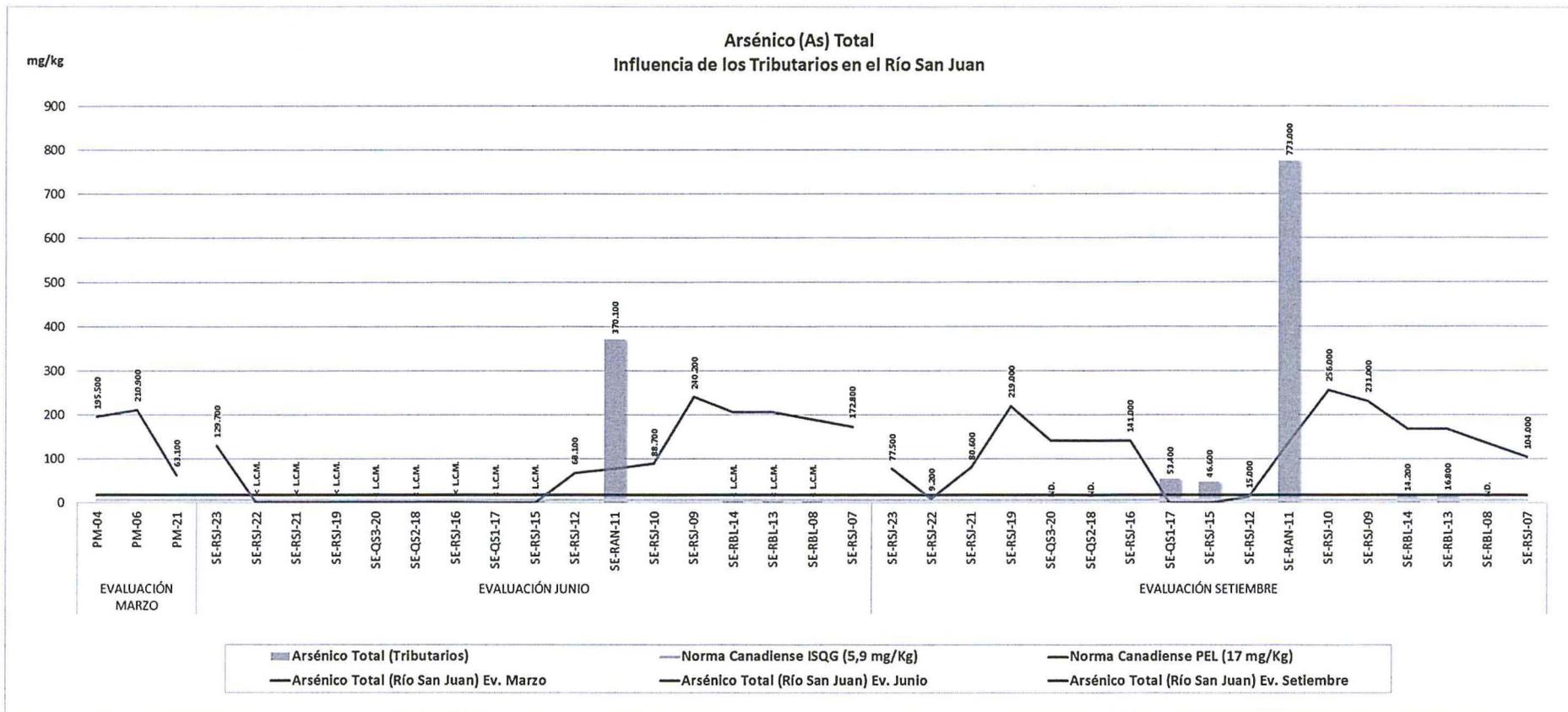


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

215. Durante la evaluación de junio, río Andacancha (SE-RAN-11) presentó altas concentraciones de arsénico total, los cuales hacen que se incrementen las concentraciones de este parámetro en el río San Juan (aguas debajo de su confluencia). En el mes de setiembre, se registraron concentraciones de arsénico en las quebradas S/N 3 (SE-RSJ-15) y S/N 1 (SE-QS1-17), y el río Andacancha (SE-RAN-11) muy elevados, los cuales elevaron el arsénico del río San Juan luego de tributar a este. Ver Gráfico 3-93.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3- 93: Influencia de las concentraciones de arsénico (As) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

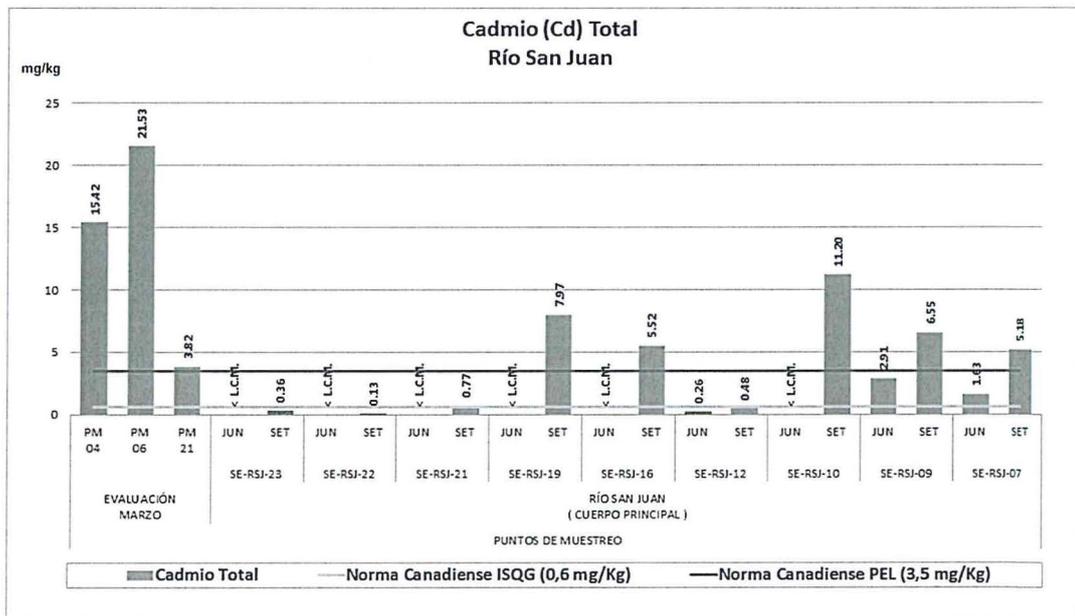


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Cadmio (Cd) total**

- 216. El Cadmio es el segundo elemento tóxico en ambientes acuáticos después del mercurio según la UNEP<sup>25</sup>, este metal puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre, la actividad volcánica es la mayor fuente natural de liberación de cadmio a la atmósfera y es considerado el más móvil en el ambiente acuático y una de sus principales características es que es bioacumulativo y persistente en el ambiente<sup>26</sup>.
- 217. Las concentraciones de cadmio total registradas en los tres puntos de muestreo del río San Juan (río principal) en el mes de marzo, superaron referencialmente los valores del PEL (3,5 mg/kg) y del ISQG (0,6 mg/kg) de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de junio, las concentraciones de este metal, registradas en los puntos SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg).
- 218. Para el mes de setiembre, las concentraciones de este metal registradas en los puntos SE-RSJ-19, SE-RSJ-16, SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y en el punto SE-RSJ-21 se registraron concentraciones de cadmio que superaron referencialmente los valores del ISQG (0,6 mg/kg).

**Gráfico 3-94: Resultados de cadmio (Cd) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

- 219. Para el mes de junio, en los ocho puntos de muestreo correspondientes a los tributarios del río San Juan, no se registraron concentraciones de cadmio que superaran referencialmente los valores del ISQG y del PEL. Por otra parte, en el mes de setiembre se registraron concentraciones de este metal en los puntos SE-QS1-17, SE-RSJ-15 y SE-RAN-11 que superaron referencialmente los valores del

<sup>25</sup> United Nations Environment Programme (UNEP)

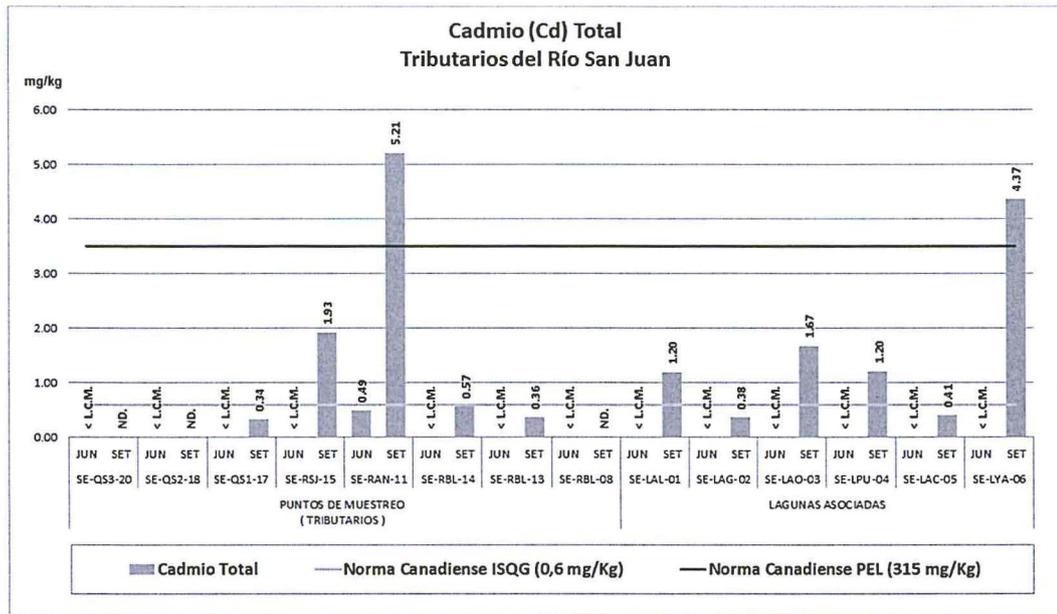
<sup>26</sup> Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2010). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe, pág. 35-37.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ISQG y del PEL; y los puntos SE-RBL-13 y SE-RBL-14 superaron referencialmente los valores del ISQG y no el PEL.

220. Por otro parte, todos los puntos de muestreos correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de cadmio dentro del valor en referencia del ISQG y del PEL en el mes de junio. Para el mes de setiembre, los puntos evaluados SE-LAL-01, SE-LAO-03 y SE-LPU-04, presentaron concentración de arsénico que superaron referencialmente los valores del ISQG; y el punto SE-LYA-06 superó referencialmente el valor del ISQG y PEL.

**Gráfico 3-95: Resultados de cadmio (Cd) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

221. Durante la evaluación de junio, el río Andacancha (SE-RAN-11) presentó bajas concentraciones de cadmio total, los cuales no afectaron la calidad del río San Juan en este parámetro, aguas abajo de su confluencia. Por otra parte, en el mes de setiembre se registraron concentraciones de cadmio en las quebradas S/N 3 (SE-RSJ-15) y S/N 1 (SE-QS1-17), y el río Andacancha (SE-RAN-11), los cuales elevaron las concentraciones de ese metal en el río San Juan luego de tributar a este. Ver Gráfico 3-96.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

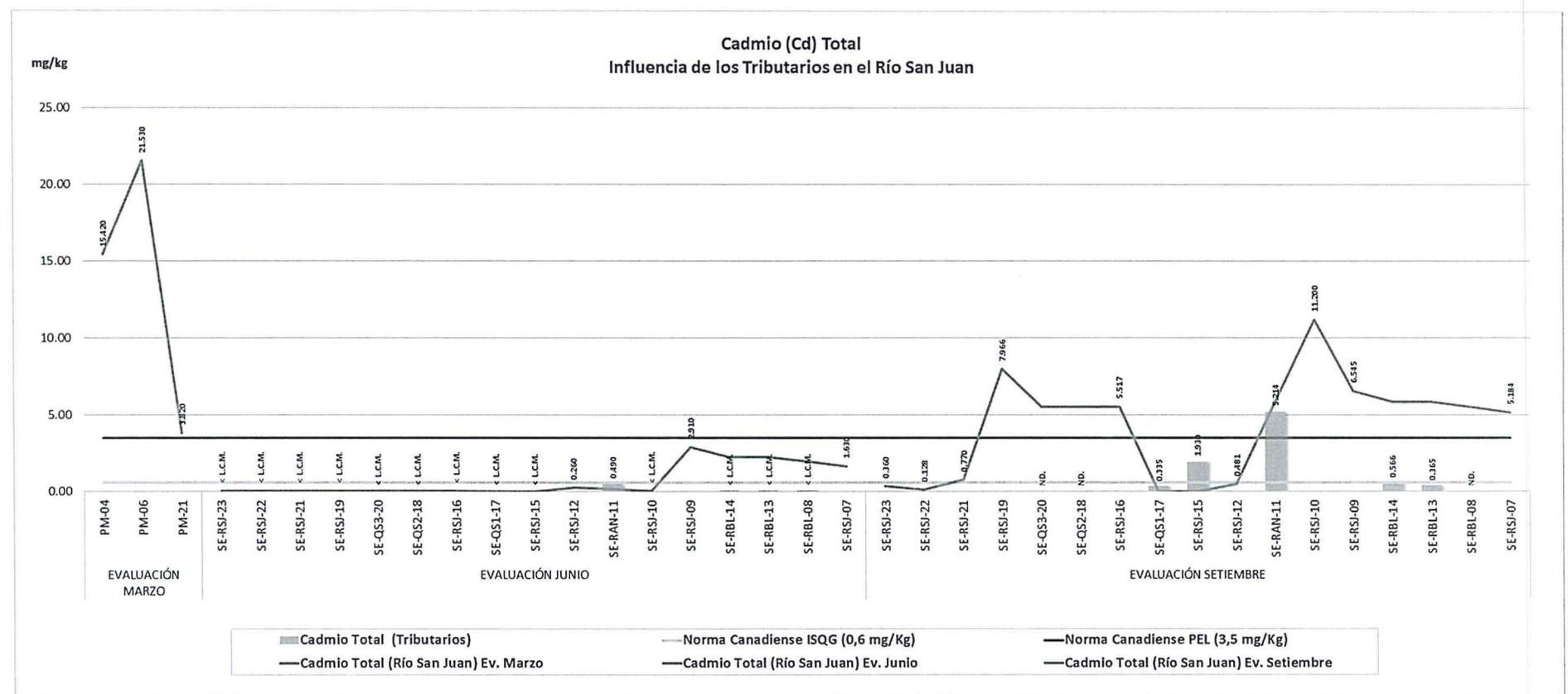
*[Handwritten mark]*

*[Handwritten signature]*



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-96: Influencia de las concentraciones de cadmio (Cd) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia

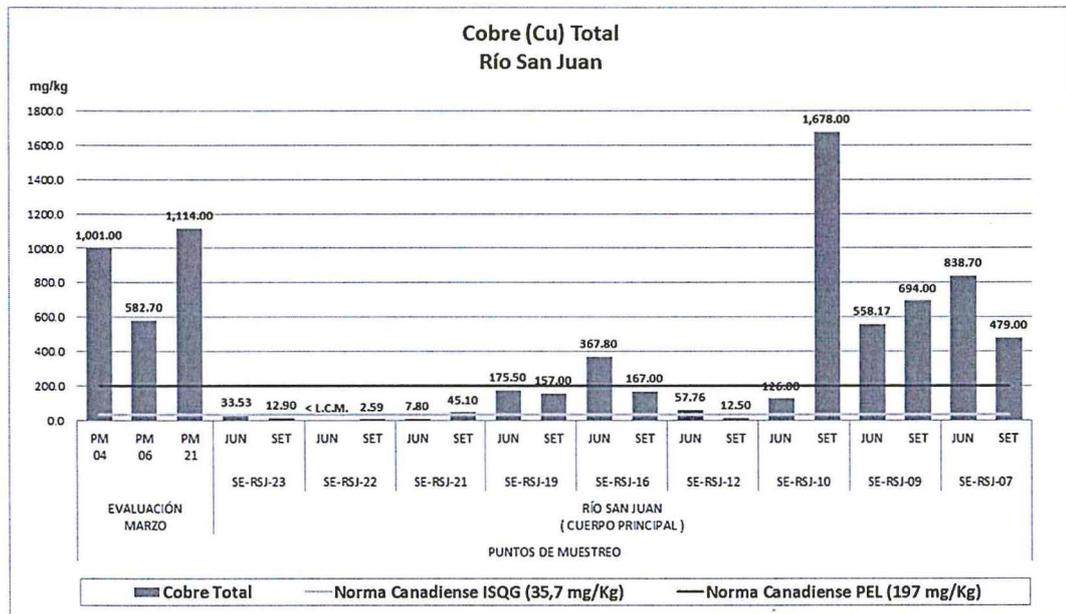


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Cobre (Cu) total**

222. El cobre es liberado por la industria minera, actividades agrícolas y de manufactura, y por la liberación de aguas residuales a ríos y lagos; también es liberado desde fuentes naturales como por ejemplo volcanes, polvo que sopla el viento, vegetación en descomposición e incendios forestales<sup>27</sup>.
223. Las concentraciones de cobre total registradas en los tres puntos de muestreo del río San Juan (río principal) en el mes de marzo, superaron referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197,0 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de junio, las concentraciones de este metal, registradas en los puntos SE-RSJ-19, SE-RSJ-12 y SE-RSJ-10 superaron referencialmente los valores del ISQG. Por otra parte, las concentraciones de este metal registradas en los puntos SE-RSJ-16, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL.
224. Para el mes de setiembre, las concentraciones de este metal registradas en los puntos SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y en los puntos SE-RSJ-21, SE-RSJ-19 y SE-RSJ-16 se registraron concentraciones de cadmio que superaron referencialmente los valores del ISQG.

**Gráfico 3-97: Resultados de Cobre (Cu) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



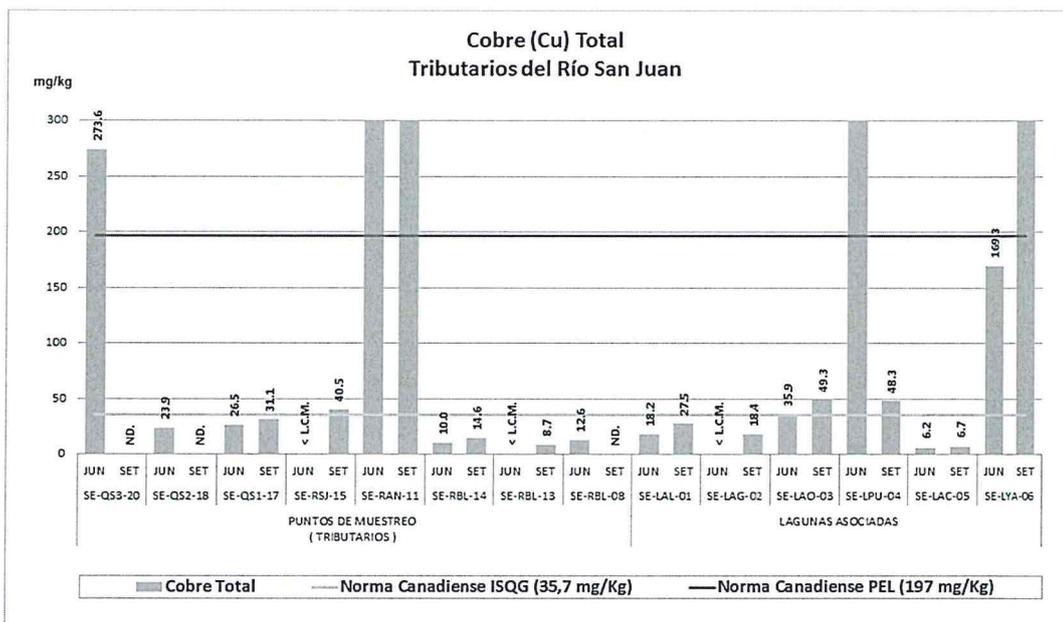
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia

225. Para el mes de junio, los puntos de muestreo SE-QS3-20 y SE-RAN-11 correspondientes a los tributarios del río San Juan, registraron concentraciones de cobre que superaran referencialmente los valores del ISQG (35,7 mg/kg) y PEL (197,0 mg/kg). Por otra parte, en el mes de setiembre se registraron concentraciones de este metal en el punto SE-RAN-11 que superaron referencialmente los valores del ISQG y del PEL; y el punto SE-RSJ-15 superó referencialmente los valores del ISQG.

<sup>27</sup> Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2004. Reseña Toxicológica del Cobre (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts132.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.pdf)

226. Por otro parte, los puntos de muestreo SE-LAO-03 y SE-LYA-06 correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de cobre que superaron el valor referencial del ISQG en el mes de junio; y el punto SE-LPU-04 superó el valor referencial del SQG (35,7 mg/kg) y PEL (197,0 mg/kg). Para el mes de setiembre, los puntos evaluados SE-LAO-03 y SE-LPU-04, presentaron concentración de cobre que superaron referencialmente los valores del ISQG; y el punto SE-LYA-06 superó referencialmente el valor del ISQG y PEL.

**Gráfico 3-98: Resultados de Cobre (Cu) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



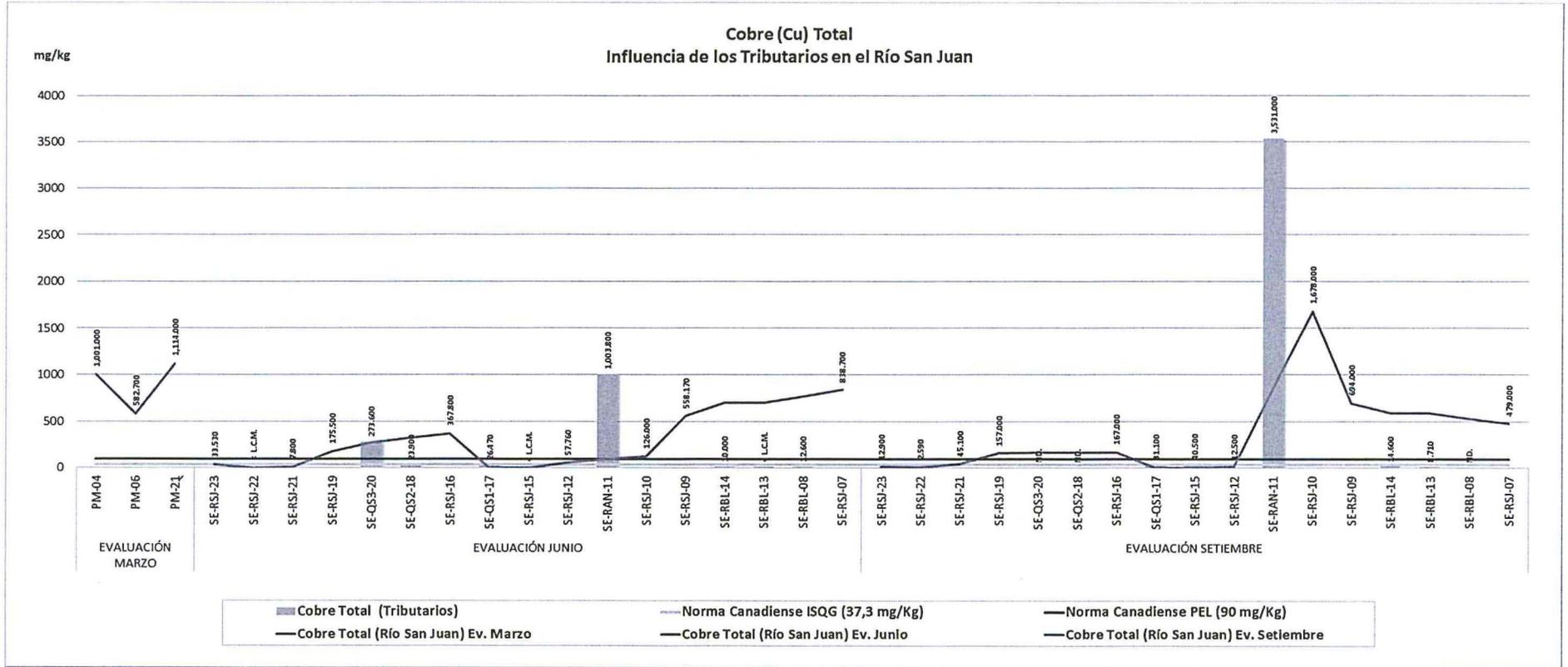
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

227. Durante la evaluación de junio, el río Andacancha (SE-RAN-11) y la quebrada Quiulacocha (SE-QS3-20)<sup>28</sup> presentaron altas concentraciones de cobre total, los cuales elevaron las concentraciones de dicho metal en el río San Juan, aguas debajo de su confluencia. Por otra parte, en el mes de setiembre se registraron altas concentraciones de cobre en el río Andacancha (SE-RAN-11), los cuales elevaron las concentraciones de ese metal en el río San Juan luego de tributar a este. Ver la Gráfica 3-99.

<sup>28</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de cobre (Cu) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-99: Influencia de las concentraciones de Cobre (Cu) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

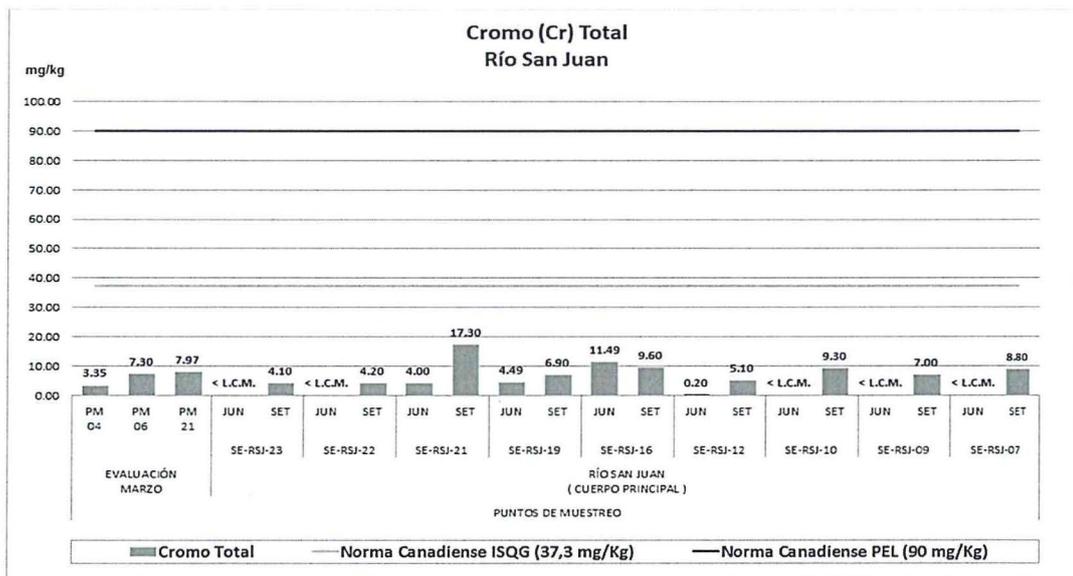


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Cromo (Cr) total**

228. El cromo es un metal tóxico que en aguas residuales se encuentra principalmente en las formas iónicas: trivalente Cr (III) y hexavalente Cr (VI)<sup>29</sup>, dependiendo del pH de la solución, siendo el Cr (VI) el más tóxico y el que tiene mayor movilidad en solución<sup>30</sup>. La contaminación del agua y sedimentos por cromo, generalmente, se debe a los efluentes industriales no tratados, generados por la minería, las industrias de curtiembre, entre otras<sup>31</sup>
229. Las concentraciones de cromo total registradas en todos los puntos de muestreo del río San Juan (río principal) en los meses de marzo, junio y setiembre se encuentran dentro del valor referencial del ISQG (37,3 mg/kg) y PEL (90,0 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG).

**Gráfico 3-100: Resultados de Cromo (Cr) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia

230. Las concentraciones de cromo total registradas en todos los puntos de muestreo tanto en los tributarios como en las lagunas asociadas al río San Juan, de los meses de junio y setiembre se encuentran dentro del valor referencial del ISQG (37,3 mg/kg) y PEL (90,0 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG).

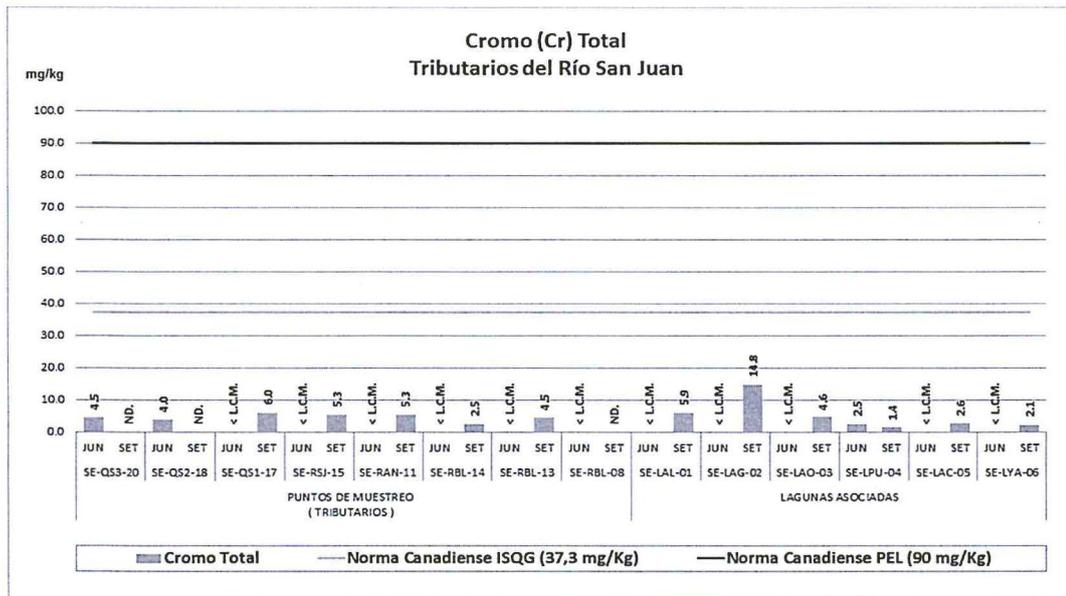
<sup>29</sup> Leyva, R.; Flores, J.; Díaz, P. y Berber, M. Adsorción de cromo (VI) en solución acuosa sobre fibra de carbón activado. Información Tecnológica. 2008, 19, 27-33.

<sup>30</sup> Selvi, K.; Pattabhi, S. y Kadirvelu, K. Removal of Cr(VI) from aqueous solution by adsorption onto activated carbon. Biores. Technol. 2001, 80, 87-89.

<sup>31</sup> Grau, M. "Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana". Mexico: McGraw Hill Interamericana; 2003.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-101: Resultados de Cromo (Cr) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

- 231. Los cuerpos de agua tributarios al río San Juan (río principal) al contener concentraciones muy bajas del metal cromo, estas no afectan la calidad del río principal para este parámetro, sin que superen el valor de referencia de la norma canadiense.
- 232. Por otra parte, en el mes de junio se ve la influencia de las quebradas Quiulacocha (SE-QS3-20) y S/N 2 (SE-QS2-18), aumentando las concentraciones de este metal en el río San Juan aguas debajo de la confluencia, sin que este supere el valor referencial de la norma canadiense. Para el mes de setiembre, se ve la influencia del río Andacancha (SE-RAN-11), aumentando las concentraciones de este metal en el río San Juan aguas debajo de la confluencia, sin que este supere el valor referencial de la norma en mención. Ver Gráfico 3-102.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

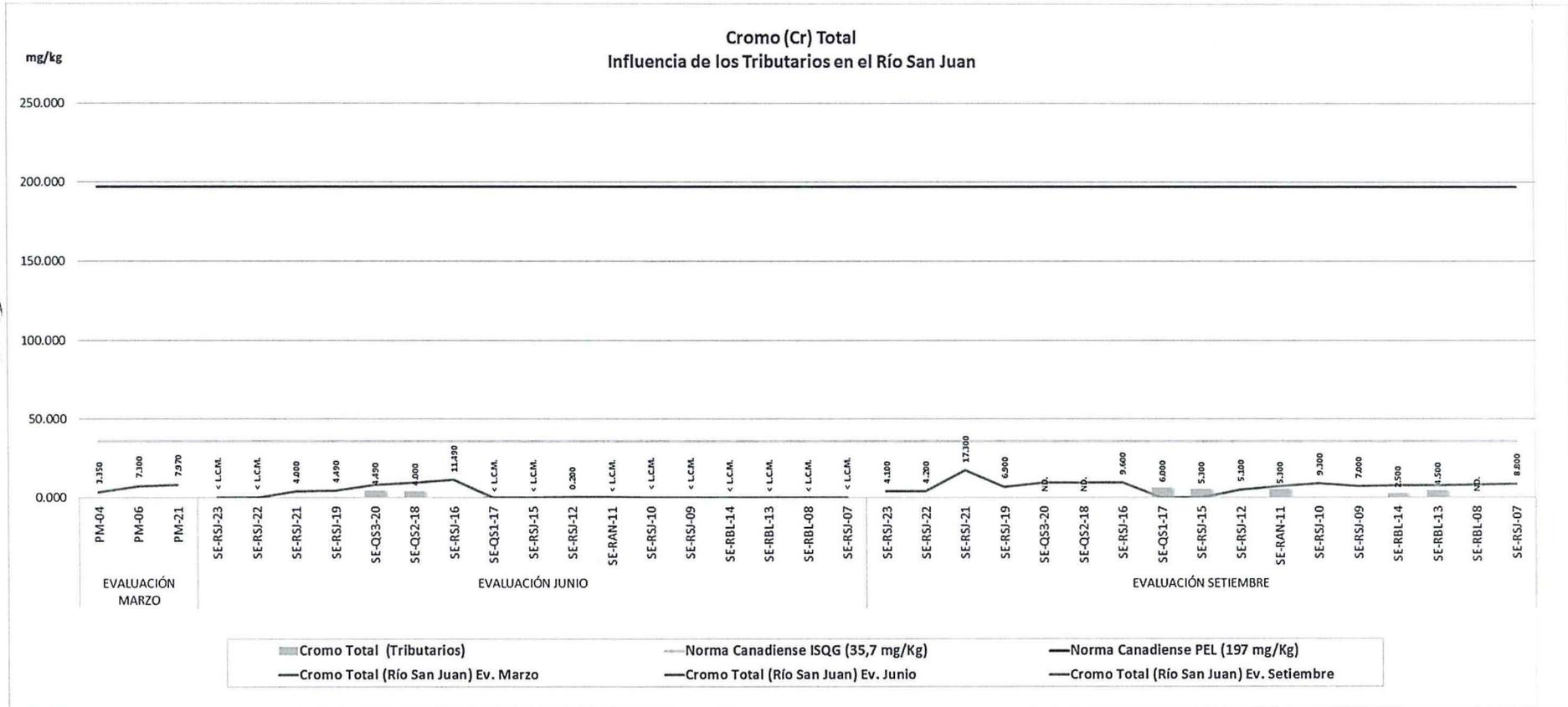
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-102: Influencia de las concentraciones de Cromo (Cr) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

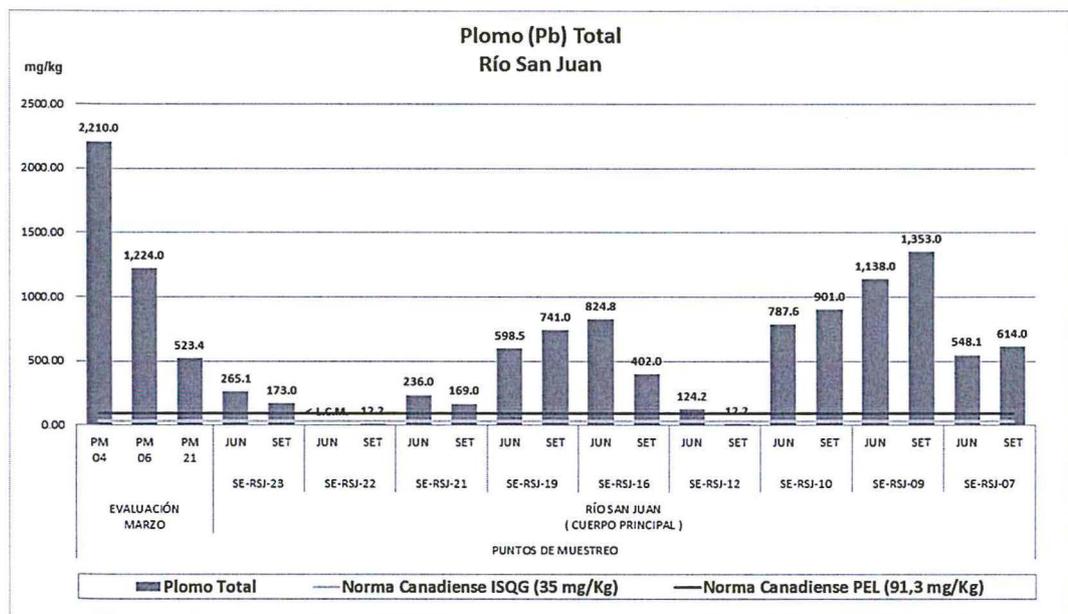


Handwritten signatures and initials in blue ink.

➤ **Plomo (Pb) total**

- 233. El plomo está considerado como el tercer elemento tóxico, se encuentra en el ambiente en forma natural. Sin embargo, la mayoría de los niveles altos que se encuentran en el ambiente se originan de actividades humanas<sup>32</sup>.
- 234. Las concentraciones de plomo total registradas en los tres puntos de muestreo del río San Juan (río principal) en el mes de marzo, superaron el valor referencial del ISQG (35 mg/kg) y del PEL (91,3 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG).
- 235. Las concentraciones de plomo registrados en los puntos de muestreo SE-RSJ-23, SE-RSJ-21, SE-RSJ-19, SE-RSJ-16, SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron el valor referencial del ISQG y del PEL del de la norma de Canadá, en los meses de junio y setiembre. Y el punto SE-RSJ-12 solamente superó el valor referencial del ISQG en el mes de junio.

**Gráfico 3-103: Resultados de Plomo (Pb) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



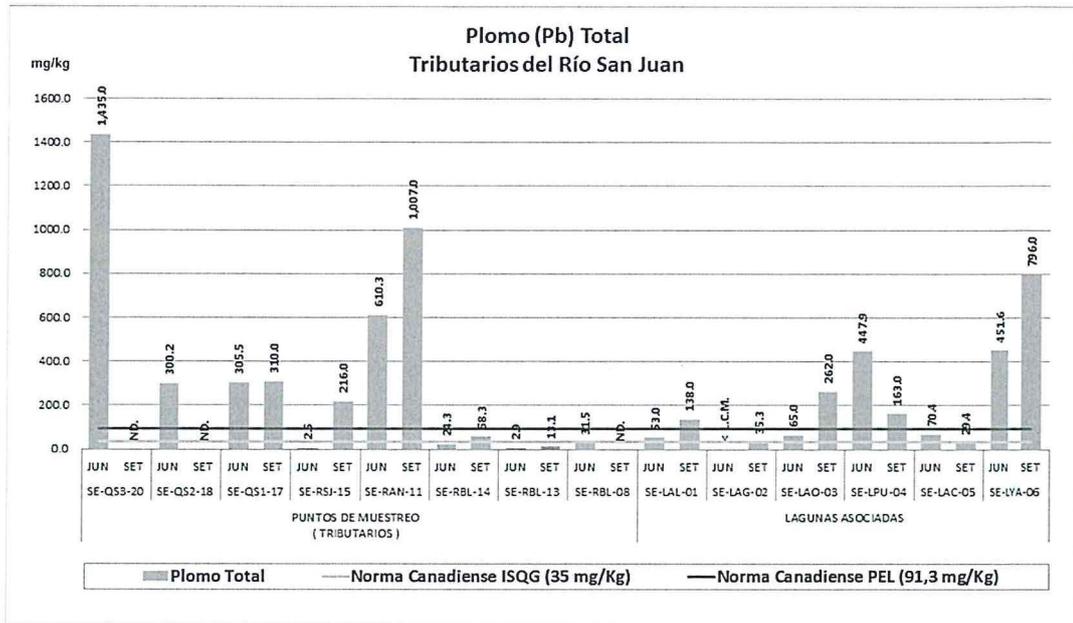
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia.

- 236. Las concentraciones de plomo total registradas en los puntos de muestreo SE-QS3-20, SE-QS2-18, SE-QS1-17 y SE-RAN-11 ubicados en los cuerpos de agua tributarios al río San Juan del mes de junio, superaron el valor referencial del ISQG (35 mg/kg) y del PEL (91,3 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de setiembre los puntos SE-QS1-17, SE-RSJ-15 y SE-RAN-11, superaron el valor referencial del ISQG y del PEL; y el punto SE-RBL-14 superó el valor referencial del ISQG.
- 237. Por otro parte, los puntos de muestreo SE-LAL-01, SE-LAO-03 y SE-LAC-05 correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de plomo que superaron el valor referencial del ISQG en el mes de junio; y los puntos SE-LPU-04 y SE-LYA-06 superaron el valor referencial del SQG (35 mg/kg) y PEL (91,3 mg/kg). Para el mes de setiembre, el

<sup>32</sup> Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (2010). Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe, pág. 57-60.

punto SE-LAG-02 presentó concentraciones de plomo que superaron referencialmente los valores del ISQG; y los puntos SE-LAL-01, SE-LAO-03, SE-LPU-04 y SE-LYA-06 superaron referencialmente los valores del ISQG y PEL.

**Gráfico 3-104: Resultados de Plomo (Pb) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan,**



2015.

L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.

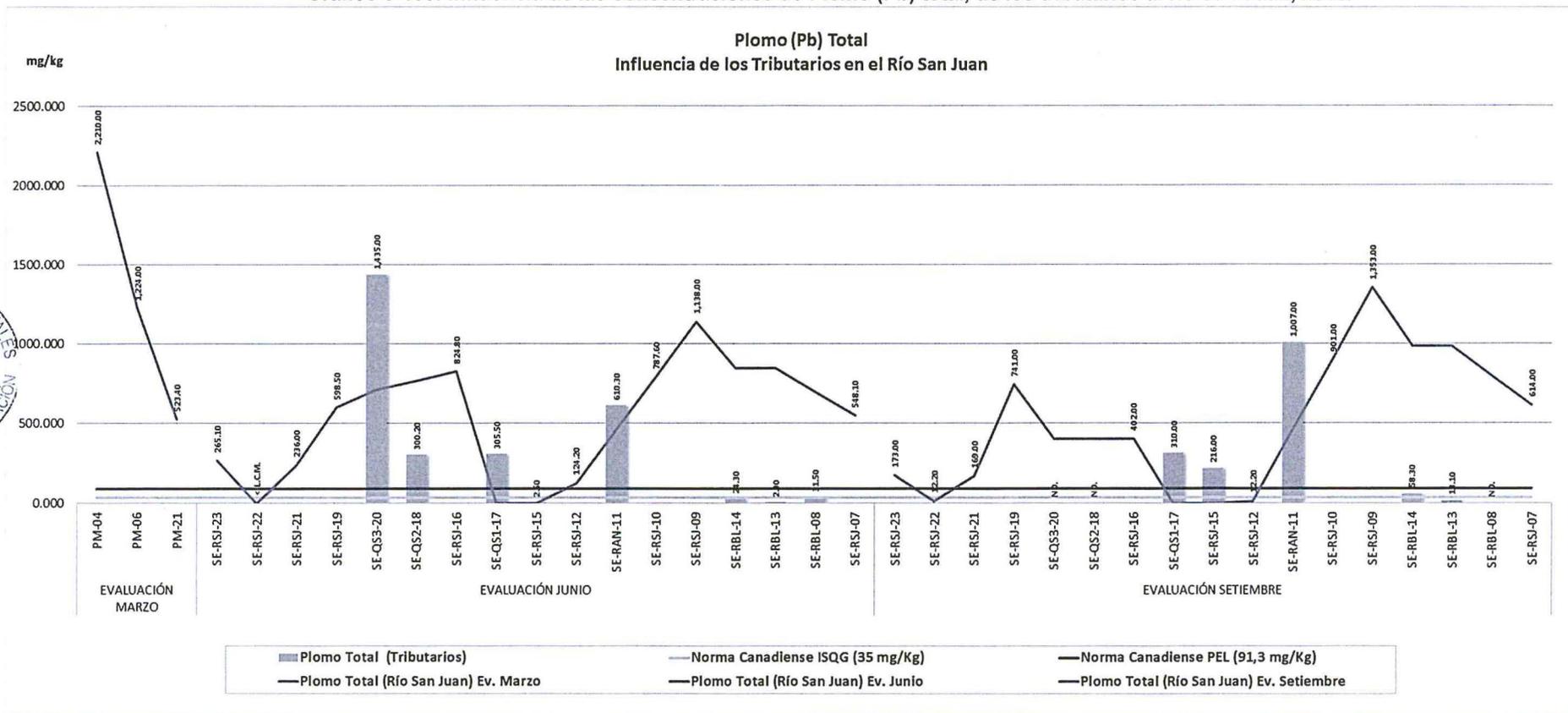
Fuente: Elaboración Propia

238. Por otra parte, en el mes de junio se ve la influencia de las quebradas Quiulacocho (SE-QS3-20)<sup>33</sup>, S/N 2 (SE-QS2-18) y el río Andacancha (SE-RAN-11), aumentando las concentraciones de plomo en el río San Juan aguas debajo de la confluencia, superando el valor referencial de la norma canadiense. Para el mes de setiembre, se aprecia la influencia del río Andacancha (SE-RAN-11), aumentando las concentraciones de este metal en el río San Juan aguas abajo de la confluencia, superando el valor referencial de la norma en mención. Ver Gráfico 3-105.

<sup>33</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocho), concentraciones de plomo (Pb) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-105: Influencia de las concentraciones de Plomo (Pb) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.

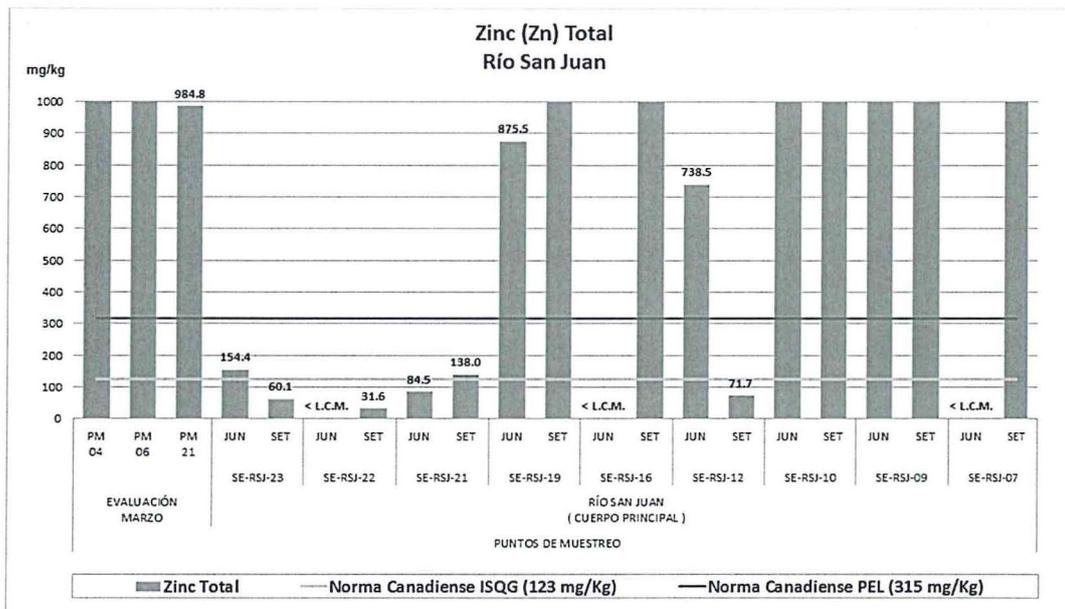


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Zinc (Zn) total**

239. Las concentraciones de zinc total registradas en los tres puntos de muestreo del río San Juan (río principal) del mes de marzo, superaron el valor referencial del ISQG (123 mg/kg) y del PEL (315 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG).
240. Para el mes de junio, las concentraciones de zinc registrados en los puntos de muestreo SE-RSJ-19, SE-RSJ-12, SE-RSJ-10 y SE-RSJ-09 superaron el valor referencial del ISQG y del PEL; y el punto SE-RSJ-23 superó el valor referencial del ISQG. Para el mes de setiembre, las concentraciones de zinc registrados en los puntos de muestreo SE-RSJ-19, SE-RSJ-16, SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron el valor referencial del ISQG y del PEL; y el punto SE-RSJ-21 solo superó el valor referencial del ISQG.

**Gráfico 3-106: Resultados de Zinc (Zn) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



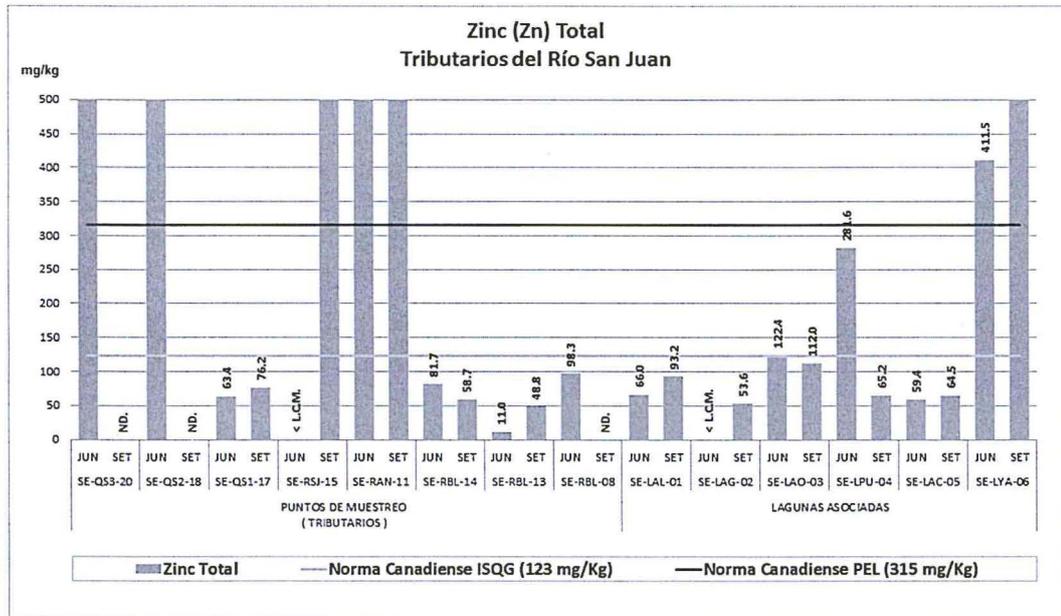
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

241. Las concentraciones de zinc total registradas en los puntos de muestreo SE-QS3-20, SE-QS2-18 y SE-RAN-11 ubicados en los cuerpos de agua tributarios al río San Juan del mes de junio, superaron el valor referencial del ISQG (123 mg/kg) y del PEL (315 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG). Para el mes de setiembre, los puntos SE-RSJ-15 y SE-RAN-11, superaron el valor referencial del ISQG y del PEL de dicha norma internacional.
242. Por otro parte, los puntos de muestreo correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, en el punto SE-LYA-06 se registró concentraciones de zinc que superaron el valor referencial del ISQG y PEL en los meses de junio y setiembre. El punto SE-LPU-04 presentó concentraciones de zinc que superaron referencialmente los valores del ISQG solamente en el mes de junio.



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

**Gráfico 3-107: Resultados de Zinc (Zn) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

*Handwritten signatures in blue ink.*

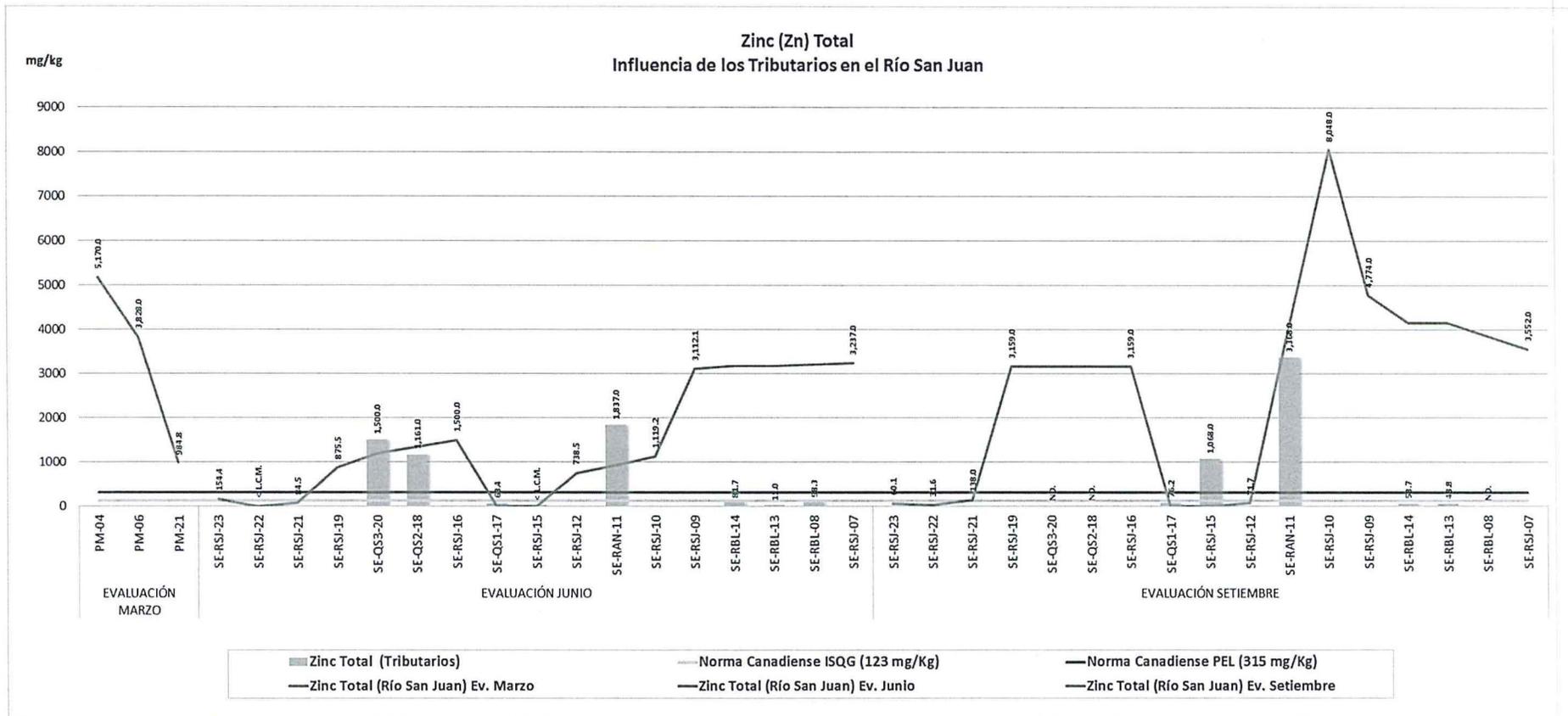
243. En el mes de junio se ve la influencia de las quebradas Quiulacocha (SE-QS3-20)<sup>34</sup>, S/N 2 (SE-QS2-18) y el río Andacancha (SE-RAN-11), aumentando las concentraciones de zinc en el río San Juan aguas debajo de su confluencia, superando el valor referencial de la norma canadiense. Para el mes de setiembre, se aprecia la influencia del río Andacancha (SE-RAN-11), aumentando las concentraciones de este metal en el río San Juan aguas abajo de su confluencia, superando el valor referencial de la norma en mención. Ver Gráfico 3-108.

<sup>34</sup>

La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de zinc (Zn) total similares a los registrados en el presente informe técnico.



Gráfico 3-108: Influencia de las concentraciones de Zinc (Zn) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.

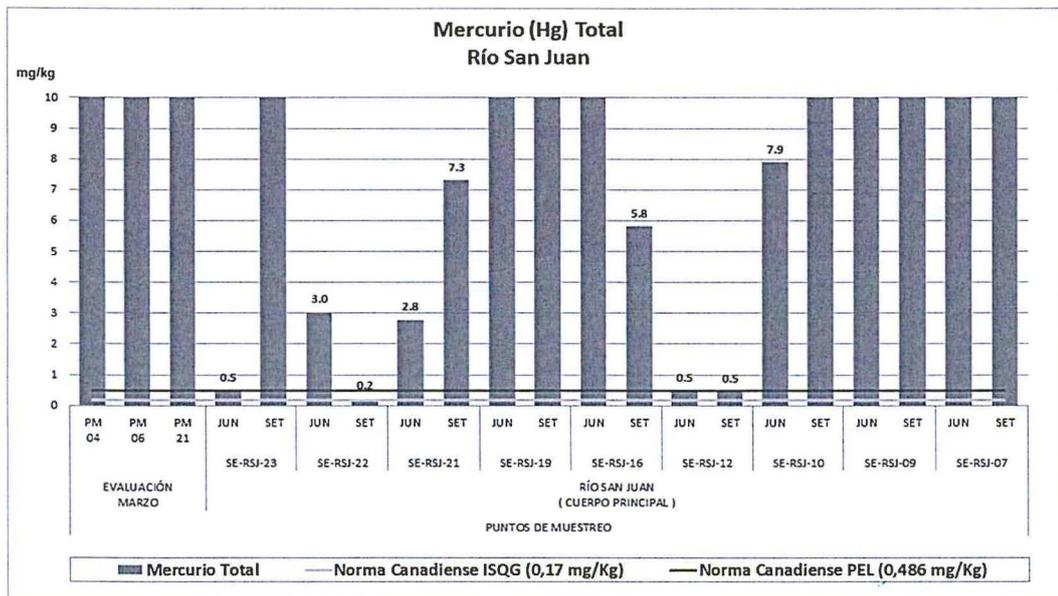


L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Mercurio (Hg) total**

- 244. El mercurio es un metal natural ampliamente distribuido en el ambiente como resultado de la degradación normal de minerales en rocas y en el suelo a consecuencia de la exposición al viento y al agua y de la actividad volcánica. Sin embargo; actualmente las actividades antropogénicas han producido liberación adicional de mercurio al ambiente, especialmente la minería y el uso de combustibles fósiles<sup>35</sup>.
- 245. Las concentraciones de mercurio total registradas en los tres puntos de muestreo del río San Juan (río principal) del mes de marzo, superaron el valor referencial del ISQG (0,17 mg/kg) y del PEL (0,486 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG).
- 246. Para el mes de junio, las concentraciones de mercurio registrados en el río San Juan en los puntos de muestreo: SE-RSJ-23, SE-RSJ-22, SE-RSJ-21, SE-RSJ-19, SE-RSJ-16, SE-RSJ-12, SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron el valor referencial del ISQG y del PEL. Para el mes de setiembre, las concentraciones de mercurio registrados en el río San Juan de los puntos de muestreo: SE-RSJ-23, SE-RSJ-21, SE-RSJ-19, SE-RSJ-16, SE-RSJ-12, SE-RSJ-10, SE-RSJ-09 y SE-RSJ-07 superaron el valor referencial del ISQG y del PEL; y el punto SE-RSJ-22 solo superó el valor referencial del ISQG.

**Gráfico 3-109: Resultados de Mercurio (Hg) total para los puntos de muestreo en el río San Juan, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
Fuente: Elaboración Propia.

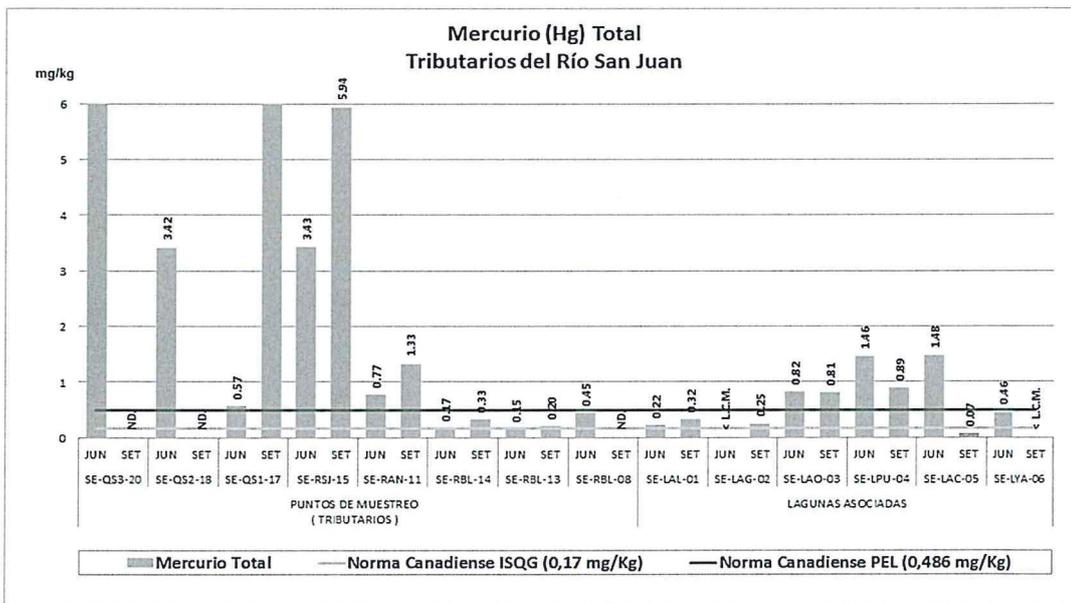
- 247. Las concentraciones de mercurio total registradas en los puntos de muestreo SE-QS3-20, SE-QS2-18, SE-QS1-17, SE-RSJ-15 y SE-RAN-11 ubicados en los cuerpos de agua tributarios al río San Juan del mes de junio, superaron el valor referencial del ISQG (0,17 mg/kg) y del PEL (0,486 mg/kg) del de la norma de Canadá (CEQG); y el punto SE-RBL-18 superó el valor referencial del ISQG (0,17 mg/kg). Para el mes de setiembre, las concentraciones de mercurio registradas en

<sup>35</sup> Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2004. Reseña Toxicológica el Mercurio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_ph46.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_ph46.pdf)

los puntos de muestreo SE-QS1-17, SE-RSJ-15 y SE-RAN-11 ubicados en los cuerpos de agua tributarios al río San Juan, superaron el valor referencial del ISQG y del PEL; y los puntos SE-RBL-14 y SE-RBL-13 superaron el valor referencial del ISQG.

248. Por otro parte, los puntos de muestreo SE-LAL-01 y SE-LYA-06 correspondientes a las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de mercurio que superaron el valor referencial del ISQG en el mes de junio; y los puntos SE-LAO-03, SE-LPU-04 y SE-LAC-05 superaron el valor referencial del SQG (0,17 mg/kg) y PEL (0,486 mg/kg). Para el mes de setiembre, los puntos SE-LAL-01 y SE-LAG-02 presentaron concentraciones de mercurio que superaron referencialmente los valores del ISQG; y los puntos SE-LAO-03 y SE-LPU-04 superaron referencialmente los valores del ISQG y PEL.

**Gráfico 3-110: Resultados de Mercurio (Hg) total para los puntos de muestreo en aguas de los tributarios y lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



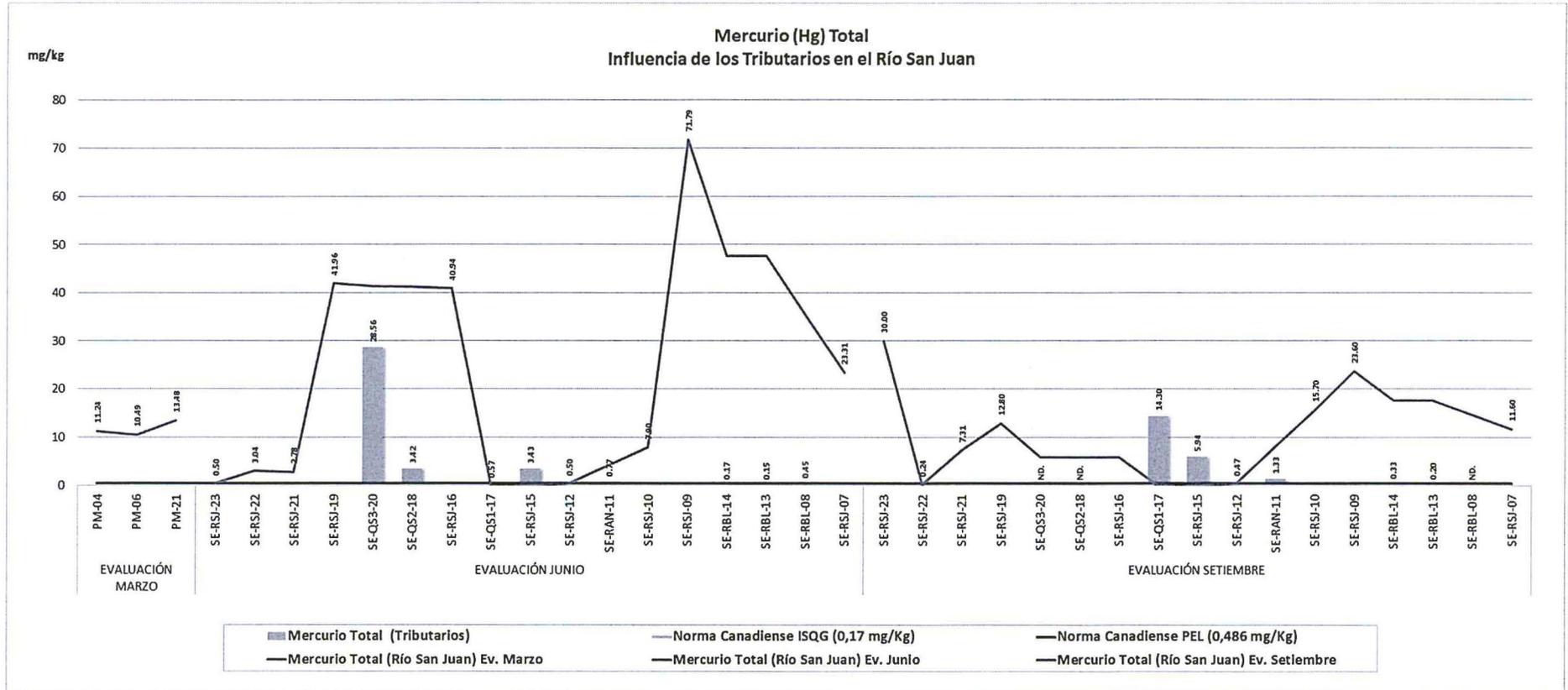
L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

249. En el mes de junio se ve la influencia de las quebradas Quiulacocha (SE-QS3-20)<sup>36</sup> y S/N 2 (SE-QS2-18), hacen que las concentraciones de mercurio se mantengan en el río San Juan aguas abajo de su confluencia, superando el valor referencial de la norma canadiense. Para el mes de setiembre, se ha registrado altas concentraciones de mercurio en las quebradas S/N 1 (SE-QS1-17) y S/N 3 (SE-RSJ-15), los cuales no afectaron la calidad del río San Juan aguas abajo de su confluencia para este parámetro. Ver Gráfico 3-111.

<sup>36</sup> La Autoridad Nacional del Agua – ANA, mediante informe técnico N° 014-2014-ANA-DGCRH-VIG, reportó en el río Ragra (Quebrada Quiulacocha), concentraciones de mercurio (Hg) total similares a los registrados en el presente informe técnico.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-111: Influencia de las concentraciones de Mercurio (Hg) total, de los tributarios al río San Juan, 2015.



L.C.M.: Menor al limite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 ND: No determinado, por factores de cauce seco para el caso de la evaluación del mes de setiembre.  
 Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3 Hidrobiología

#### 3.3.1 Léntico

##### Fitoplancton

##### Composición y riqueza de especies

250. En total se registraron 49 especies distribuidas en los siguientes phyla: Bacillariophyta (27), Charophyta (4), Chlorophyta (11), Cyanobacteria (6) y Euglenozoa (1). Ver Tabla 3-11.

**Tabla 3-11: Riqueza de especies de fitoplancton de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015**

PHYLUM	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	27
CHAROPHYTA	4
CHLOROPHYTA	11
CYANOBACTERIA	6
EUGLENOZOA	1
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>

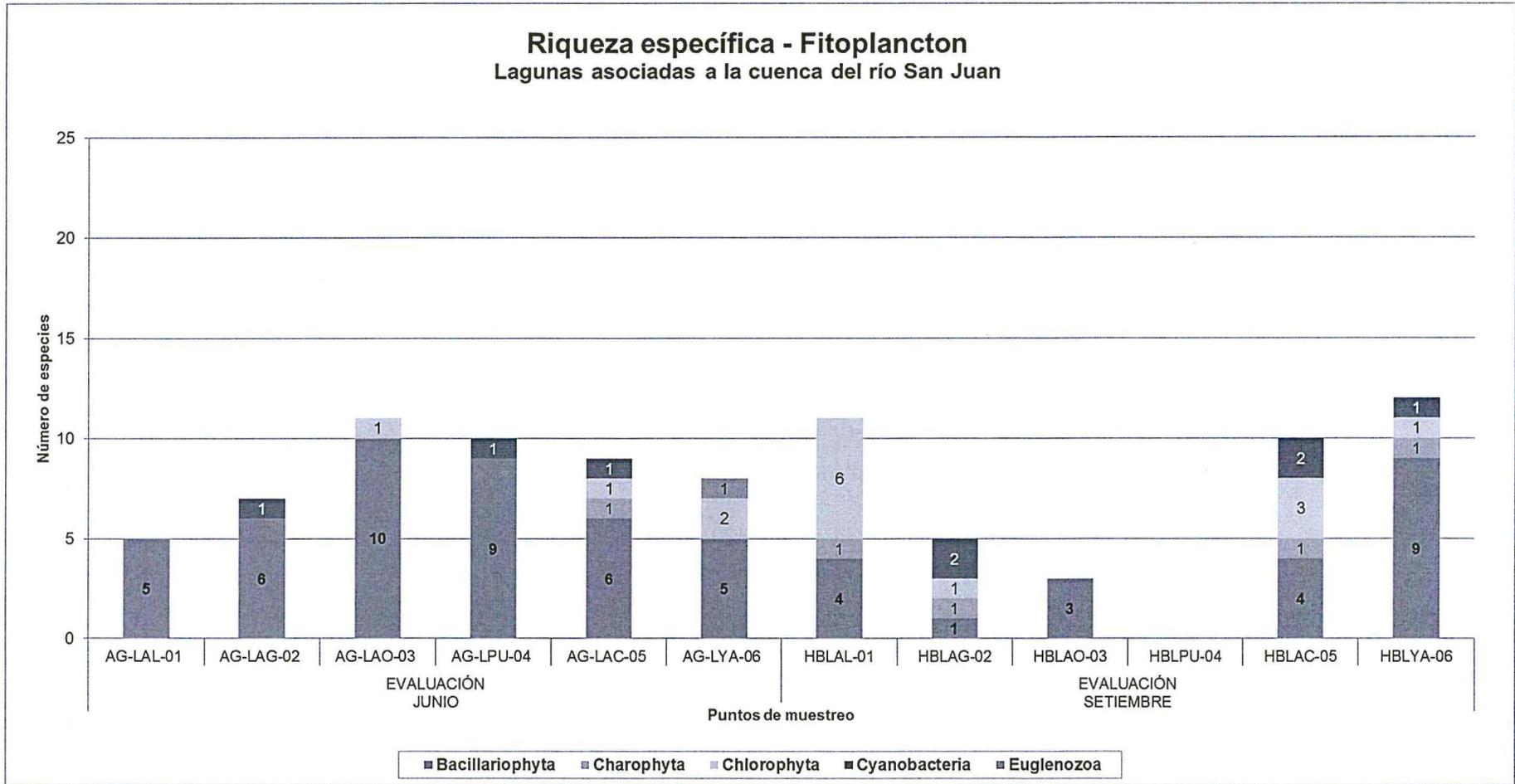
Fuente: Elaboración Propia

251. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de junio registraron valores de riqueza mayor a cinco (5) especies y en setiembre se registraron los valores más bajos (HBLPU-04, con cero especies), ver Gráfico 3-112.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-112: Riqueza específica de los phyla de fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures in blue ink.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Abundancia (densidad)**

252. Se registraron en total 4 775 organismos/mL (Tabla 3-12). La mayor abundancia la presentó las diatomeas (Bacillariophyta, 61,61%), seguida de las clorofitas (Chlorophyta, 21,47%), cianobacterias (Cyanobacteria, 15,18%), carofitas (Charophyta, 1,70%) y euglenozoos (Euglenozoa, 0.04%), ver Gráfico 3-113.

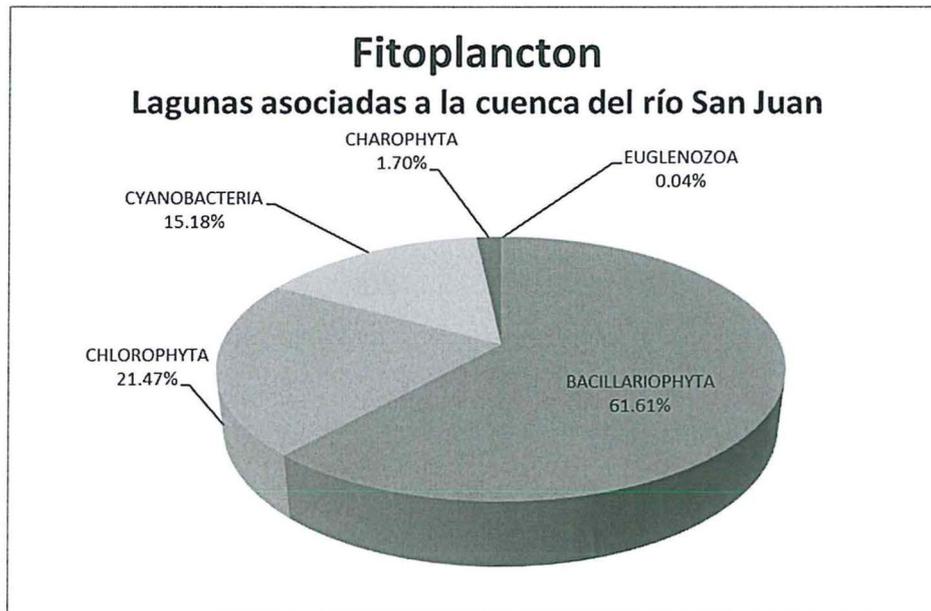
**Tabla 3-12: Abundancia total de los phyla de fitoplancton (organismos/mL) de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015.**

PHYLUM	EPOCA SECA
BACILLARIOPHYTA	2 942
CHAROPHYTA	81
CHLOROPHYTA	1 025
CYANOBACTERIA	725
EUGLENOZOA	2
<b>TOTAL</b>	<b>4775</b>

Fuente: Elaboración Propia



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

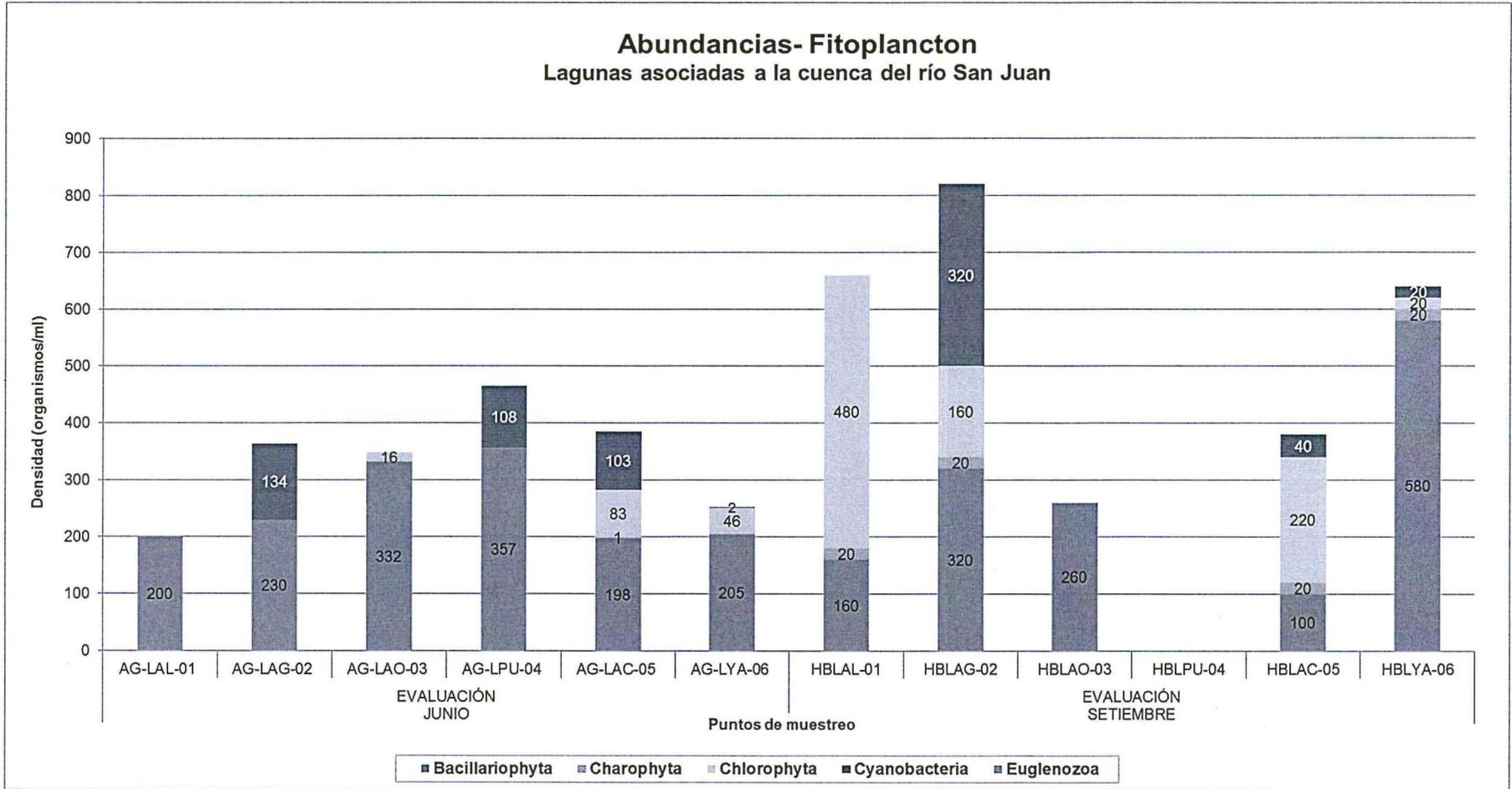


**Gráfico 3-113: Abundancias relativas de los phyla de fitoplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

253. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de setiembre registraron los valores de abundancia más altos (particularmente HBLAG-02 con 820 organismos/mL) y los del mes de junio registraron valores menores (desde 200 a 465 organismos/mL), ver Gráfico 3-114.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-114: Abundancias de los phyla de fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures in blue ink.

### Índices de Diversidad

254. En la evaluación del mes de junio, la diversidad fue relativamente alta, con un promedio de  $H'=2,71$ ; y en el mes de setiembre se registró el promedio de diversidad más bajo con  $H'=1,86$ . Los valores de dominancia y diversidad verdadera también fueron altos en junio, y bajos en setiembre; es decir, el fitoplancton tuvo mayor diversidad y menor dominancia en junio que en setiembre. Ver Tabla 3-13.

**Tabla 3-13: Índices de diversidad del fitoplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACIÓN	PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2
JUNIO	AG-LAL-01	2,19	0,76	4,56	4,24
	AG-LAG-02	2,52	0,79	5,72	4,71
	AG-LAO-03	3,09	0,86	8,53	7,27
	AG-LPU-04	3,06	0,86	8,32	7,27
	AG-LAC-05	2,72	0,83	6,59	5,72
	AG-LYA-06	2,71	0,83	6,52	5,97
SETIEMBRE	HBLAL-01	2,92	0,82	7,58	5,64
	HBLAG-02	1,78	0,67	3,44	3,07
	HBLAO-03	0,77	0,27	1,71	1,37
	HBLPU-04	0,00		1,00	
	HBLAC-05	2,77	0,78	6,84	4,57
	HBLYA-06	2,89	0,79	7,40	4,79

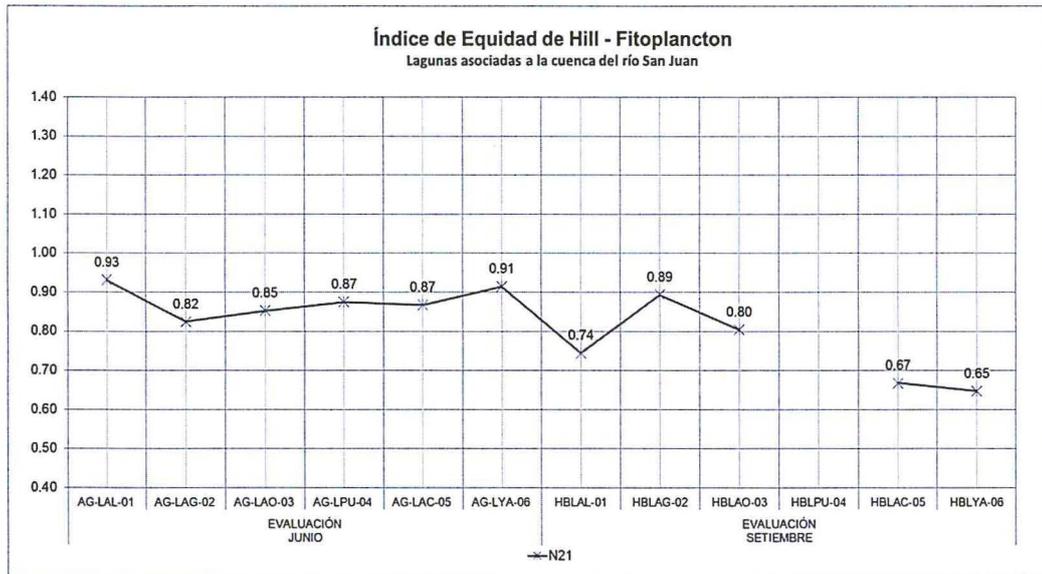
Fuente: Elaboración Propia

255. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en setiembre y más uniformes en junio; esto indicaría que el fitoplancton del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en setiembre. Ver Gráfico 3-115.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-115: Índice de Equidad de Hill del fitoplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Análisis estadístico**



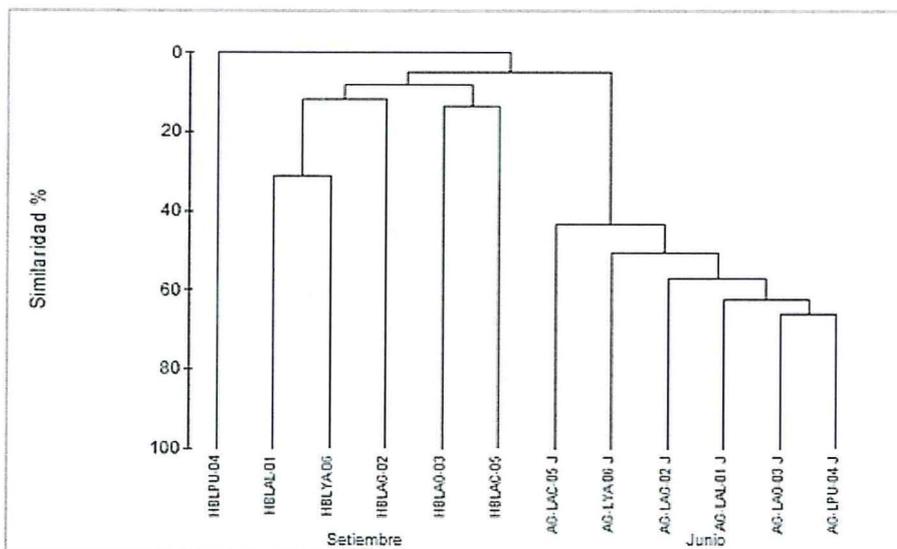
256. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.

257. Se realizó un análisis de similaridad de Bray-Curtis, con transformación de datos  $\log(x+1)$ , a la matriz de fitoplancton de las dos evaluaciones, y se obtuvo un diagrama CLUSTER (Ver Gráfico 3-116). Se observó que las dos evaluaciones se diferenciaron significativamente ( $R=0,826$ , con nivel de significancia del 0,1%); con el punto de muestreo HBLPU-04 fuera del agrupamiento debido a que no registró especies.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-116: Cluster de similaridad de Bray-Curtis del fitoplancton por punto de muestreo de los tres meses de evaluación de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

258. Al realizar un análisis de disimilitud (SIMPER) entre los meses de evaluación, se obtuvo un promedio de disimilitud de 95,25%, debido a las diatomeas *Nitzschia*, *Cymbella*, *Rhoicosphenia* y *Achnanthes* presentes solo en junio; y a *Cymbella cistula* presente en setiembre, ver Tabla 3-14.

**Tabla 3-14: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad del fitoplancton de los meses evaluados de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

Junio & Setiembre	Promedio de disimilitud = 95,25%			
	Junio	Setiembre	Contrib%	Acum%
Especies	Prom.Abund	Prom.Abund	Contrib%	Acum%
<i>Nitzschia sp.</i>	46,83	0,00	7,23	7,23
<i>Cymbella sp.</i>	34,00	0,00	5,93	13,16
<i>Rhoicosphenia sp.</i>	32,17	0,00	5,58	18,74
<i>Cymbella cistula</i>	0,00	100,00	5,57	24,31
<i>Navicula sp.</i>	29,67	8,00	4,95	29,26
<i>Achnanthes sp.</i>	39,00	0,00	4,77	34,03
<i>Fragilaria sp.</i>	24,83	32,00	4,45	38,48

Fuente: Elaboración Propia

**Zooplankton**

**Composición y riqueza de especies**

259. En total se registraron 19 especies o táxones distribuidas en los siguientes phyla: Arthropoda (9), Lobosa (2), Nemata (1), Ostracoda (1) y Rotifera (6), ver Tabla 3-15.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 3-15: Riqueza de especies de zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

PHYLUM	TOTAL
ARTHROPODA	9
LOBOSA	2
NEMATA	1
OSTRACODA	1
ROTIFERA	6
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>

Fuente: Elaboración Propia

260. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de junio registraron los valores de riqueza más bajos (menor a 2 especies), ver Gráfico 3-117.

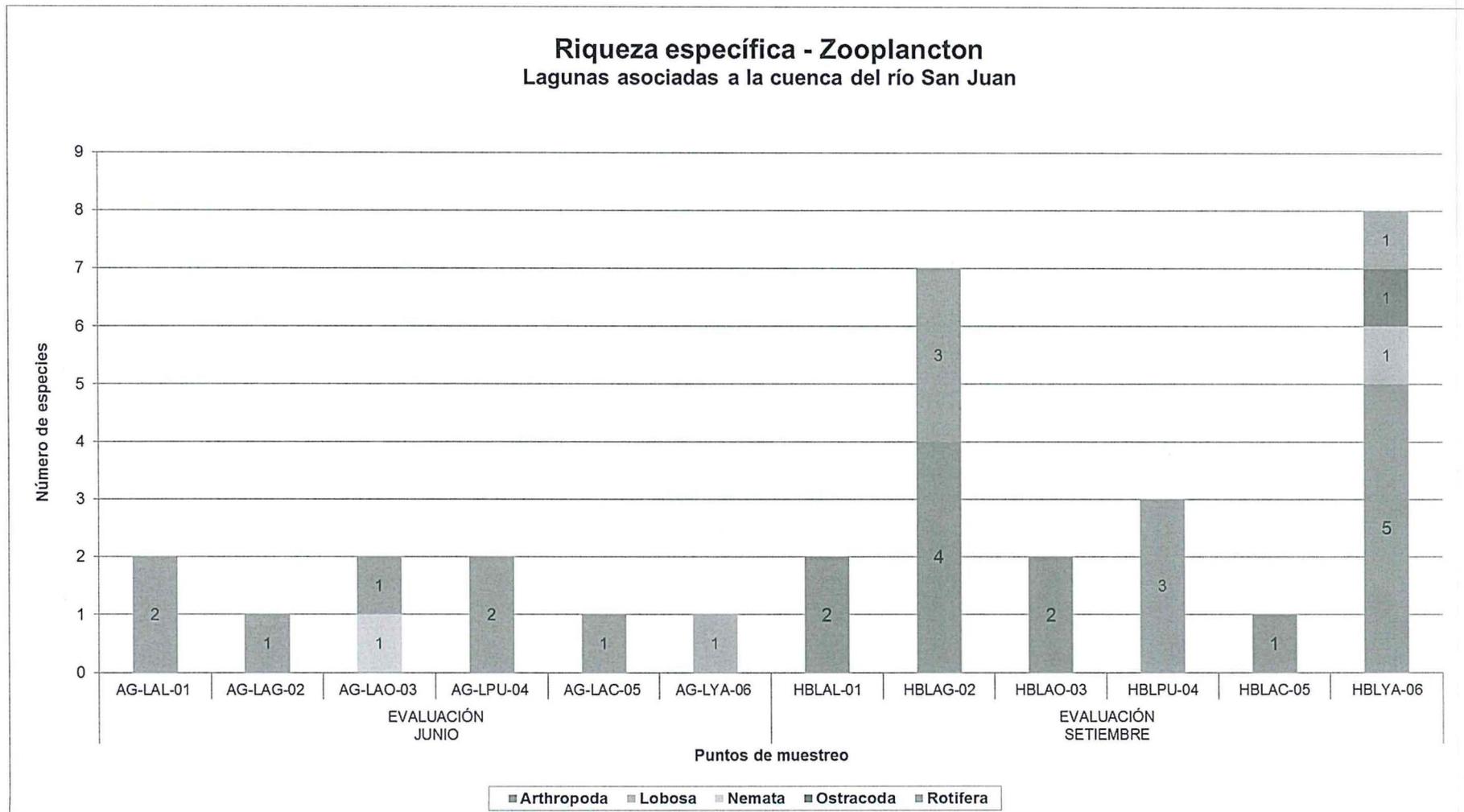


SB  
H  
G  
ca



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-117: Riqueza específica de los phyla de zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures and initials in blue ink

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Abundancia relativa**

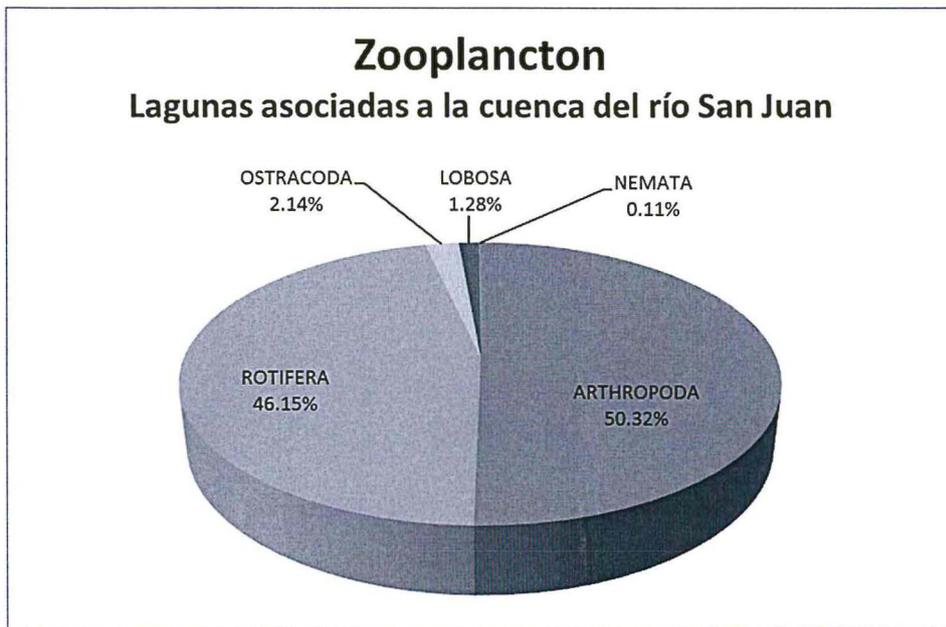
261. En la Tabla 3-16 se presentan los valores de abundancia relativa para cada phylum del zooplancton. Los copépodos y cladóceros (Arthropoda, 50,32%) fueron el grupo dominante, seguido de rotíferos (Rotifera, 46,15%), ver Gráfico 3-118.

**Tabla 3-16: Abundancia total de los phyla de zooplancton (organismos/mL) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

PHYLUM	ABUNDANCIA RELATIVA %
ARTHROPODA	50,32
LOBOSA	2,14
NEMATA	0,11
OSTRACODA	1,28
ROTIFERA	46,15

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3-118: Abundancias relativas de los phyla de zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



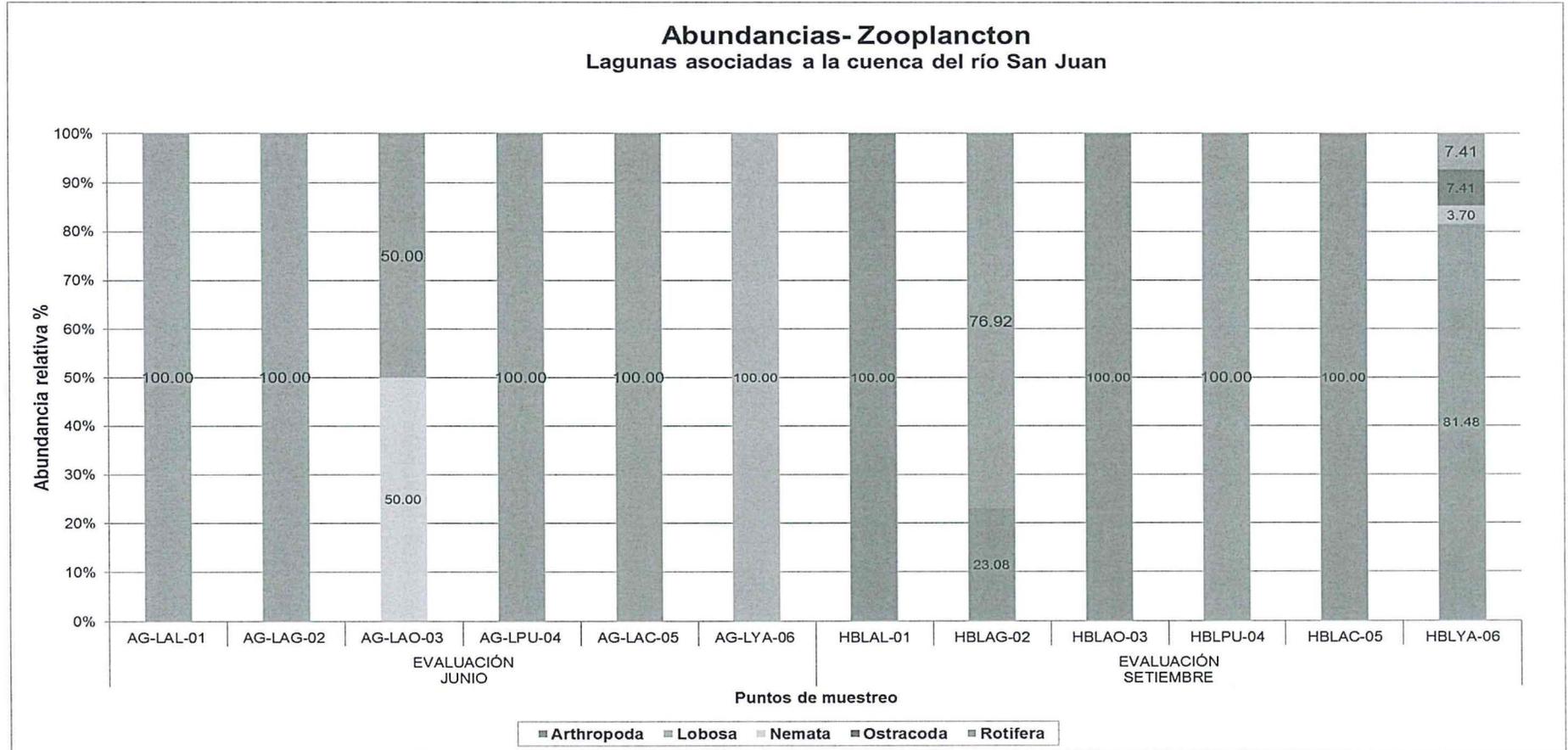
Fuente: Elaboración Propia.

262. Los rotíferos dominaron en los puntos de muestreo evaluados en el mes de junio, y los artropodos (cladóceros y copépodos) en el mes de setiembre; además, el punto de muestreo HBLYA-06 (setiembre) se registró más phyla que en el resto de puntos. Ver Gráfico 3-119.



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

Gráfico 3-119: Abundancias de los phyla de zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015



Handwritten signatures in blue ink.

Fuente: Elaboración Propia

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Índices de Diversidad**

263. En la evaluación de setiembre, la diversidad fue mayor con un promedio de  $H'=1,07$ , que, en el mes de junio, con un promedio de  $H'=0,49$ . Los valores de dominancia y diversidad verdadera también fueron altos en setiembre, y bajos en junio; es decir, el zooplancton tuvo mayor diversidad y menor dominancia en setiembre que en junio. Ver Tabla 3-17.

**Tabla 3-17: Índices de diversidad del zooplancton de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2
JUNIO	AG-LAL-01	0,92	0,44	1,89	1,80
	AG-LAG-02	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-LAO-03	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-LPU-04	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-LAC-05	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-LYA-06	0,00	0,00	1,00	1,00
SETIEMBRE	HBLAL-01	0,81	0,38	1,75	1,60
	HBLAG-02	1,32	0,43	2,49	1,77
	HBLAO-03	0,54	0,22	1,46	1,28
	HBLPU-04	1,58	0,67	3,00	3,00
	HBLAC-05	0,00	0,00	1,00	1,00
	HBLYA-06	2,19	0,66	4,55	2,93

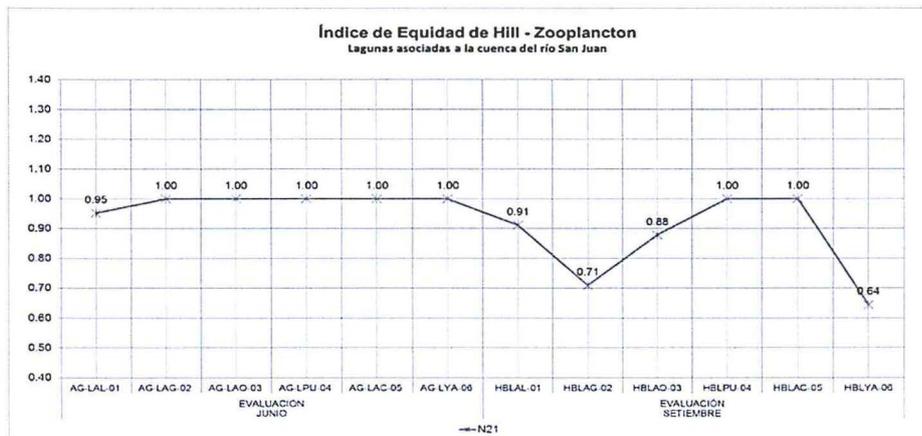
Fuente: Elaboración Propia



Handwritten signatures in blue ink.

264. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en la evaluación de setiembre y más uniformes en junio (mayor equidad); esto indicaría que el zooplancton del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en setiembre. Sin embargo, hay que considerar que este patrón se debió a que en este mes se registraron pocas especies (1 o 2) con bajas abundancias y, en cambio, en setiembre se registraron mayor número de especies y abundancias que hizo variar la equidad dentro de cada punto de muestreo, ver Gráfico 3-120.

**Gráfico 3-120: Índice de Equidad de Hill del zooplancton por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

### Análisis estadístico

265. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.
266. No se realizó el análisis estadístico debido a que los resultados de setiembre fueron expresados en organismos/mL y la evaluación de junio en organismos/L, además de haber tenido diferente metodología de colecta, por lo que no son estadísticamente comparables.

### Macroinvertebrados Bentónicos

#### Composición y riqueza de especies

267. En total se registraron 18 especies o táxones distribuidos en los siguientes órdenes y clases: Amphipoda (1), Basommatophora (2), Bivalvia (1), Coleoptera (4), Diptera (4), Hemiptera (2), Hirudinea (1), Neophora (1), Oligochaeta (1) y Plecoptera (1). Ver Tabla 3-18.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 3-18: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	TOTAL
AMPHIPODA	1
BASOMMATOPHORA	2
BIVALVIA	1
COLEOPTERA	4
DIPTERA	4
HEMIPTERA	2
HIRUDINEA	1
NEOOPHORA	1
OLIGOCHAETA	1
PLECOPTERA	1
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Fuente: Elaboración Propia

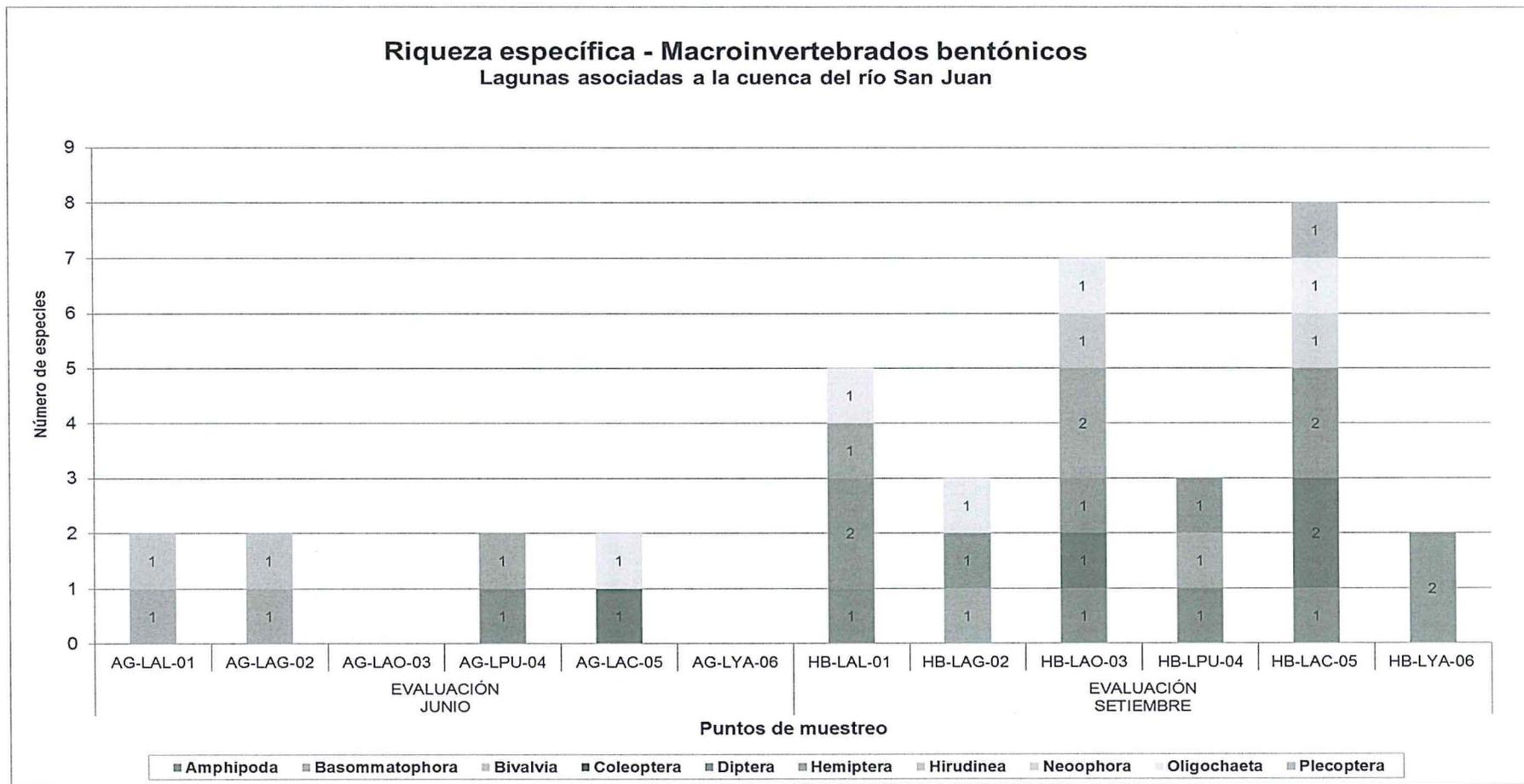
268. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de junio registraron los valores de riqueza de especies más bajos (máximo 2 especies) y la evaluación del mes de setiembre registró los valores más altos (HB-LAC-05 con 8 especies). Ver Gráfico 3-121.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'S' at the top and several vertical initials below it.



Gráfico 3-121: Riqueza específica de las clases de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Abundancia (densidad)**

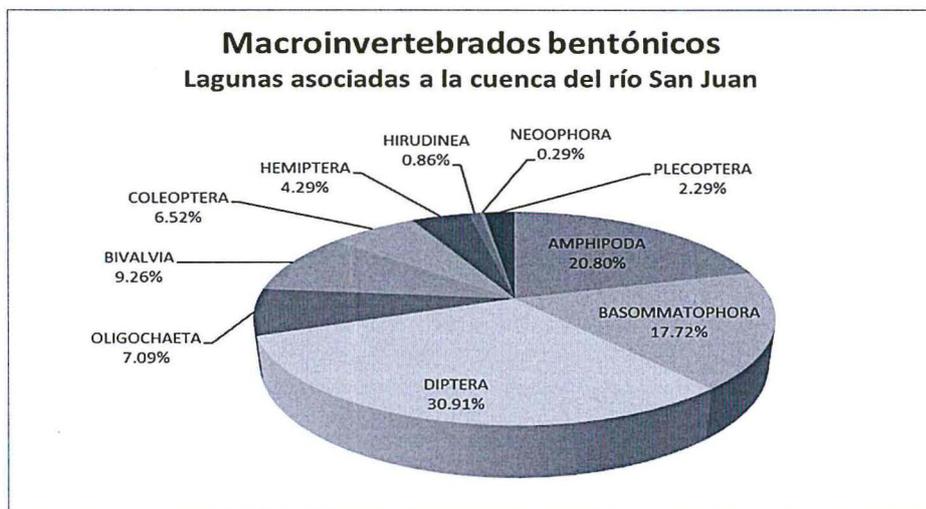
269. Se registraron en total 1296 organismos/m<sup>2</sup> (Tabla 3-19). La mayor abundancia la presentó larvas del orden Diptera (30,91%), seguidos de anfípodos (Amphipoda, 20,80%), caracoles (Basommatophora, 17,72%) y demás órdenes y clases no determinadas, con menos del 10%. Ver Gráfico 3-122.

**Tabla 3-19: Abundancia total de las Clases de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m<sup>2</sup>) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	TOTAL
AMPHIPODA	270
BASOMMATOPHORA	230
BIVALVIA	120
COLEOPTERA	84
DIPTERA	401
HEMIPTERA	56
HIRUDINEA	11
NEOOPHORA	4
OLIGOCHAETA	92
PLECOPTERA	30
<b>TOTAL</b>	<b>1 296</b>

Fuente: Elaboración Propia.

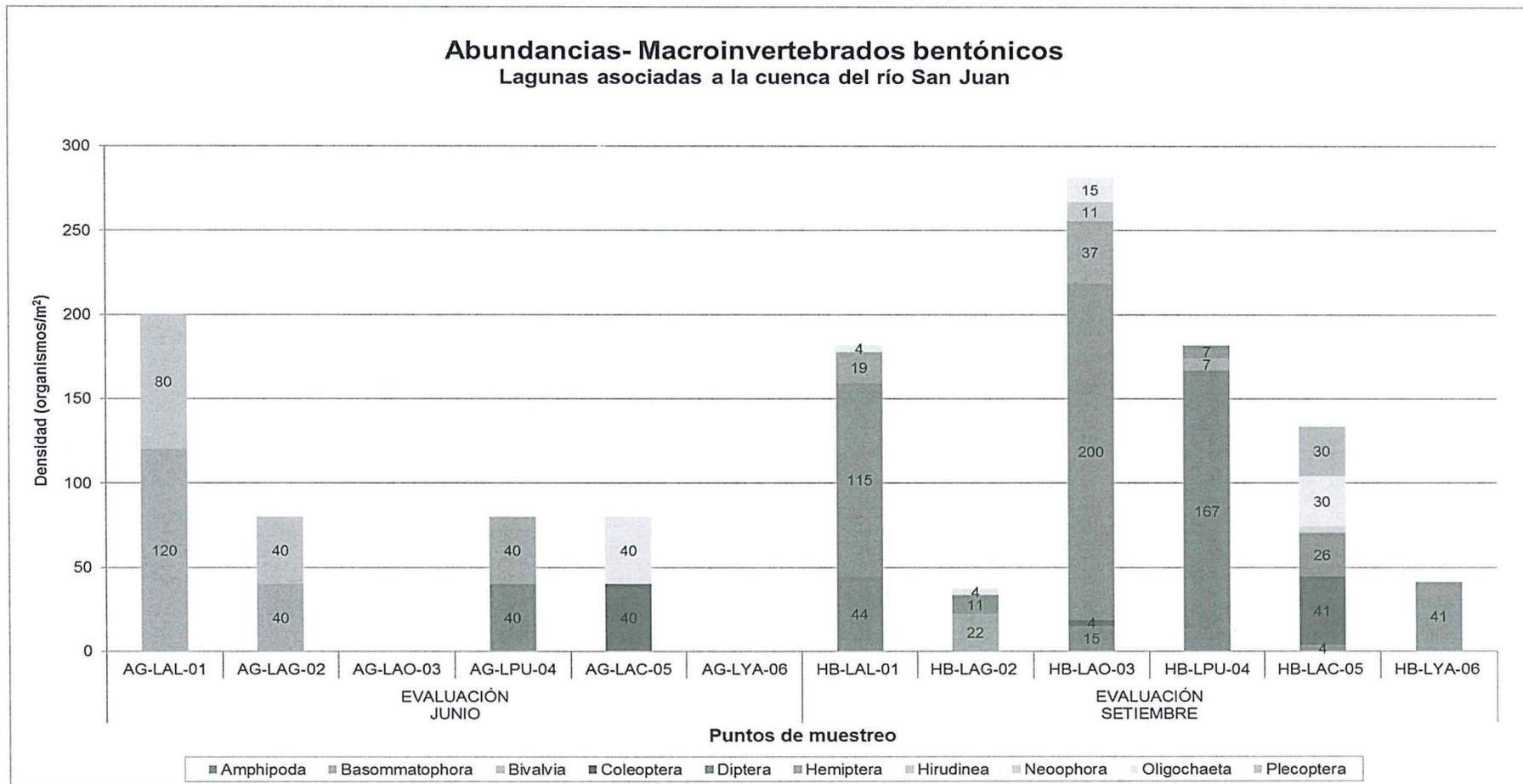
**Gráfico 3-122: Abundancias relativas de las Clases de macroinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia

270. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de setiembre registraron los valores de abundancia más altos (particularmente HB-LAO-03 con 281 organismos/m<sup>2</sup>), y los más bajos en junio (dos estaciones sin registro de organismos macroinvertebrados bentónicos). Ver Gráfico 3-123.

Gráfico 3-123: Abundancias de las clases de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia



*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

**Índices de Diversidad**

271. En el mes de junio la diversidad fue más baja, con promedio de  $H' = 0,66$ , que, en setiembre, con promedio de  $H' = 1,66$ . Los valores de diversidad verdadera y dominancia también presentaron la misma tendencia, bajos valores en junio y más altos en setiembre; es decir, los macroinvertebrados bentónicos tuvieron menor diversidad y mayor dominancia de especies en junio que en setiembre. Ver Tabla 3-20.

**Tabla 3-20: Índices de diversidad de microinvertebrados bentónicos de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2
JUNIO	AG-LAL-01	0,97	0,48	1,96	1,92
	AG-LAG-02	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-LAO-03	0,00		1,00	
	AG-LPU-04	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-LAC-05	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-LYA-06	0,00		1,00	
SETIEMBRE	HB-LAL-01	2,61	0,81	6,09	5,40
	HB-LAG-02	0,49	0,15	1,40	1,18
	HB-LAO-03	0,92	0,44	1,89	1,80
	HB-LPU-04	1,58	0,48	2,98	1,92
	HB-LAC-05	2,07	0,64	4,19	2,75
	HB-LYA-06	2,31	0,72	4,97	3,63

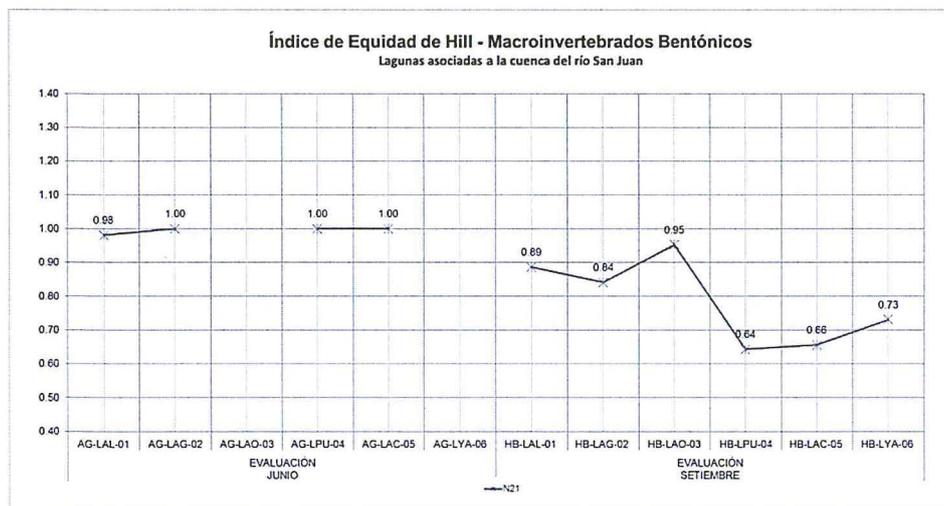
Fuente: Elaboración Propia



*[Handwritten signatures and initials]*

272. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en la evaluación de setiembre y más uniformes en la de junio; esto indicaría que el bentos del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más homogéneo que en setiembre, ver Gráfico 3-124.

**Gráfico 3-124: Índice de Equidad de Hill de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

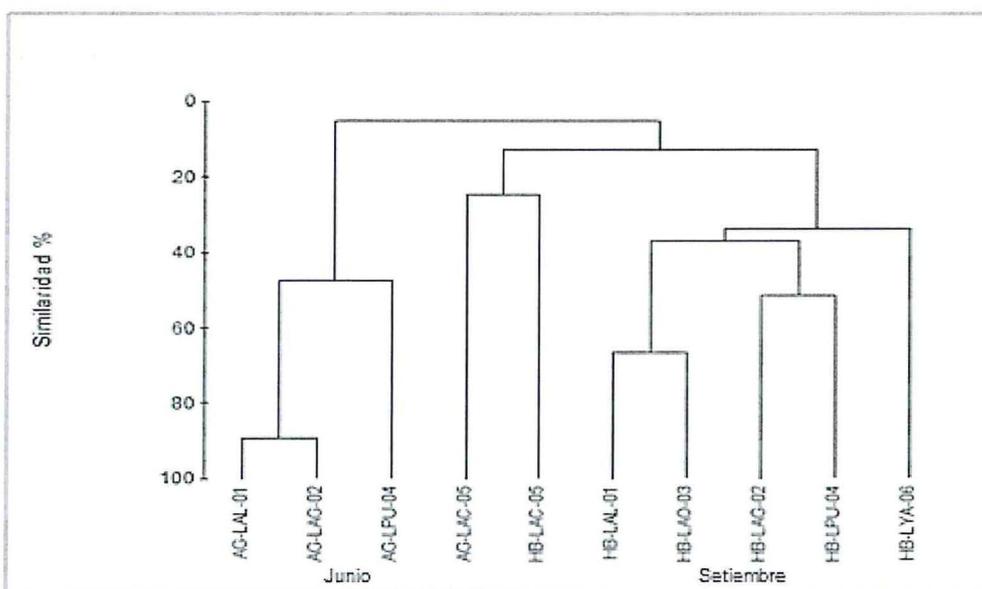


Fuente: Elaboración Propia.

**Análisis estadístico**

- 273. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.
- 274. Se realizó un análisis de similaridad de Bray-Curtis, con transformación de datos  $\log(x+1)$ , a la matriz de bentos de las dos evaluaciones, y se obtuvo un diagrama CLUSTER (Ver Gráfico 3-125). Se observó que las dos evaluaciones no se diferenciaron significativamente ( $R=0,639$ , con nivel de significancia del 0,5%) en función a los meses; es decir, la comunidad de los bentos fue muy similar entre evaluaciones.

**Gráfico 3-125: Cluster de similaridad de Bray-Curtis de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia

- 275. Al realizar un análisis de disimilaridad (SIMPER) entre los meses de evaluación (junio y setiembre), se obtuvo que los táxones Chironomidae, Planorboidea, Hyaella y Bivalvia contribuyeron con el 57,66% a la disimilaridad entre estos dos meses. Ver Tabla 3-21.

**Tabla 3-21: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

Junio & Setiembre	Promedio de disimilaridad = 92.17%			
	Junio	Setiembre		
Especies	Prom.Abund	Prom.Abund	Contrib%	Acum%
Chironomidae ND	0,00	61,11	17,45	17,45
Planorboidea ND	50,00	0,00	17,23	34,68
<i>Hyaella sp.</i>	10,00	38,27	11,71	46,39
Bivalvia ND	30,00	0,00	11,27	57,66

Fuente: Elaboración Propia.

**Peces**

**Composición y riqueza de especies**

276. En total se registraron dos (2) especies distribuidas en los siguientes órdenes: Cyprinodontiformes (1) y Siluriformes (1). Los peces sólo fueron evaluados en el mes de setiembre y se registraron en dos puntos de muestreo (2). Ver Tabla 3-22.

**Tabla 3-22: Riqueza de especies de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	HB-LPU-04	HB-LAO-03
CYPRINODONTIFORMES	1	1
SILURIFORMES		1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Abundancia (densidad)**

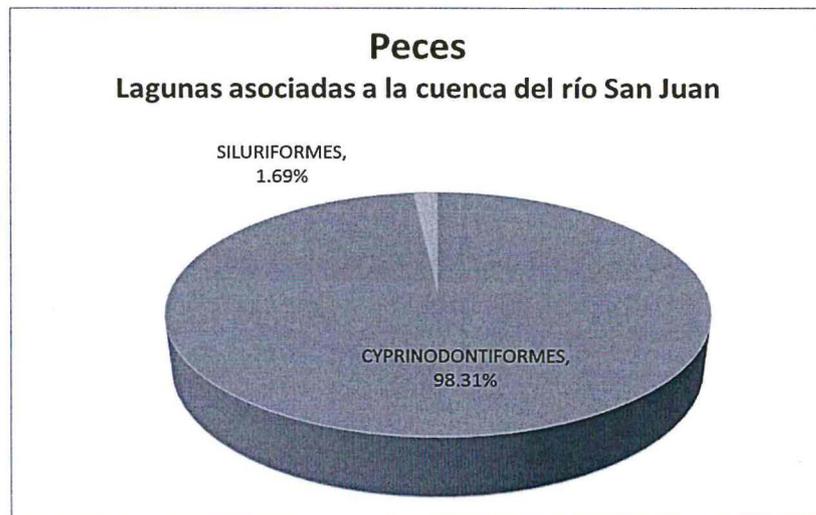
277. Se registraron en total 59 peces (Tabla 3-23). La mayor abundancia la presentó los Cyprinodontiformes (98,31%), y la menor los Siluriformes (1,69%), ver Gráfico 3-126.

**Tabla 3-23: Abundancia total de Órdenes de peces (individuos totales) de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

ORDEN	TOTAL
CYPRINODONTIFORMES	58
SILURIFORMES	1
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3-126: Abundancias relativas de órdenes de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.



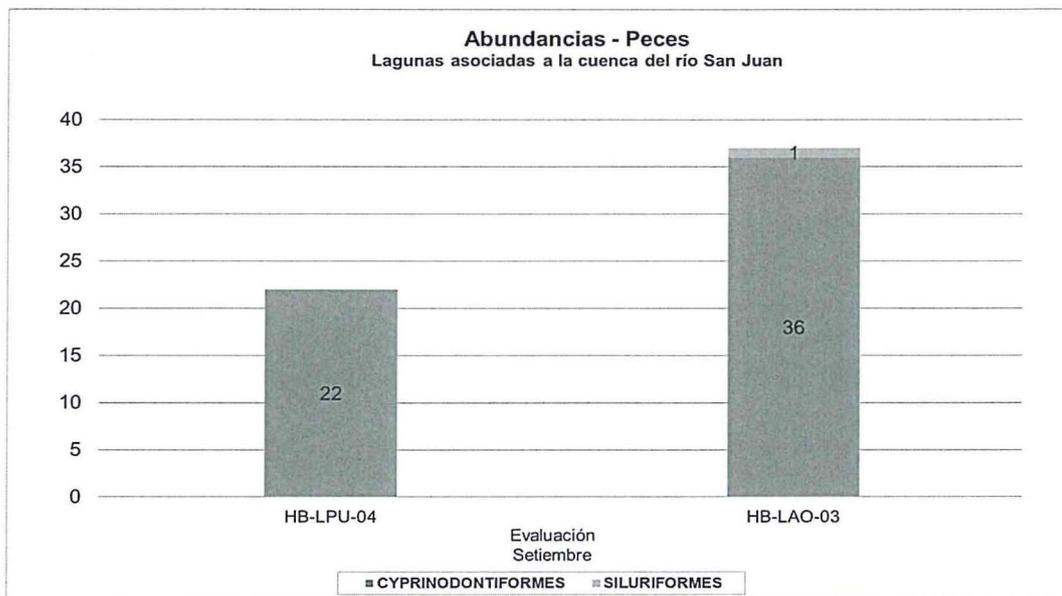
SS

ky  
p.  
ok

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

278. En los dos (2) puntos de muestreo dominaron los Cyprinodontiformes, y en HB-LAO-03 se registró un individuo de Siluriformes (*Trichomycterus* sp.), ver Gráfico 3-127.

**Gráfico 3-127: Abundancias de órdenes de peces por punto de muestreo de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**



**Biometría**

279. Los individuos registrados del género *Orestias* se encontraron entre 30,2 y 10,2 mm de longitud estándar, es decir juveniles; y el individuo registrado del género *Trichomycterus* midió 29,4 mm. Ver Tabla 3-24. La lista completa de especies con los datos de biometría se encuentra en el Anexo J.

**Tabla 3-24: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015.**

Especie	Longitud Estándar Máxima (Mm)	Longitud Estándar Mínima (Mm)	Peso Máximo (G)	Peso Mínimo (G)
<i>Orestias</i>	30,2	10,2	0,5	0,05
<i>Trichomycterus</i> sp.	29,4		0,4	

Fuente: Elaboración Propia

280. El género *Orestias* es endémico de lagos y quebradas tributarias de altas altitudes de los Andes Peruanos, Bolivianos y Chilenos (Parenti, 1984). Los mayores reportes del género *Orestias* provienen de cuerpos lénticos como ecosistemas acuáticos de aguas de escaso o nulo movimiento como es el caso de los lagos y lagunas, (Chocano, 2005). Además, este género ha sido registrados anteriormente en el lago Chinchaycocha (CLOFFSCA, 2003).

**Índices de Diversidad**

281. En la evaluación del mes de setiembre, la diversidad de peces fue muy baja, con un valor de  $H' = 0$  para HB-LPU-04 y  $H' = 0.18$  para HB-LAO-03. Los valores de

dominancia y diversidad verdadera también fueron bajos, pero la equidad de Hill fue alta; es decir, la comunidad íctica fue muy pobre, pero estuvo distribuida homogéneamente debido a que solo presentó dos (2) especies. Ver Tabla 3-25.

**Tabla 3-25: Índices de diversidad de peces de las lagunas asociadas a la cuenca del río San Juan, 2015**

PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2	N21
HB-LAO-03	0,18	0,05	1,13	1,06	0,93
HB-LPU-04	0	0	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis estadístico**

- 282. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.
- 283. No se realizó el análisis estadístico debido a que los peces fueron evaluados en un solo mes (setiembre) y en dos (2) puntos de muestreo de tipo de hábitat lentic.

**3.3.2 Lótico**

**Perifiton**

**Composición y riqueza de especies**

- 284. En total se registraron 170 especies distribuidas en los siguientes phyla: Bacillariophyta (88), Charophyta (10), Chlorophyta (35), Ciliophora (1), Cyanobacteria (27), Euglenozoa (4), Lobosa (1), Nemata (1) y Rotifera (3), Ver Tabla 3-26.

**Tabla 3-26: Riqueza de especies de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015**

PHYLUM	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	88
CHAROPHYTA	10
CHLOROPHYTA	35
CILIOPHORA	1
CYANOBACTERIA	27
EUGLENOZOA	4
LOBOSA	1
NEMATA	1
ROTIFERA	3
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>

Fuente: Elaboración Propia

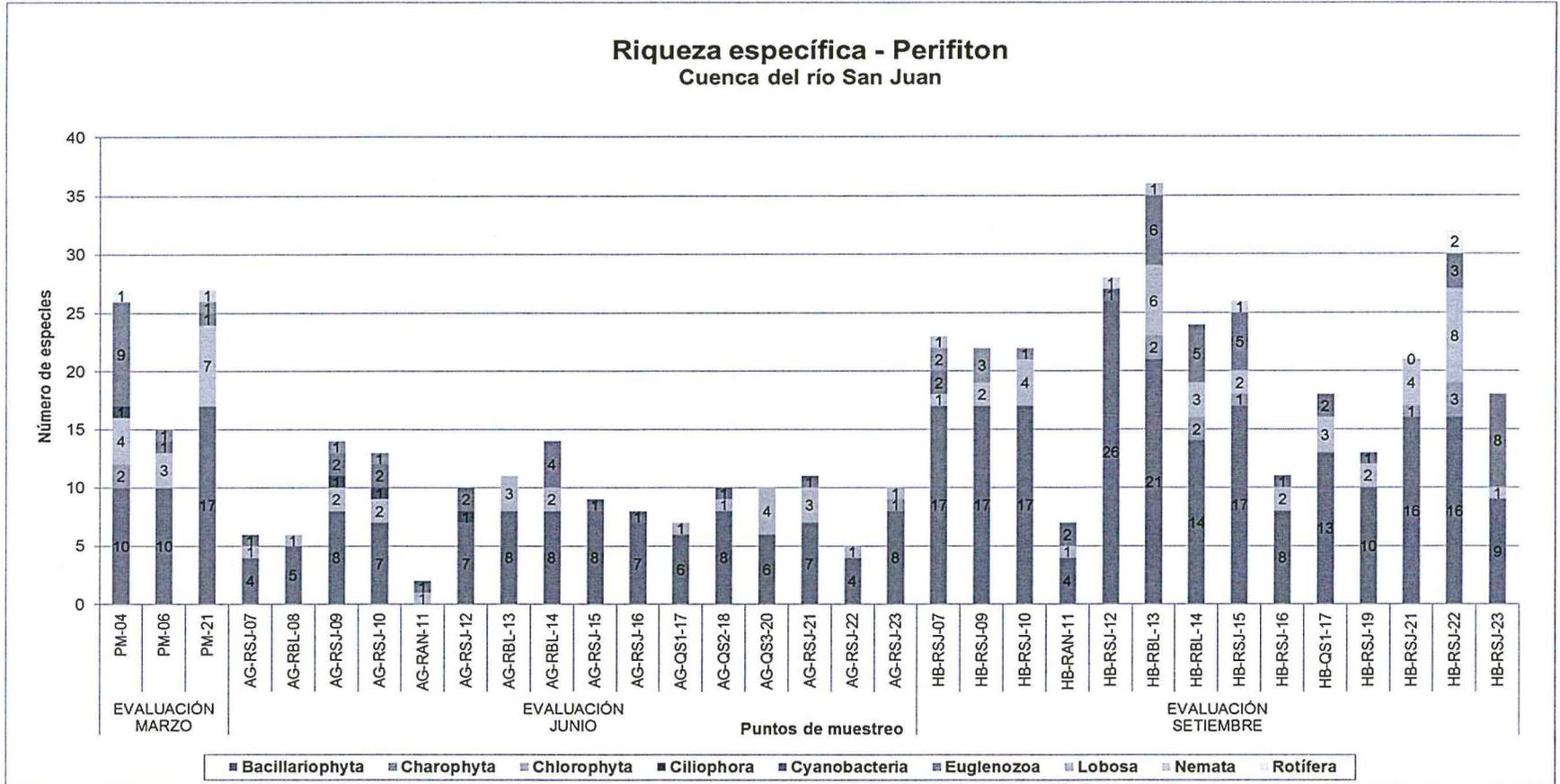


Handwritten signatures and initials in blue ink.

285. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y setiembre registraron los valores de riqueza de especies más altos (particularmente en setiembre, HB-RBL-13 con 36 especies) y la evaluación del mes de junio registró los valores más bajos (menor a 14 especies). Ver Gráfico 3-128.



Gráfico 3-128: Riqueza específica de los phyla de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

**Abundancia relativa**

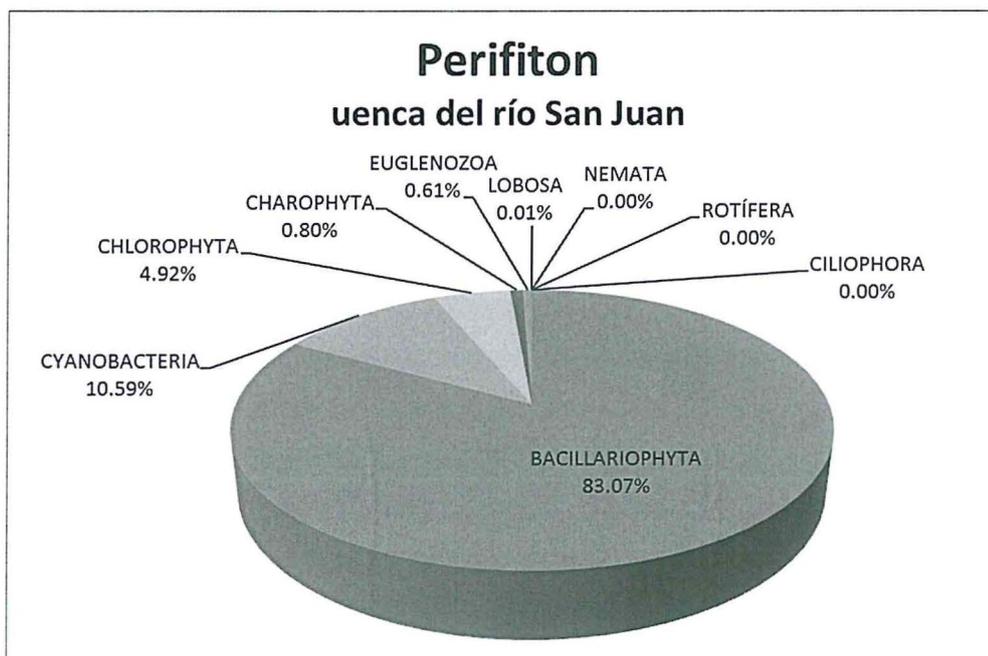
286. En la Tabla 3-27 se presentan los valores de abundancia relativa para cada phylum del perifiton. Las diatomeas (Bacillariophyta, 83.07%) dominaron seguidas de las cianobacterias (Cyanobacteria, 10.59%), ver Gráfico 3-129.

**Tabla 3-27: Abundancia relativa de los phyla de perifiton (%) en la cuenca del río San Juan, 2015**

PHYLUM	ABUNDANCIA RELATIVA %
BACILLARIOPHYTA	83,07
CHAROPHYTA	0,80
CHLOROPHYTA	4,92
CILIOPHORA	0,001
CYANOBACTERIA	10,59
EUGLENOZOA	0,61
LOBOSA	0,01
NEMATA	0,002
ROTIFERA	0,002

Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 3-129: Abundancias relativas de los phyla de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia

287. Las diatomeas dominaron en casi todos los puntos de muestreo evaluados en los tres meses (marzo, junio y setiembre); excepto en PM-04 (marzo) donde dominaron las cianobacterias y en AG-RAN-11 (junio) donde dominó una asociación de clorofitas y cianobacterias. Ver Gráfico 3-130.

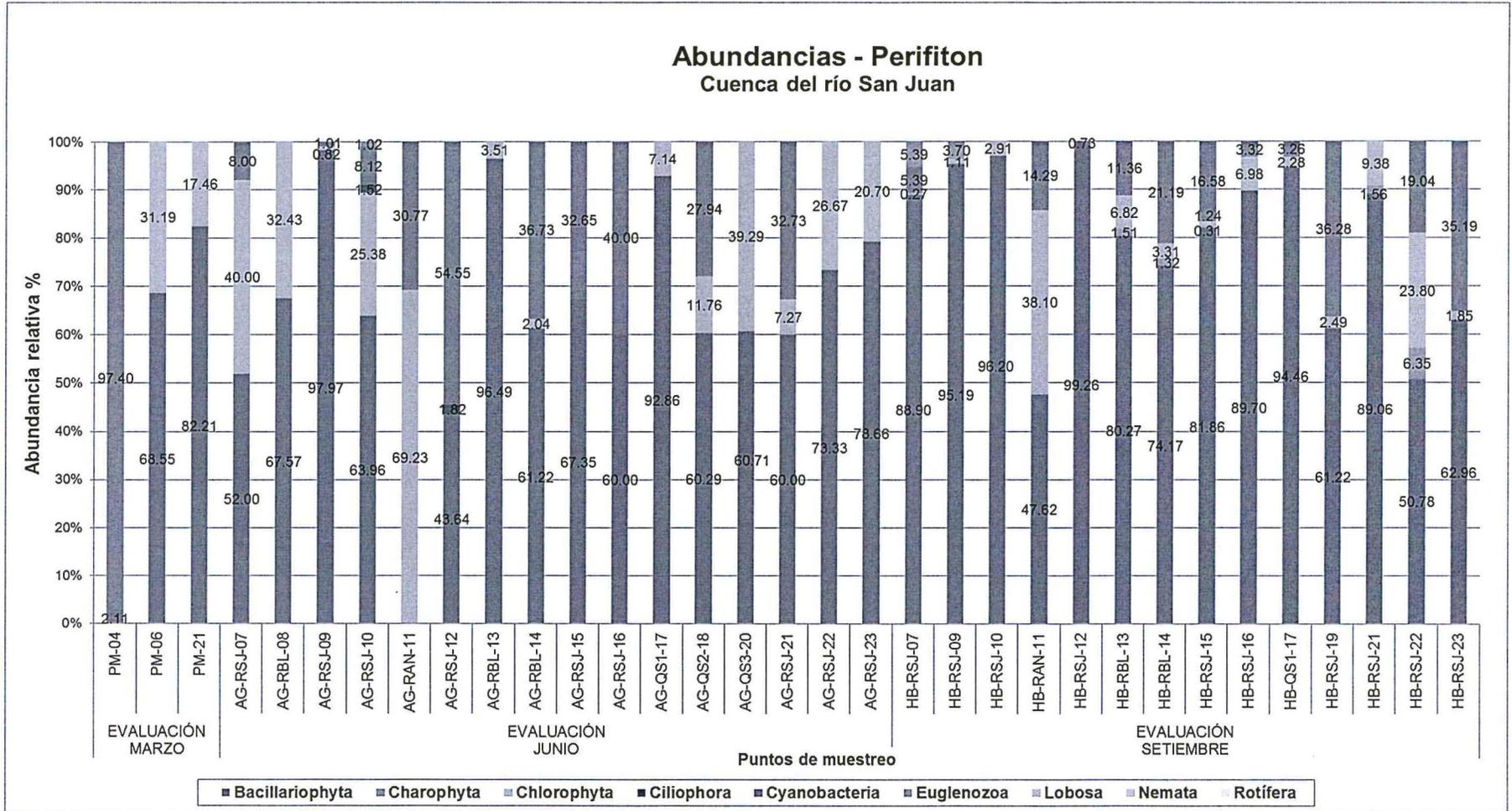


*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-130: Abundancias de los phyla de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.



Fuente: Elaboración Propia

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

### Índices de Diversidad

288. En las evaluaciones de los meses de junio y setiembre, la diversidad fue mayor, con un promedio de  $H'=2,34$  y  $H'=3,57$ , respectivamente, que, en el mes de marzo, con un promedio de  $H'=1,56$ . Los valores de dominancia y diversidad verdadera también fueron altos en las evaluaciones de junio y setiembre, y bajos en marzo; es decir, el perifiton tuvo mayor diversidad y menor dominancia en junio y setiembre que en marzo. Ver Tabla 3-28.

**Tabla 3-28: Índices de diversidad de perifiton en la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2
MARZO	PM-04	1,20	0,37	2,29	1,58
	PM-06	1,99	0,69	3,96	3,25
	PM-21	1,48	0,48	2,80	1,93
JUNIO	AG-RSJ-07	2,01	0,69	4,04	3,27
	AG-RBL-08	1,85	0,66	3,62	2,97
	AG-RSJ-09	0,88	0,26	1,85	1,36
	AG-RSJ-10	2,55	0,77	5,84	4,39
	AG-RAN-11	0,89	0,43	1,85	1,74
	AG-RSJ-12	2,79	0,80	6,93	5,10
	AG-RBL-13	1,49	0,42	2,80	1,72
	AG-RBL-14	2,79	0,79	6,90	4,79
	AG-RSJ-15	2,75	0,82	6,73	5,47
	AG-RSJ-16	2,53	0,77	5,79	4,43
	AG-QS1-17	2,72	0,84	6,59	6,32
	AG-QS2-18	3,08	0,86	8,44	7,01
	AG-QS3-20	3,16	0,88	8,91	8,17
	AG-RSJ-21	2,78	0,81	6,87	5,34
AG-RSJ-22	2,21	0,77	4,61	4,41	
AG-RSJ-23	2,93	0,85	7,60	6,51	
SETIEMBRE	HB-RSJ-07	4,15	0,93	17,78	14,81
	HB-RSJ-09	3,64	0,89	12,49	8,90
	HB-RSJ-10	3,60	0,89	12,11	8,83
	HB-RAN-11	2,32	0,75	4,99	3,97
	HB-RSJ-12	4,04	0,91	16,40	11,18
	HB-RBL-13	3,85	0,84	14,42	6,34
	HB-RBL-14	3,33	0,82	10,08	5,58
	HB-RSJ-15	4,02	0,91	16,20	11,44
	HB-RSJ-16	2,96	0,84	7,79	6,38
	HB-QS1-17	2,67	0,71	6,37	3,50
	HB-RSJ-19	2,96	0,81	7,79	5,40
	HB-RSJ-21	4,00	0,92	16,02	13,04
	HB-RSJ-22	4,59	0,95	24,10	19,37
HB-RSJ-23	3,84	0,92	14,30	11,95	

Fuente: Elaboración Propia.



SS

P.

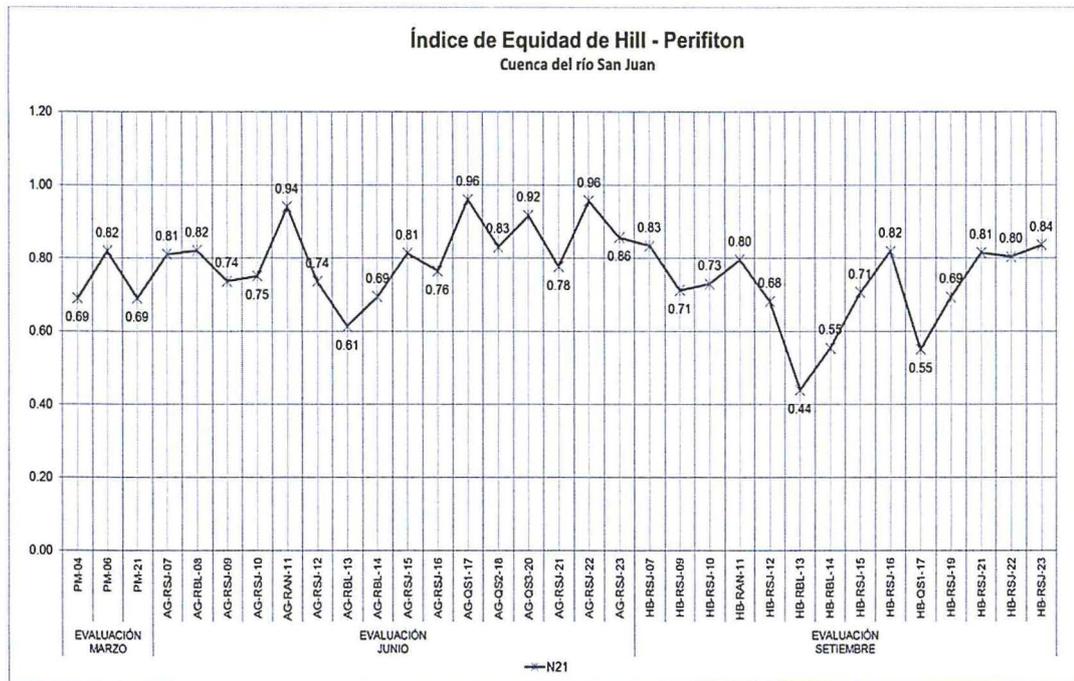
PL

OK

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

289. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en los tres (3) meses de evaluación, pero con una menor equidad en setiembre; es decir, el perifiton en las evaluaciones de marzo y junio presentó especies igualmente abundantes y fue más homogéneo que en setiembre, pero debido a que registraron pocas especies. Ver Gráfico 3-131.

**Gráfico 3-131: Índice de Equidad de Hill de perifiton por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Análisis estadístico**

- 290. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.
- 291. No se realizó el análisis estadístico debido a que los resultados de las evaluaciones de los meses de marzo y setiembre fueron expresados en organismos/mm<sup>2</sup> y la evaluación del mes de setiembre en organismos/cm<sup>2</sup>, además de haber tenido diferente metodología de colecta y conteo, por lo que no son estadísticamente comparables.

**Macroinvertebrados Bentónicos**

**Composición y riqueza de especies**

292. En total se registraron 36 especies o táxones distribuidos en las siguientes clases: Malacostraca (1), Hirudinea (1) y órdenes: Amphipoda (1), Arhynchobdellida (1), Basommatophora (3), Coleoptera (7), Diptera (5), Enchytraeida (1), Ephemeroptera (3), Hemiptera (4), Neophora (1), Oligochaeta (1), Rhynchobdellida (1), Trichoptera (5) y Tubificida (1). Ver Tabla 3-29.



*[Handwritten signatures in blue ink]*

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 3-29: Riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	TOTAL
AMPHIPODA	1
ARHYNCHOBDELLIDA	1
BASOMMATOPHORA	3
COLEOPTERA	7
DIPTERA	5
ENCHYTRAEIDA	1
EPHEMEROPTERA	3
HEMIPTERA	4
HIRUDINEA	1
MALACOSTRACA	1
NEOOPHORA	1
OLIGOCHAETA	1
RHYNCHOBDELLIDA	1
TRICHOPTERA	5
TUBIFICIDA	1
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>

Fuente: Elaboración Propia



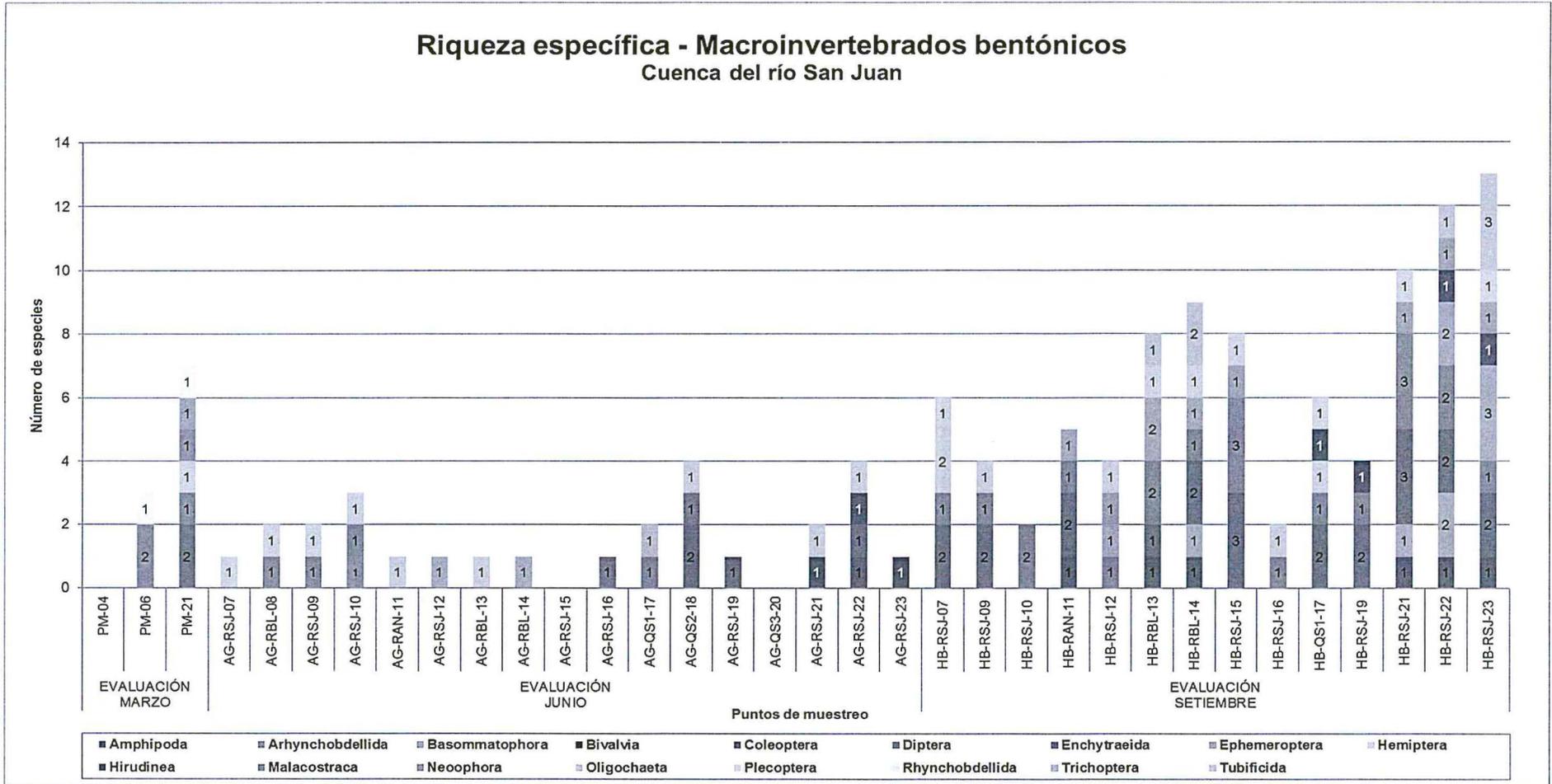
293. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de marzo y junio registraron los valores de riqueza específica más bajos (máximo 7 especies) y la evaluación del mes de setiembre registró los valores más altos (HB-RSJ-23 con 13 especies). Ver Gráfico 3-132.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-132: Riqueza específica de los clases de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.



*[Handwritten signature]*



Fuente: Elaboración Propia.

**Abundancia (densidad)**

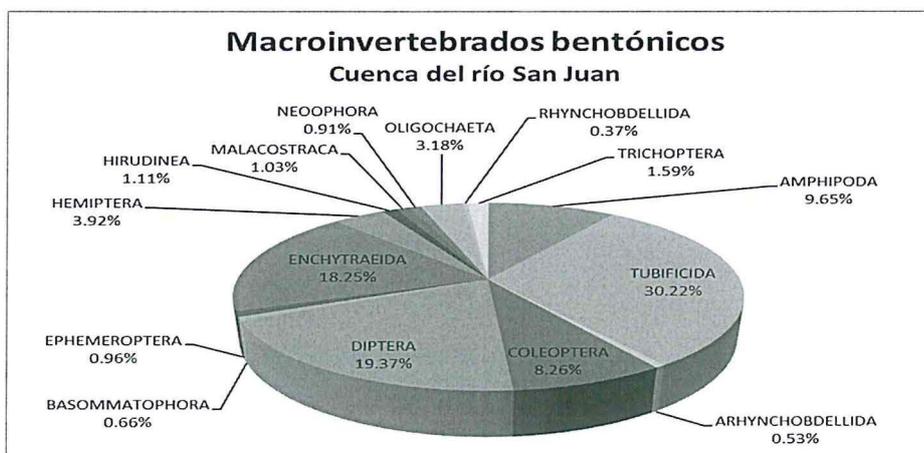
294. Se registraron en total 15 124 organismos/m<sup>2</sup> (Tabla 3-30). La mayor abundancia la presentó el orden Tubificida (30,22%), seguido de dípteros (Diptera, 19,37%), Enchytraeida (18,25%), anfípodos (Amphipoda, 9,65%) y coleópteros (Coleoptera, 8,26%), y demás órdenes y clases, con menos del 4%. Ver Gráfico 3-133.

**Tabla 3-30: Abundancia total de las Clases de macroinvertebrados bentónicos (organismos/m<sup>2</sup>) en la cuenca del río San Juan, 2015.**

CLASE / ORDEN	TOTAL
AMPHIPODA	1 460
ARHYNCHOBDELLIDA	80
BASOMMATOPHORA	99
COLEOPTERA	1 250
DIPTERA	2 929
ENCHYTRAEIDA	2 760
EPHEMEROPTERA	146
HEMIPTERA	592
HIRUDINEA	168
MALACOSTRACA	156
NEOOPHORA	138
OLIGOCHAETA	481
RHYNCHOBDELLIDA	56
TRICHOPTERA	240
TUBIFICIDA	4 570
<b>TOTAL</b>	<b>15 124</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3-133: Abundancias relativas de las clases de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

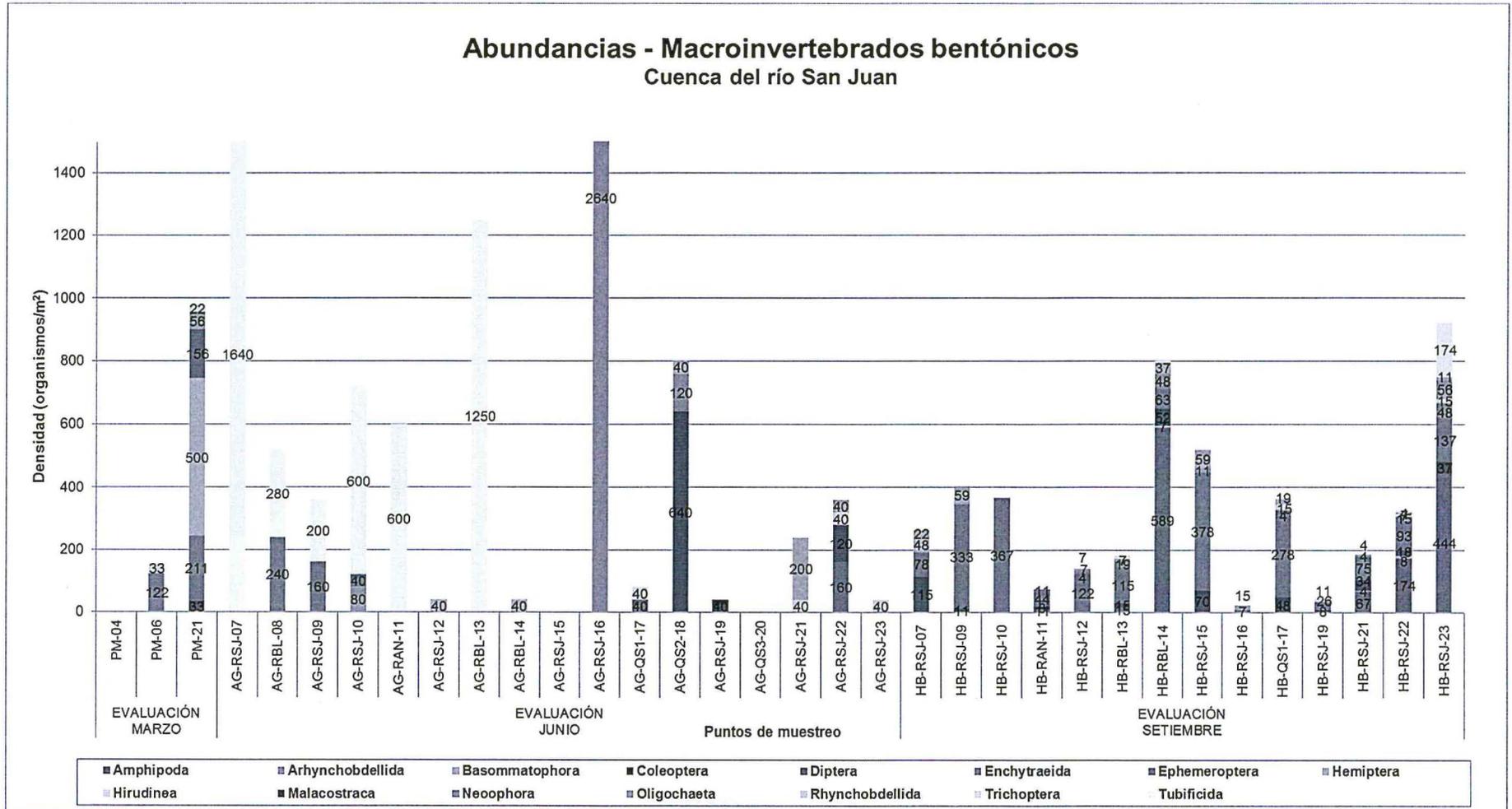
295. Los puntos de muestreo evaluados en el mes de junio registraron los valores de abundancia más altos (particularmente AG-RSJ-16 con 2 640 organismos/m<sup>2</sup>), y los meses de marzo y setiembre los valores más bajos (máximo 978 organismos/m<sup>2</sup> en PM-21). Ver Gráfico 3-134.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Gráfico 3-134: Abundancias de las Clases de microinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.



Handwritten signatures in blue ink.



Fuente: Elaboración Propia.

### Índices de Diversidad

296. En las tres (3) evaluaciones los valores de la diversidad fueron bajos, con promedios de  $H' = 1,62$  para marzo,  $H' = 0,50$  para junio y  $H' = 1,52$  para setiembre. Los valores de diversidad verdadera y dominancia también fueron bajos; es decir, el bentos tuvo menor diversidad y mayor dominancia de especies en junio que en marzo y setiembre. Ver Tabla 3-30.

**Tabla 3-31: Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2
MARZO	PM-04				
	PM-06	1,29	0,52	2,44	2,09
	PM-21	1,95	0,66	3,87	2,96
JUNIO	AG-RSJ-07	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RBL-08	1,00	0,50	1,99	1,99
	AG-RSJ-09	0,99	0,49	1,99	1,98
	AG-RSJ-10	0,80	0,29	1,74	1,41
	AG-RAN-11	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RSJ-12	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RBL-13	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RBL-14	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RSJ-15				
	AG-RSJ-16	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-QS1-17	1,00	0,50	2,00	2,00
	AG-QS2-18	1,32	0,48	2,49	1,90
	AG-QS3-20	0,00	0,00	1,00	1,00
	AG-RSJ-21				
	AG-RSJ-22	0,65	0,28	1,57	1,38
AG-RSJ-23	1,75	0,67	3,37	3,00	
SETIEMBRE	HB-RSJ-07	0,00	0,00	1,00	1,00
	HB-RSJ-09	1,95	0,70	3,87	3,31
	HB-RSJ-10	0,80	0,30	1,74	1,42
	HB-RAN-11	0,20	0,06	1,15	1,06
	HB-RSJ-12	1,70	0,59	3,24	2,44
	HB-RBL-13	0,76	0,24	1,70	1,32
	HB-RBL-14	2,07	0,62	4,20	2,65
	HB-RSJ-15	1,50	0,45	2,83	1,81
	HB-RSJ-16	1,74	0,53	3,34	2,15
	HB-QS1-17	0,92	0,44	1,89	1,80
	HB-RSJ-19	1,24	0,40	2,36	1,66
	HB-RSJ-21	1,55	0,58	2,93	2,40
	HB-RSJ-22	2,31	0,72	4,97	3,63
HB-RSJ-23	2,07	0,64	4,19	2,75	

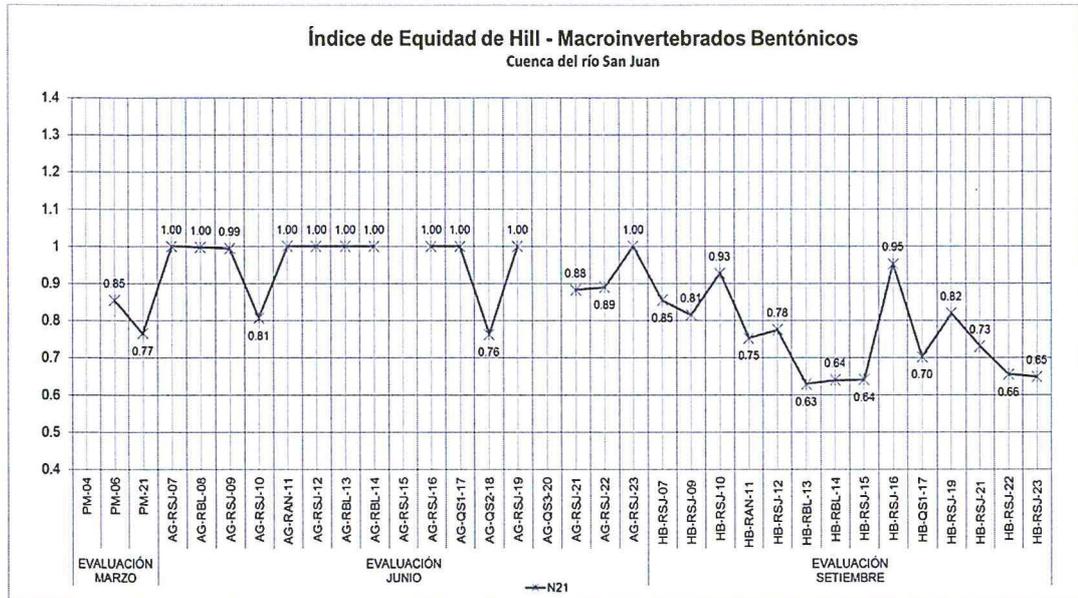
Fuente: Elaboración Propia

297. Los valores del índice de equidad de Hill fueron muy variables en las evaluaciones de marzo y setiembre y más uniformes en la de junio; esto indicaría que el bentos del mes de junio presentó especies igualmente abundantes, es decir fue más

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

homogéneo que en marzo y setiembre, pero también hay que considerar que registró pocas especies. Ver Gráfico 3-135.

**Gráfico 3-135: Índice de Equidad de Hill de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Índices de calidad de agua**

298. La calidad de agua en los tres (3) meses evaluados presenta variaciones desde calidad muy crítica a calidad dudosa. Según el índice ABI, en el mes de marzo los tres (3) puntos evaluados presentaron calidad de agua de crítica a muy crítica; en el mes de junio, todos los puntos de muestreo tuvieron calidad muy crítica; y en setiembre, los puntos HB-RSJ-22 y HB-RSJ-23 mejoraron a una calidad de agua dudosa. Ver Tabla 3-32.

**Tabla 3-32: Valores del Andean Biotic Index – ABI para todos los puntos de muestreos evaluados en la cuenca del río San Juan, 2015**

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	PUNTAJE ABI	CLASE	CALIDAD
MARZO	PM-04	0	V	Muy crítica
	PM-06	9	V	Muy crítica
	PM-21	23	IV	Crítica
JUNIO	AG-RSJ-07	1	V	Muy crítica
	AG-RBL-08	3	V	Muy crítica
	AG-RSJ-09	3	V	Muy crítica
	AG-RSJ-10	6	V	Muy crítica
	AG-RAN-11	1	V	Muy crítica
	AG-RSJ-12	3	V	Muy crítica
	AG-RBL-13	1	V	Muy crítica
	AG-RBL-14	3	V	Muy crítica
	AG-RSJ-15	0	V	Muy crítica



Handwritten signatures in blue ink.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

EVALUACION	PUNTO DE MUESTREO	PUNTAJE ABI	CLASE	CALIDAD
	AG-RSJ-16	1	V	Muy critica
	AG-QS1-17	7	V	Muy critica
	AG-QS2-18	11	V	Muy critica
	AG-RSJ-19	5	V	Muy critica
	AG-QS3-20	0	V	Muy critica
	AG-RSJ-21	4	V	Muy critica
	AG-RSJ-22	15	V	Muy critica
	AG-RSJ-23	3	V	Muy critica
SETIEMBRE	HB-RSJ-07	11	V	Muy critica
	HB-RSJ-09	11	V	Muy critica
	HB-RSJ-10	4	V	Muy critica
	HB-RAN-11	17	IV	Crítica
	HB-RSJ-12	12	V	Muy critica
	HB-RBL-13	28	IV	Crítica
	HB-RBL-14	34	IV	Crítica
	HB-RSJ-15	19	IV	Crítica
	HB-RSJ-16	3	V	Muy critica
	HB-QS1-17	16	IV	Crítica
	HB-RSJ-19	8	V	Muy critica
	HB-RSJ-21	28	IV	Crítica
	HB-RSJ-22	51	III	Dudosa
	HB-RSJ-23	44	III	Dudosa

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis estadístico**

299. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo I.

300. Se realizó un análisis de similaridad de Bray-Curtis, con transformación de datos  $\log(x+1)$ , a la matriz de bentos de las tres evaluaciones, y se obtuvo un diagrama CLUSTER (Ver Grafico 3-136). Se observó que las tres evaluaciones no se diferenciaron significativamente ( $R=0,312$ , con nivel de significancia del 0,1%) en función a los meses; es decir, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue muy similar entre evaluaciones.



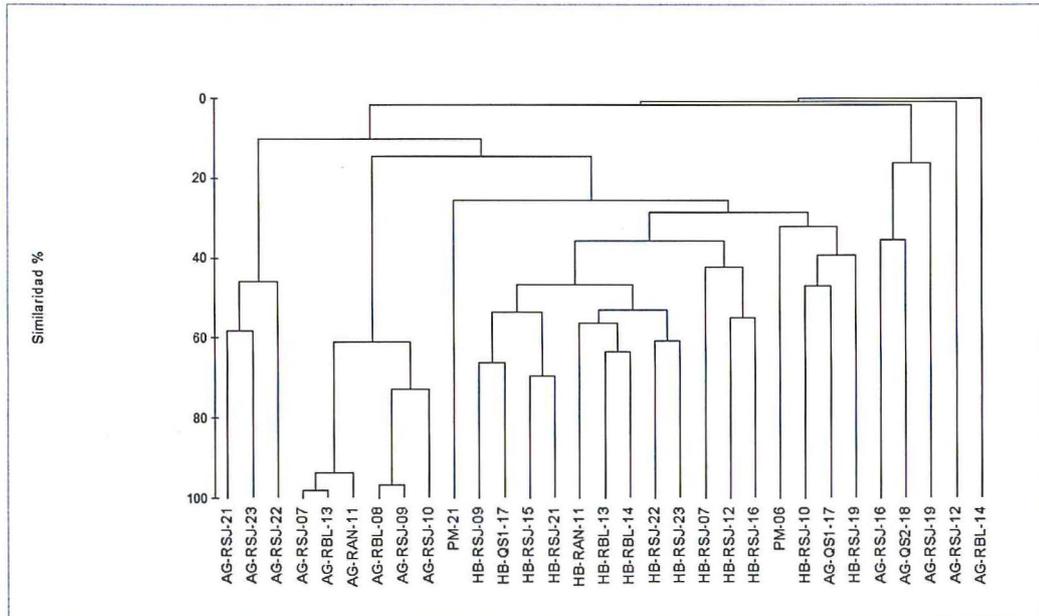
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-136: Cluster de similitud de Bray-Curtis de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo de los tres meses de evaluación en la cuenca del río San Juan, 2015.**



"PM": evaluación del mes de marzo  
 "AG": evaluación del mes de junio  
 "HB": evaluación del mes de setiembre  
 Fuente: Elaboración Propia.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

301. Al realizar un análisis de disimilitud (SIMPER) entre los meses de evaluación, se obtuvo que los meses con mayor disimilitud fueron marzo y junio (promedio de disimilitud de 92,77%) y que los meses con menor disimilitud fueron marzo y setiembre (promedio de disimilitud de 76,12%). Ver Tabla 3-33.

**Tabla 3-33: Análisis de disimilitud (SIMPER) de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de los meses evaluados de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015.**

Marzo & Junio	Promedio de disimilitud = 92.77%			
	Marzo	Junio		
Especies	Prom.Abund	Prom.Abund	Contrib%	Acum%
Glossiphoniidae ND	27,78	0	14,44	14,44
Chironomidae ND	116,67	32	13,72	28,16
<i>Dero sp.</i>	50	0	12,98	41,14
<i>Centrocorisa kollari</i>	0	304,67	10,35	51,49
Marzo & Setiembre	Promedio de disimilitud = 76.12%			
Especies	Marzo	Setiembre		
Especies	Prom.Abund	Prom.Abund	Contrib%	Acum%
Glossiphoniidae ND	27,78	0	12,89	12,89
Ceratopogoniidae ND	50	0	11,06	23,95
<i>Centrocorisa kollari</i>	250	0	8,74	32,69
Oligochaeta ND	0	17,2	7,42	40,11
Malacostraca ND	77,78	0	7,1	47,21

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Junio & Setiembre	Promedio de disimilaridad = 88.54%			
	Junio	Setiembre		
Especies	Prom.Abund	Prom.Abund	Contrib%	Acum%
Chironomidae ND	32	146,56	17,4	17,4
<i>Dero sp.</i>	304,67	0	11,62	29,02
<i>Oligochaeta ND</i>	16	17,2	9,6	38,62
<i>Hyalella sp.</i>	10,67	92,86	6,81	45,42
<i>Macrelmis sp.</i>	0	14,55	6,77	52,19

Fuente: Elaboración Propia.

**Peces**

**Composición y riqueza de especies**

302. En total se registraron cuatro (4) especies distribuidas en los siguientes órdenes: Cyprinodontiformes (2), Salmoniformes (1) y Siluriformes (1). Los peces sólo fueron evaluados en el mes de setiembre y se registró en solo un (1) punto de muestreo. Ver Tabla 3-34.

**Tabla 3-34: Riqueza de especies de peces en la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	HB-RBL-14
CYPRINODONTIFORMES	2
SALMONIFORMES	1
SILURIFORMES	1
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Abundancia (densidad)**

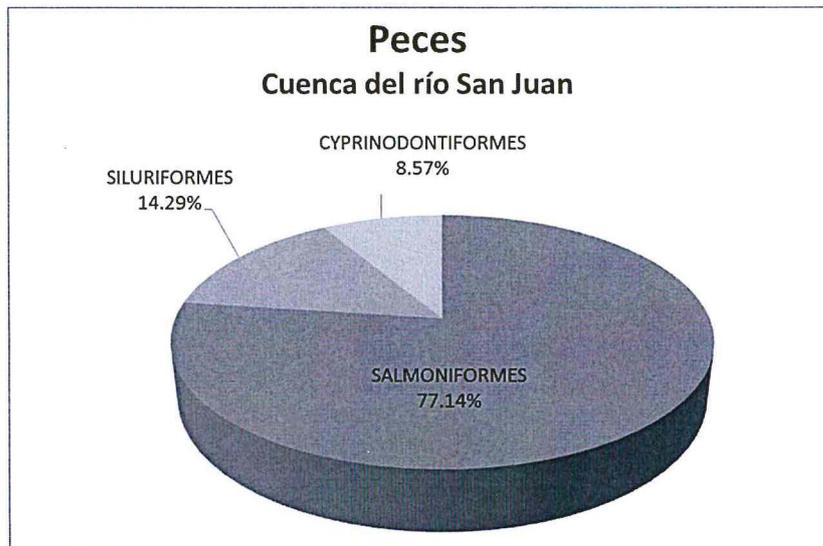
303. Se registraron en total 35 peces (Tabla 3-35). La mayor abundancia la presentó los Salmoniformes (77,14%), y la menor los Cyprinodontiformes (8,57%). Ver Gráfico 3-137.

**Tabla 3-35: Abundancia total de Órdenes de peces (individuos totales) de las lagunas asociadas en la cuenca del río San Juan, 2015**

CLASE / ORDEN	HB-RBL-14
CYPRINODONTIFORMES	3
SALMONIFORMES	27
SILURIFORMES	5
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3-137: Abundancias relativas de órdenes de peces en la cuenca del río San Juan, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia

**Biometría**

304. Los individuos registrados del género *Orestias* se encontraron entre 33,85 y 13,2 mm de longitud estándar, es decir juveniles; los individuos registrados del género *Trichomycterus* se encontraron entre 46,3 y 14,9 mm de longitud estándar, y las truchas entre 48 y 16 mm (ver Tabla 3-36). La lista completa de especies con los datos de biometría se encuentra en el Anexo J.

**Tabla 3-36: Longitud estándar y peso máximo y mínimo de los peces en la cuenca del río San Juan, 2015.**

Especie	Longitud Estándar Máxima (Mm)	Longitud Estándar Mínima (Mm)	Peso Máximo (gr)	Peso Mínimo (gr)
<i>Orestias</i>	33,85	13,2	0,9	0,05
<i>Trichomycterus</i> sp.	46,3	14,9	1,2	0,05
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	48	16	1,9	0,1

Fuente: Elaboración Propia

305. El género *Orestias* es endémico de lagos y quebradas tributarias de altas altitudes de los Andes Peruanos, Bolivianos y Chilenos (Parenti, 1984). La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) ha sido introducida en los ríos de aguas frías a lo largo de casi todos los Andes peruanos, esta especie es depredadora y usa generalmente a las especies endémicas como el género *Orestias*, como presas frecuentes, principalmente en su estadio juvenil, lo cual hace que disminuyan sus poblaciones, además de la competencia por alimento y por hábitats (MHN-UNMSM, 2012).



Handwritten signatures and initials in blue ink.

**Índices de Diversidad**

306. En la evaluación del mes de setiembre, la diversidad de peces fue baja, con un valor de  $H'=1,07$ . Los valores de dominancia, diversidad verdadera y equidad de Hill también fueron bajos; es decir, la comunidad íctica no estuvo distribuida homogéneamente. Ver Tabla 3-37.

**Tabla 3-37: Índices de diversidad de peces en la cuenca del río San Juan, 2015**

PUNTO DE MUESTREO	SHANNON	D	N1	N2	N21
HB-RBL-14	1,07	0,38	2,10	1,61	0,77

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis estadístico**

- 307. La lista completa de especies se encuentra en el Anexo J.
- 308. No se realizó el análisis estadístico debido a que los peces fueron evaluados en un solo mes (setiembre) y en una sola estación de tipo de hábitat lótico.

**3.4 Calidad de suelos**

309. La calidad de suelos se determinó mediante diversos análisis en laboratorio. Los reportes de ensayo de los laboratorios y las cadenas de custodia de las muestras se presentan en los Anexos C y D respectivamente. Asimismo, los resultados obtenidos se especifican a continuación:

**Parámetros Inorgánicos – Metales Totales**

310. En las Tablas 3-38 y 3-39, se presentan los resultados de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos registrados en los suelos cercanos a la cuenca del río San Juan.

**Tabla 3-38: Resultados de los parámetros fisicoquímicos de suelos cercanos a la cuenca del río San Juan, 2015.**

Ambiente Evaluado	Mes	Código punto de muestreo	Cianuro Libre (mg/Kg)	Cromo VI (mg/Kg)
ECA para suelo D.S. 002-2013-MINAM	Suelo de uso agrícola		0,9	0,4
	MARZO	PM-04	<0,1	<0,11
PM-06		<0,1	<0,11	
PM-21		<0,1	<0,11	
Cuenca del río San Juan	SETIEMBRE	SU-01	0,8	0,5
		SU-02	0,6	<0,1
		SU-03	0,6	1,2
		SU-04	0,5	1,2
		SU-05	0,7	1
		SU-06	1,1	1,2
		SU-07	1,1	1



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente Evaluado	Mes	Código punto de muestreo	Cianuro Libre (mg/Kg)	Cromo VI (mg/Kg)	
ECA para suelo D.S. 002-2013-MINAM		Suelo de uso agrícola		0,9	0,4
		SU-08	0,6	0,2	
		SU-09	1,1	3	
		SU-10	0,8	<0.1	
		SU-11	1,1	0,6	
		SU-12	0,8	0,4	
		SU-13	0,7	<0.1	

Fuente: Informe de Ensayo N° 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C.

Estudio SAA-15/01826, SAA-15/01827 - AGQ Perú S.A.C.

(<) = Indica valores menores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio.

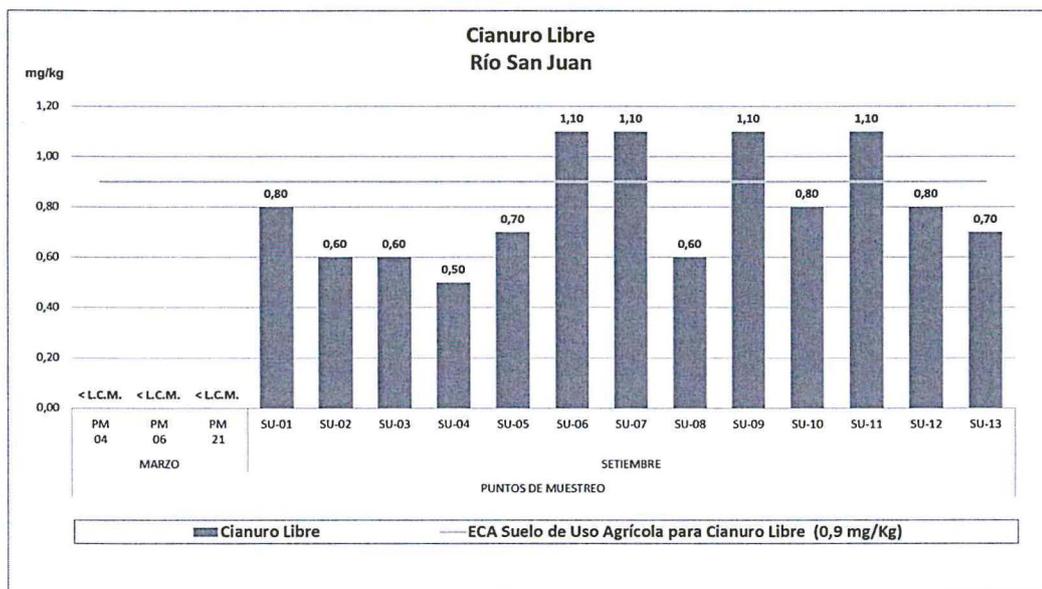
Fuente: Elaboración Propia

Los valores representan a los resultados que exceden el valor límite en los ECA Suelo Agrícola.

➤ **Cianuro Libre**

311. Los resultados registrados en los puntos de muestreo cercanos a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de cianuro libre que no excedieron los valores establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (0,9 mg/kg), excepto en los puntos de muestreo cercanos al río San Juan (SU-06), así como en los puntos ubicados cercanos a la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. (SU-07 y SU-09) y a la Corporación Minera Centauro S.A.C. (SU-11) los cuales presentaron una concentración de cianuro libre de 1,1 mg/kg en cada punto de muestreo, superando así los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3-138: Resultado de análisis de cianuro libre comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.

Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Cromo VI**

312. Los resultados registrados en los puntos de muestreo cercanos a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de cromo VI que no superaron los valores

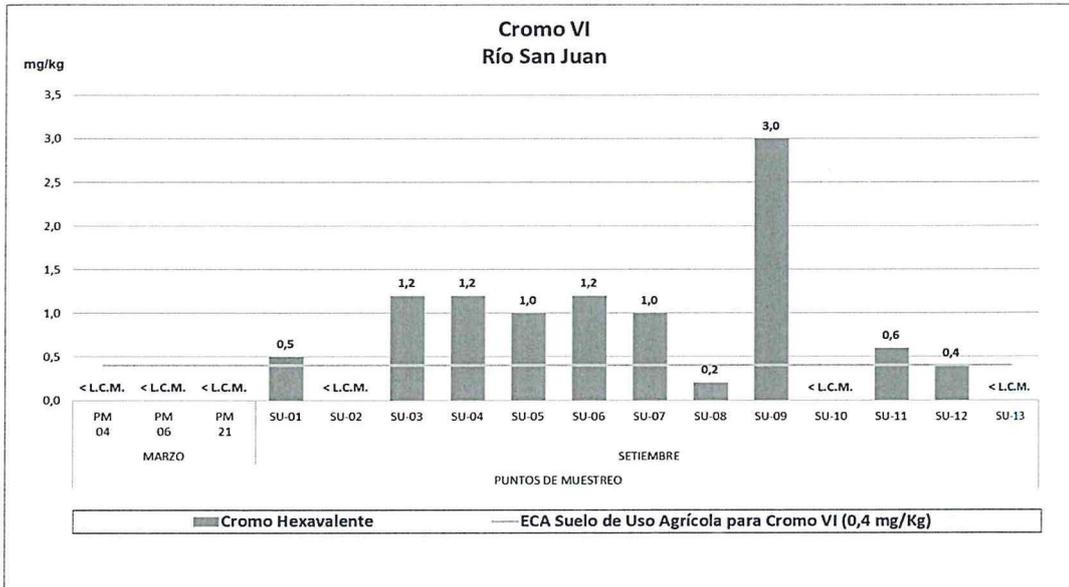


Handwritten signatures and initials in blue ink.

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (0,4 mg/kg), excepto en los puntos de muestreo cercanos a la Sociedad Minera El Brocal S.A. (SU-01 y SU-03), a la Central Hidroeléctrica de Jupayagra (SU-04), a la comunidad campesina Sacrafamilia (SU-05), cerca al río San Juan (SU-06) a la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. (SU-07 y SU-09) y a la Corporación Minera Centauro S.A.C. (SU-11), correspondiente al mes de setiembre, los cuales presentaron concentraciones de cromo VI que variaron de 0,5 mg/kg hasta 3 mg/kg, superando así los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3-139: Resultado de análisis de cromo VI comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

313. Respecto a metales totales, la Tabla 3-37 señala que se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3-39: Resultados físico químicos del análisis de suelos cercanos a la cuenca del río San Juan. Marzo - 2015.

Metales Totales (mg/Kg)	PUNTOS DE MUESTREO																ECA SUELO D.S. 002- 2013- MINAM Suelo Agrícola
	MARZO			SETIEMBRE													
	PM-04	PM-06	PM-21	SU-01	SU-02	SU-03	SU-04	SU-05	SU-06	SU-07	SU-08	SU-09	SU-10	SU-11	SU-12	SU-13	
Aluminio	4065	4935	2208	37892	10601	29723	34243	39136	30893	23240	33645	27814	869	36326	14739	1056	-
Antimonio	104,6	28,9	32,2	0,9067	14,5	11,2	4,6352	1,2203	1,7804	24,1	0,9256	9,6769	259	< 0.0017	< 0.0017	44,3	-
Arsénico	372,5	<0.8	394,5	39,3	531	306	108	30,1	50,5	284	43	283	1282	13,6	9,4	551	50
Bario	366,6	129,3	531	134	158	122	98,8	109	76,3	144	233	72,6	349	203	38,3	16,6	750
Berilio	0,38	0,52	0,22	1,131	0,314	1,1	1,295	1,082	1,068	0,669	1,061	1,051	0,032	1,158	0,693	< 0.001	-
Cerio	6,34	3,4	2,48	45,7	30,7	45	47,4	37,5	41,5	14	43,6	18,9	0,8517	36,8	26,7	3,3149	-
Bohio	<3	<3	<3	13,2	10,5	8,78	12	7,6	10,6	10	7,54	13,6	12,8	14,6	13,9	13,2	-
Cadmio	8,59	9,08	3,84	0,6419	0,3588	2,4455	1,1552	0,9821	0,8661	1,2899	0,7769	1,2261	3,693	0,8053	0,1859	0,323	1,4
Calcio	4740	18514	3869	2650	871	31938	4303	3426	2697	2713	3864	3086	962	10076	6341	55376	-
Cobalto	<0.03	3,6	<0.03	7,282	0,726	5,67	6,685	7,463	5,877	4,31	5,516	4,352	0,301	3,926	3,172	0,212	-
Cobre	1480,2	224,2	305	25,7	603	651	99,1	41,4	35,1	259	35,6	178	152	20,1	4,44	33	-
Cromo	3,21	6,31	2,26	13,9	4,8	13,8	16,2	15,3	10,8	14,4	15,2	18,6	1,7	14,1	19,8	2,6	-
Estaño	8	<0.2	<0.2	0,96	9,51	4,56	1,63	0,76	1,41	3,41	0,84	8,3	14,6	0,97	0,78	5,2	-
Estroncio	25,74	62,77	25,86	15	25,2	47,1	16,3	14,5	14,3	22,9	24,2	15,4	15,6	34,9	19,2	254	-
Fosforo	412	689	571	960	1008	1319	1150	1044	1621	2055	1547	1530	364	710	2209	432	-
Hierro	>20 000	>20 000	13386	30226	30531	26547	27771	28496	23314	30443	24256	26683	47052	30002	13766	13328	-
Litio	1,65	10,73	<0.02	14,9	3,62	12,7	12,9	< 0.01	11,2	11	9,47	32	0,27	11,9	6,23	0,67	-
Magnesio	928,5	5622	467,7	4539	406	3895	3837	5277	2470	1628	2204	1556	130	3739	1692	351	-
Manganeso	525,3	2448	348,1	1458	55,2	1361	1513	878	1231	1402	1174	184	442	133	104	14,5	-
Molibdeno	<0.05	<0.05	<0.05	1,255	1,165	1,095	1,185	1,069	1,923	0,514	0,101	0,607	0,406	0,411	< 0.003	0,958	-
Niquel	3,29	8,81	2,38	12,3	3,65	12,3	13,3	18,2	10,4	8,04	9,51	15,3	0,75	14	10,8	1,27	-
Plata	67,26	9,14	61,34	< 0.006	7,558	2,845	0,116	< 0.006	< 0.006	32,2	< 0.006	5,162	51,4	< 0.006	< 0.006	< 0.006	-



Metales Totales (mg/Kg)	PUNTOS DE MUESTREO																ECA SUELO D.S. 002- 2013- MINAM Suelo Agrícola
	MARZO			SEPTIEMBRE													
	PM-04	PM-06	PM-21	SU-01	SU-02	SU-03	SU-04	SU-05	SU-06	SU-07	SU-08	SU-09	SU-10	SU-11	SU-12	SU-13	
Plomo	3021	676,6	1817	40,5	778	531	168	49,8	75,7	1101	64,3	413	1628	19,4	17,8	137	70,0
Potasio	246,5	357,9	424,6	1837	692	1000	679	1469	1077	909	1089	1286	145	1224	1196	1684	-
Selenio	<1	<1	<1	2,905	3,176	3,903	2,17	2,336	2,724	2,653	2,846	3,474	5,241	2,726	1,151	0,099	-
Silicio	514,4	560,2	386,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-
Sodio	51	68	94	173	143	182	172	167	174	127	152	222	94,8	164	146	148	-
Talio	<2	<2	<2	< 0.0002	0,9088	0,2682	0,0932	< 0.0002	0,0304	0,9866	< 0.0002	0,7176	0,4219	0,056	< 0.0002	14,3	-
Titanio	15,62	22,01	11,4	85,5	17,2	78	116	77,2	31,5	21,9	32,2	8,89	7,12	25,5	30,5	100	-
Uranio	--	--	--	0,4528	0,6095	0,5006	0,5308	0,5608	0,4428	0,82	0,6733	0,4806	0,3326	1,1409	0,4069	0,1134	-
Vanadio	4,55	5,64	4,53	67,4	23,2	56,6	64,9	71,7	43,3	32,1	45	33,7	4,2	71,8	34,2	6,5	-
Zinc	1 027,00	2 002,00	400,4	115	106	263	130	116	113	434	111	193	397	103	37,8	62	-
Mercurio	14,311	10,629	13,914	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0,54	51,4	< 0.03	2,63	174	< 0.03	< 0.03	< 0.03	6,6
Bismuto	--	--	--	0,7862	21,5	39,5	3,8296	1,1798	1,5616	35	1,7043	25,1	95,8	0,3223	0,1128	68,6	-
Torio	--	--	--	0,1519	0,2131	0,4228	0,1592	0,129	0,0882	0,0635	0,1208	0,0739	0,1166	1,4566	0,8194	0,4356	-
Wolframio	--	--	--	< 0.0017	0,8692	0,243	< 0.0017	< 0.0017	< 0.0017	1,0411	< 0.0017	0,7127	6,3223	< 0.0017	< 0.0017	0,2375	-

Fuente: Informe de Ensayo N° 150700 - Environmental Testing Laboratory S.A.C.  
Estudio SAA-15/01826, SAA-15/01827 - AGQ Perú S.A.C.

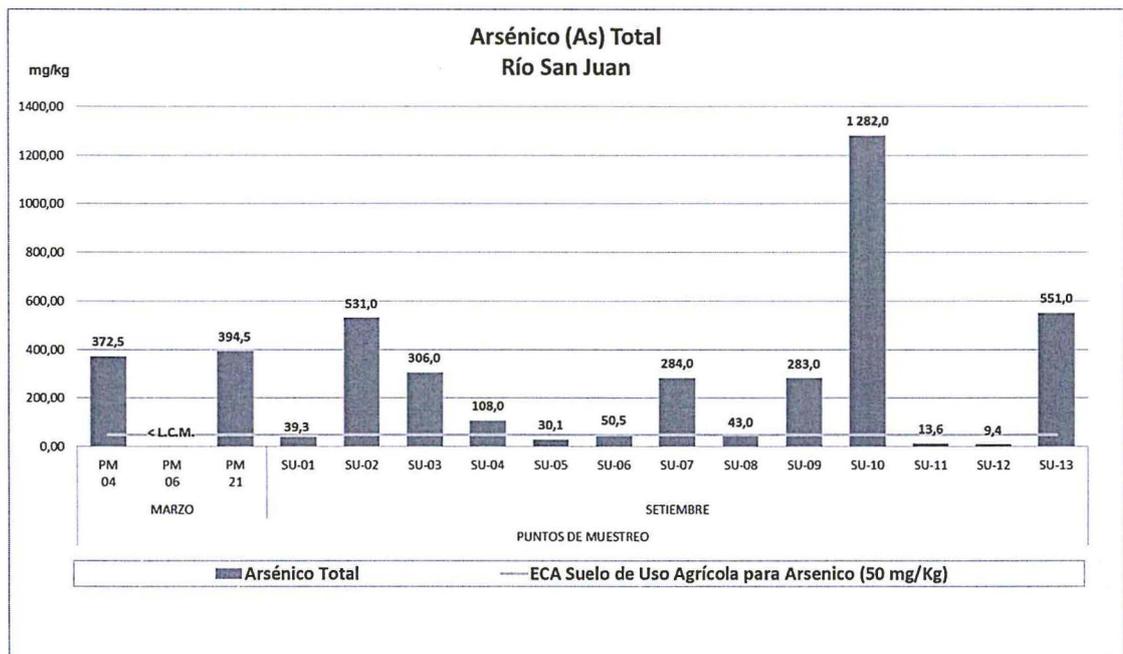
█ : Los valores representan a los resultados que exceden el valor limite en los ECA Suelo Agrícola.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

➤ **Arsénico total (As)**

314. Los resultados registrados en los puntos de muestreo cercanos a la cuenca del río San Juan, presentaron concentraciones de arsénico total que superaron valores establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (50 mg/kg), en los puntos de muestreo PM-04 y PM-21, asimismo los puntos ubicados cerca a la Sociedad Minera El Brocal S.A. (SU-02 y SU-03), a la Central Hidroeléctrica de Jupayagra (SU-04), cerca al río San Juan (SU-06), a la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. (SU-07 y SU-09), en el punto SU-10 y el punto ubicado cerca de la laguna Yanamate (SU-13).

**Gráfico 3-140: Resultado de análisis de arsénico (As) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Bario total (Ba)**

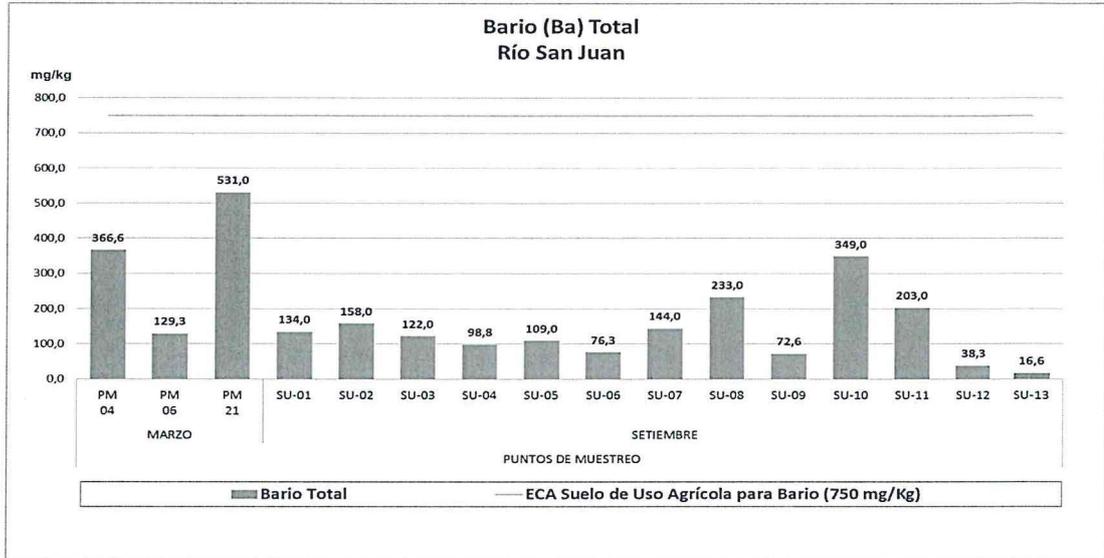
315. Los resultados registrados en los puntos de muestreo, presentaron concentraciones de bario total que no excedieron los valores establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (750 mg/kg).



Handwritten signatures in blue ink.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-141: Resultado de análisis de bario (Ba) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**

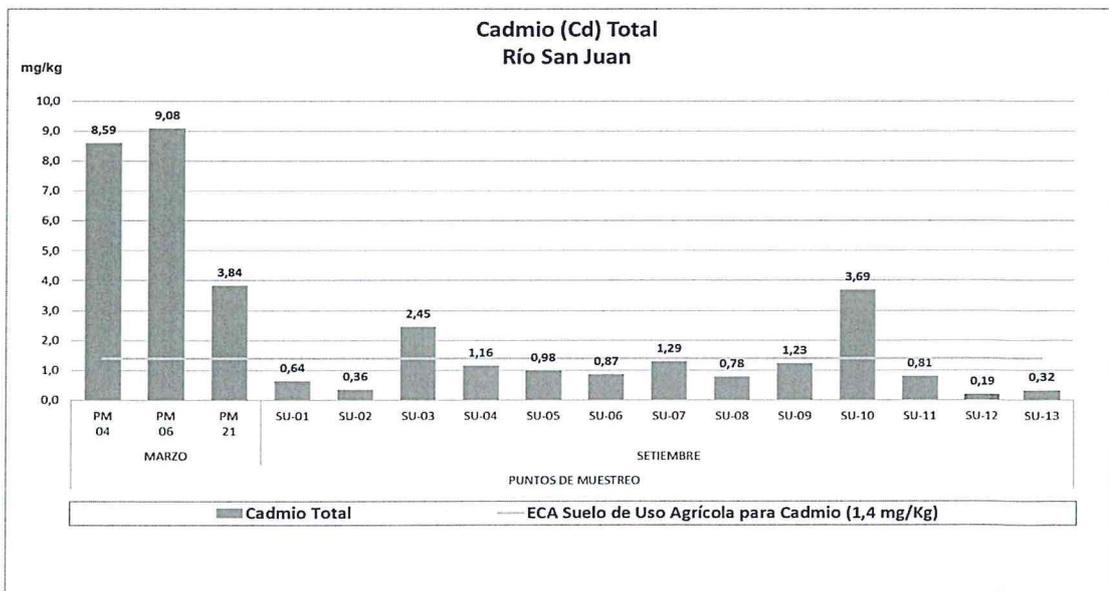


Fuente: Elaboración Propia.

**Cadmio total (Cd)**

316. Los resultados indican que los puntos de muestreo evaluados, PM-04 (8,59 mg/kg), PM-06 (9,08 mg/kg) y PM-21 (3,84 mg/kg), presentaron concentraciones de cadmio total que superaron los valores establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (1,4 mg/kg). Asimismo, el punto de muestreo SU-03 ubicado cerca a la Sociedad Minera el Brocal S.A.A. y el punto de muestreo SU-10 presentaron valores que superaron los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3-142: Resultado de análisis de cadmio (Cd) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



Fuente: Elaboración Propia



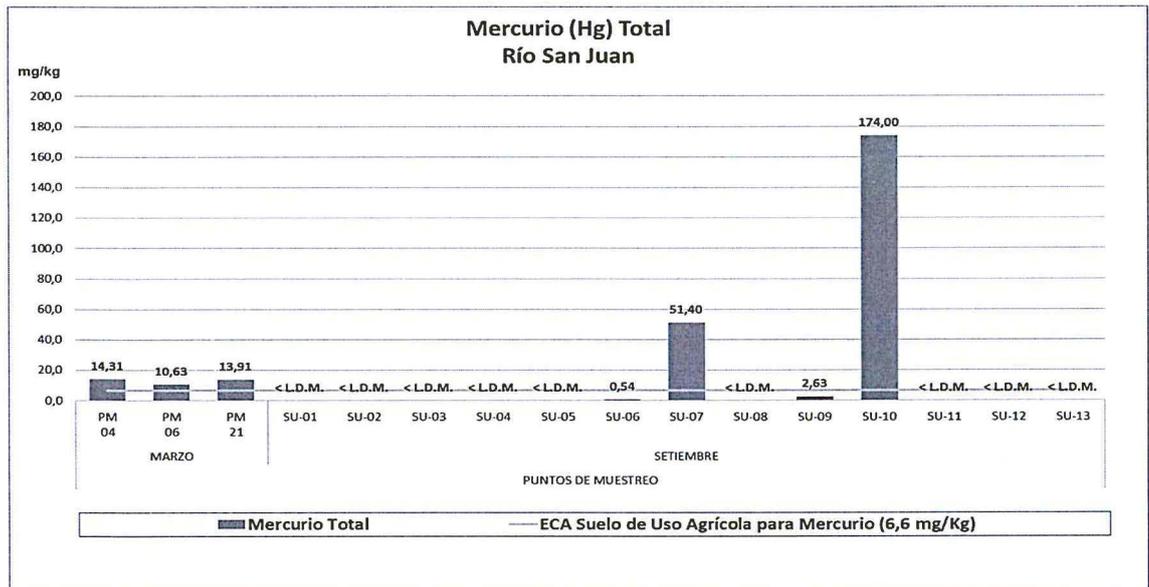
*Handwritten signatures and initials in blue ink.*

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

➤ **Mercurio total (Hg)**

317. En el Gráfico 3-143, los resultados indican que los puntos de muestreo evaluados, PM-04 (14,311 mg/kg), PM-06 (10,629 mg/kg) y PM-21 (13,914 mg/kg), presentaron concentraciones de mercurio total que superaron los valores establecidos en los ECA para Suelos de Uso Agrícola (6,6 mg/kg). De igual manera el punto de muestreo SU-07 ubicado cerca de la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. y el punto de muestreo SU-10 cuyas concentraciones superaron los ECA antes mencionados.

**Gráfico 3-143: Resultado de análisis de mercurio (Hg) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Plomo total (Pb)**

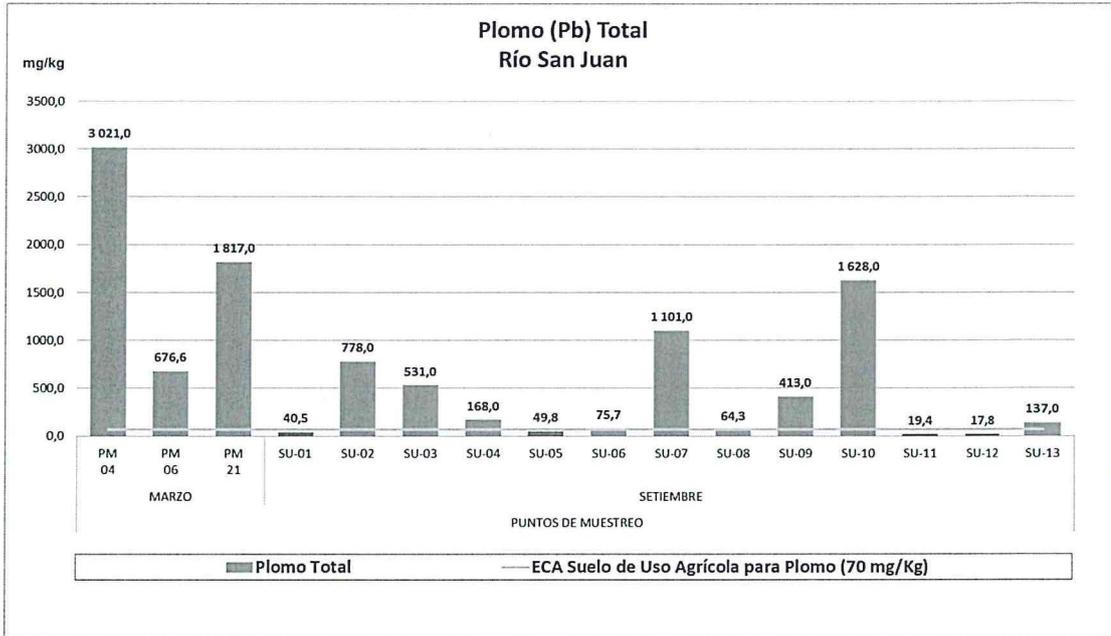
318. En el Gráfico 3-144, los resultados indicaron que las concentraciones de plomo total en los puntos de muestreo PM-04 (3021 mg/kg), PM-06 (676,6 mg/kg) y PM-21 (1817 mg/kg) superaron los valores establecidos en el ECA para Suelo de Uso Agrícola (70 mg/kg). De igual manera los puntos ubicados cerca de la Sociedad Minera El Brocal S.A. (SU-02 y SU-03), a la Central Hidroeléctrica de Jupayagra (SU-04), cerca al río San Juan (SU-06) a la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. (SU-07 y SU-09), en el punto SU-10 y el punto ubicado cerca de la laguna Yanamate (SU-13).



Handwritten signatures and initials in blue ink.

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Gráfico 3-144: Resultado de análisis de plomo (Pb) total comparados con los ECA para Suelo de Uso Agrícola, 2015.**



L.C.M.: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo empleado por el laboratorio.  
 Fuente: Elaboración Propia.

319. Asimismo, se realizó el análisis de diferentes metales tales como magnesio, calcio, potasio, sodio, fósforo, aluminio, antimonio, boro, cobalto, cobre, cromo, cerio, estaño, estroncio, hierro, litio, manganeso, molibdeno, níquel, plata, selenio, silicio, talio, titanio, vanadio y zinc, donde se pudo observar una alta concentración de hierro en los puntos de muestreo PM-04 y PM-06 con un valor de > 20 000 mg/kg MS en ambos puntos, asimismo el punto de muestreo PM-04 presentó una alta concentración de cobre con un valor de 1 480,2 mg/kg. Cabe señalar que actualmente estos parámetros no se encuentran dentro del ECA para Suelos de Uso Agrícola.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

## 4.0 CONCLUSIONES

### CALIDAD DE AGUA

- (i) La evaluación realizada en marzo indica que los valores de pH registrados en el río San Juan están en el rango alcalino. De los tres (3) puntos de muestreo analizados, el punto de muestreo PM-04 (aguas abajo de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.) superó los valores establecidos en los ECA para Agua de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Por otra parte, los valores obtenidos de conductividad eléctrica y oxígeno disuelto presentaron concentraciones que cumplieron con los valores establecidos en los ECA para Agua: Riego de vegetales y Bebida de Animales. Asimismo, en la evaluación realizada en el mes de junio, los valores de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto se encuentran dentro del rango establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, a excepción del punto de muestreo AG-RSJ-16 en el cual el valor de pH fue ligeramente ácido. Por otro lado, en la evaluación de setiembre los valores de pH en la mayoría de los puntos de muestreo fueron alcalinos, encontrándose fuera del rango establecido en dichos ECA antes mencionados. En el caso de las lagunas asociadas los valores de pH fueron alcalinos, excepto la laguna Yanamate, la cual presentó un pH ácido, por lo tanto, se encontraron fuera del rango establecidos en los ECA de la categoría 4 (Conservación del ambiente acuático – Lagunas y Lagos).
- (ii) Los parámetros fisicoquímicos en la evaluación realizada en el mes de marzo, el parámetro de demanda química de oxígeno presentó valores superiores a los Estándares de Calidad Ambiental para agua de la Categoría 3. Asimismo, para el mes de junio, los parámetros de: demanda química de oxígeno, carbonatos, nitritos, sulfatos, coliformes totales y coliformes termotolerantes, superaron los ECA para agua de la categoría 3 en el río San Juan (río principal). En los tributarios del río principal se encontraron concentraciones de sulfatos y aceites y grasas que superaron los ECA para agua de la categoría 3; y en las lagunas asociadas se encontraron aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno y nitrógeno amoniacal que superaron los ECA de la categoría 4. Finalmente, en el mes de setiembre, en el río San Juan se encontraron concentraciones de carbonatos, nitritos y sulfatos que superaron los ECA para agua de la categoría 3. En las lagunas asociadas al río San Juan, los parámetros de aceites y grasas, sólidos totales suspendidos y nitrógeno amoniacal superaron los ECA de la categoría 4.
- (iii) Las concentraciones de los metales analizados durante la evaluación de marzo, tales como hierro (Fe) y manganeso (Mn) excedieron los valores establecidos en los ECA para Agua: Riego de vegetales y bebida de animales en el punto de muestreo PM-06 (aguas debajo de la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A.), así como el punto de muestreo PM-04 que excedió los valores establecidos en los ECA de cobre (Cu) y manganeso (Mn). Asimismo durante la evaluación realizada en junio, las concentraciones de los metales cadmio (Cd), calcio (Ca), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y mercurio (Hg) en promedio exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales siendo el punto de muestreo AG-RSJ-16 el más afectado, probablemente la causa de ello sea producto de las actividades de extracción minero-metalúrgica lo cual se ve reflejado en la quebrada Quiulacocha o río Ragra (AG-QS3-20) la cual hace su



recorrido por áreas cercanas a la Compañía Minera Aurífera Aurex S.A. Dicha quebrada presentó concentraciones de metales que superaron los ECA para agua Categoría 3, los metales que superaron dicho ECA fueron arsénico (As), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y mercurio (Hg). Por otro lado, durante la evaluación realizada en el mes de setiembre, las concentraciones de los metales analizados tales como cadmio (Cd), calcio (Ca), cobre (Cu), manganeso (Mn), y zinc (Zn) en promedio excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para agua de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

## CALIDAD DE SEDIMENTOS

- (iv) De las evaluaciones ambientales realizadas entre los meses de marzo, junio y setiembre de 2015, se registraron altas concentraciones de metales totales como es el caso de cobre (Cu), cadmio (Cd), arsénico (As), plomo (Pb), zinc (Zn) y mercurio (Hg) en los sedimentos del río San Juan y de sus tributarios, como también en las lagunas asociadas al río San Juan. Estos metales excedieron referencialmente los valores ISQG y PEL establecidos en la norma de Canadá (CEQG). Dichos metales coinciden con los elementos metálicos que también excedieron los ECA para Agua en el río San Juan y sus tributarios, por lo que se estima que su aparición en sedimentos estaría prioritariamente asociada a su presencia en las aguas superficiales continentales en el área de estudio.

## HIDROBIOLOGÍA

### Lénticos

- (v) El fitoplancton de las dos evaluaciones estuvo dominado por las diatomeas, las cuales son algas comunes en ambientes turbios, con gran cantidad de partículas en suspensión y baja penetración de luz, y al ser altamente resistentes a condiciones adversas llegan a dominar a la comunidad fitoplanctónica. El mes de setiembre registró la menor diversidad; y, estadísticamente, las dos evaluaciones (junio y setiembre) se diferenciaron significativamente.
- (vi) El zooplancton de las dos evaluaciones estuvo dominado por rotíferos, aunque los artrópodos registraron el mayor número de especies; ambos son comunes en lagunas, siendo los rotíferos dominantes debido a su pequeño tamaño (microzooplancton) y gran abundancia, y los artrópodos son más diversos por los microhábitats y alimento disponible, pero menos abundantes debido a su gran tamaño (macrozooplancton). Cada mes estuvo caracterizado por asociaciones particulares de zooplancton: junio por rotíferos, y setiembre por artrópodos típicos de lagunas (cladóceros y copépodos). Además, el mes de junio registró la menor diversidad.
- (vii) Los macroinvertebrados bentónicos de las dos evaluaciones (junio y setiembre) estuvieron dominados por una asociación de anfípodos, caracoles e insectos acuáticos; en general, los caracoles se alimentan de materia orgánica y de detritus y la dominancia de este grupo estaría indicando un alto grado de eutrofia en el ambiente. En el mes de junio se registró la menor diversidad; y, estadísticamente, la comunidad fue muy similar en los dos meses evaluados.



- (viii) Los peces solo fueron evaluados en setiembre y estuvieron representados por *Orestias*, especies endémicas de lagunas altoandinas, y *Trichomycterus* también endémico de los andes.

### Lóticos

- (ix) El perifiton de las tres evaluaciones estuvo dominado por las diatomeas. En el mes de setiembre registró la mayor diversidad y el mes de marzo la menor, probablemente debido a la estacionalidad, y al bajo caudal, ya que durante la época seca (setiembre) la disponibilidad de sustratos aptos para que el perifiton colonice es mayor y la remoción de algas por la corriente es menor.
- (x) Los macroinvertebrados bentónicos de las tres evaluaciones estuvieron dominados por una asociación de anélidos, anfípodos e insectos acuáticos, frecuentes en ambientes enriquecidos orgánicamente y con densa vegetación, ya que son organismos oportunistas (principalmente los anélidos) con una clara adaptación a un extenso rango de condiciones ambientales. Los meses de marzo y setiembre registraron la mayor diversidad y el mes de junio la menor; y, estadísticamente, la comunidad fue muy similar entre evaluaciones.
- (xi) Los peces solo fueron evaluados en setiembre y estuvieron representados por *Orestias*, especie endémica de ambientes altoandinos, bagres (*Trichomycterus*), especie endémica de los andes, y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), especie introducida y muy común en los andes.

### CALIDAD DE SUELOS

- (xii) Las concentraciones de cianuro libre, cromo VI, arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) total determinadas en los puntos de muestreo adyacentes a la cuenca del río San Juan superaron en casi todos los casos los valores establecidos en los ECA para Suelos para uso agrícola. No se descarta que la misma mineralización de la zona pueda provocar dichos resultados, sin embargo, tampoco se puede descartar que dichos metales podrían estar directamente asociados al desarrollo de actividades mineras en el área de estudio del presente informe.

### 5.0 RECOMENDACIONES

- (xiii) El presente Informe constituye un primer diagnóstico ambiental de la cuenca del río San Juan, que únicamente contiene los resultados de la evaluación de zonas de influencia de actividades fiscalizables por el OEFA, siendo recomendable que se realicen estudios complementarios en áreas no intervenidas durante esta evaluación ambiental, al ser de competencia de otras entidades del Gobierno Nacional, Regional y Local, que tienen a su cargo la función fiscalizadora directa de otros sectores y actividades productivas.
- (xiv) En ese sentido, es pertinente remitir el presente informe a las siguientes entidades: (i) Dirección de Supervisión del OEFA, (ii) Autoridad Nacional del Agua, (iii) Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (iv) Gobierno Regional de Pasco, (v) Municipalidad Provincial de Pasco, y (vi) Municipalidad Distrital de Simón Bolívar, para los fines correspondientes.

## 6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades – ATSDR. 2004. Reseña Toxicológica el Mercurio (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.  
[http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf)

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades – ATSDR. 2004. Reseña Toxicológica del Cobre (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.  
[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts132.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.pdf)

Canadian Environmental Quality Guidelines – CEQG. 2011. Valores guía para la protección de la vida acuática (aguas continentales).

Canadian Council of Ministers of the Environment – CCME. 1995. Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Environmental Protection Agency – EPA. 1999. Methods for Chemical Analysis.

GRAU, M. 2003. "Toxicología ambiental. Evaluación de riesgo para la salud humana". México: McGraw Hill Interamericana.

J. BUNDSCHUH, A. PÉREZ CARRERA, M. I. LITTER. 2008. Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana. CYTED. ISBN 13 978-84-96023-61-1: 55 – 56.

LEYVA, R.; FLORES, J.; DÍAZ, P. Y BERBER, M. 2008. Adsorción de cromo (VI) en solución acuosa sobre fibra de carbón activado. Información Tecnológica: 19, 27 – 33.

MAGURRAN, ANNE. 2011. Medindo a Diversidade Biológica. Ed. da UFPR. ISBN 9788573352788. Pág. 117-119, 125, 126.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. 2010. Análisis del flujo de comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe: 35 – 37; 57 – 60.

RÍOS-TOUMA B., R. ACOSTA & N. PRAT. 2014. The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. Rev. Biol. Trop. Vol. 62 (Supl. 2): 249-273.

ROLDÁN, G. 2003. Bioindicación de la calidad del Agua en Colombia. Universidad de Antioquia, Colombia. 170 pp.

SELVI, K.; PATTABHI, S. Y KADIRVELU, K. 2001. Removal of Cr (VI) from aqueous solution by adsorption onto activated carbon. Biores. Technol: 80, 87-89.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

(macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente, 2014.

Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana - Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, 2012.

Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA: Protocolo nacional de monitoreo de la calidad de agua superficial, Autoridad Nacional del Agua - Ministerio de Agricultura, 2011.

Decreto Supremo N° 012-2008-EM: Reglamento de Participación Ciudadana para la realización de Actividades de Hidrocarburos - Ministerio de Energía y Minas, 2008.

## 7.0 ANEXOS

Anexo A: Reporte de campo.

Anexo B: Hojas de campo.

Anexo C: Informes de ensayo.

Anexo D: Cadenas de custodia.

Anexo E: Registro Fotográfico.

Anexo F: Planos SIG.

Anexo G: Certificado de acreditación del laboratorio otorgado por INACAL.

Anexo H: Certificados de calibración de equipos.

Anexo I : Lista de especies hidrobiológicas.

Anexo J: Biometría de peces y galería fotográfica.

