

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO
HUATANAY – PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHI**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE BIÓLOGO
PRESENTADA POR:**

Bach. Calvo Mamani Jhanet.

Bach. Polo Dolmos Zarela.

ASESOR:

M. Sc. Luciano Julián Cruz Miranda.

CO ASESORES:

M. Sc. Wilfredo Chávez Huamán.

Blga. Mariela Paredes Centeno.

CUSCO – PERÚ

2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Mgt. Luciano Julian Cruz Miranda, por su infinita paciencia, recomendaciones y tiempo dedicado durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al Mcs. Wilfredo Chávez Huamán por su gran apoyo, asesoramiento, aporte intelectual y predisposición a la realización de la investigación.

A la Blga. Mariela Paredes Centeno por sus recomendaciones, apoyo moral e incondicional y aporte intelectual para con el trabajo de investigación.

Al Ing. Gorky Flores, Qco. Nataly Valencia, Blga. Kelly Ochoa R., Bach. Nadya Vílchez R., Mgt. Olintho Aguilar C., Blgo. Álvaro Silva E., Blgo. Kenneth Salas J.; Dr. Alejandro Ttito T., Mgt. Violeta Zamalloa, y a las personas que gentilmente nos apoyaron en el último paso para la culminación del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

El éxito del presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres Zarela y Jorge por su gran apoyo y confianza, a mis queridos amigos que siempre estudiaron ahí con una palabra de aliento y a todos los que tuvieron fe en mí.

Zarela P.

Con mucho amor dedico el éxito de este trabajo a mis padres Martín y Juana por el estímulo de día a día para la culminación de la presente investigación, a mis compañeras de trabajo por su comprensión y apoyo moral.

Jhanet C.

ÍNDICE

	Pag.
Resumen.....	i
Introducción.....	ii
Justificación.....	iii
Objetivos.....	iv
Hipótesis.....	v

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Marco Normativo.....	6
1.3 Autoridades Ambientales Competentes	7
1.4 Fundamentos Teóricos	11
1.4.1 Agua.....	11
1.4.1.1 Características físicas del agua	11
1.4.1.2 Características químicas del agua	14
1.4.1.3 Características bacteriológicas del agua.....	18
1.4.2 Calidad de agua	22
1.4.2.1 Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA).....	23
1.4.2.2 Límites máximos permisibles (LMP).....	25
1.4.2.3 Índice de calidad ambiental (ICA)	25
1.4.3 Río	27
1.4.3.1 Clasificación de los ríos	28
1.4.3.2 Características hidráulicas del río	30
1.4.4 Contaminación	31
1.4.4.1 Contaminación del agua	31
1.4.4.2 Contaminación de ríos	32
1.4.5 Aguas Residuales	33
1.4.6 Materia Orgánica.....	37
1.4.7 Autodepuración de ríos	38
1.4.8 Agua y salud pública	39
1.4.9 Modelo	40
1.4.10 AQUATOOL+	41

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación.....	44
2.2 Zonificación del río.....	47
2.3 Accesibilidad.....	47
2.4 Río Huatanay.....	47
2.4.1 Usos del río Huatanay.....	48
2.4.2 Vertido de aguas residuales al río.....	49
2.5 Características de la cuenca del río Huatanay.....	49
2.5.1 Geología.....	49
2.5.1.1 Geomorfología.....	50
2.5.2 Hidrología.....	50
2.5.3 Clima.....	51
2.5.3.1 Temperatura.....	51
2.5.3.2 Precipitación.....	51
2.6 Ecología.....	53
2.6.1 Zonas de Vida.....	53
2.6.2 Cobertura vegetal.....	53
2.6.3 Fauna.....	55
2.7 Población.....	57
2.8 Residuos Sólidos.....	58

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.....	59
3.1.1 Material biológico.....	59
3.1.2 Equipos y aparatos.....	59
3.1.3 Material de vidrio.....	59
3.1.4 Reactivos.....	60
3.1.5 Medios de cultivo.....	60
3.1.6 Indumentaria de protección.....	61
3.1.7 Materiales auxiliares.....	61
3.2 Metodología.....	62
3.2.1 Determinación de las características hidráulicas.....	70
3.2.1.1 Caudal en el río y afluentes.....	70

3.2.1.2 Caudal en los vertidos.....	71
3.2.2 Determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.....	71
3.2.2.1 Determinación Parámetros Físicos	71
3.2.2.2 Determinación de Parámetros Químicos.....	74
3.2.2.3 Determinación de Parámetros Bacteriológicos.....	78
3.2.3 Determinación de Enterobacterias por pruebas Bioquímicas.....	79
3.2.4 Determinación de Índices de Calidad de Agua (ICA).....	80
3.2.5 Modelamiento del OD y DBO en el agua del río Huatanay y simulación de escenarios futuros.....	82

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Características hidráulicas del río Huatanay, afluentes y vertimientos	83
5.1.1 Caudal y velocidad del río Huatanay	83
5.1.2 Caudal y velocidad de los afluentes	86
5.1.3 Caudal de los vertimientos de aguas residuales.....	88
5.2 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua	90
5.2.1 Río Huatanay	90
5.2.2 Afluentes	121
5.2.3 Vertimientos	136
5.3 Identificación de enterobacterias por pruebas bioquímicas	164
5.3.1 Río Huatanay	164
5.3.2 Afluentes	165
5.3.3 Vertimientos	167
5.4 Índice de Calidad de Agua – ICA	168
5.4.1 ICA del río Huatanay	168
5.4.2 ICA de los afluentes	170
5.5 Modelamiento de la concentración de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno.....	171
5.5.1 Modelamiento de OD y DBO en el río Huatanay	171
5.5.2 Simulación de OD y DBO en el río Huatanay sin vertimientos y afluentes.....	182
5.6 Influencia del río Huatanay en el río Vilcanota como cuerpo receptor.	193
5.6.1 Caudal y velocidad del río Vilcanota.....	193
5.6.2 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del río Vilcanota	193

CONCLUSIONES.....	210
RECOMENDACIONES.....	212
BIBLIOGRAFÍA.....	213
ANEXOS	219

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: ECA para aguas. Categoría 1: poblacional y recreacional.....	23
Cuadro 2: ECA para aguas. Categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales.....	23
Cuadro 3: ECA para aguas. Categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales.....	24
Cuadro 4: ECA para aguas. Categoría 4: conservación del ambiente acuático.....	24
Cuadro 5: LMP para efluentes de PTAR.....	25
Cuadro 6: Enfermedades transmitidas por el agua contaminada	33
Cuadro 7: Composición típica de aguas residuales domesticas.....	34
Cuadro 8: Composición típica de las aguas residuales industriales	35
Cuadro 9: Efectos de las aguas residuales industriales	36
Cuadro 10: Composición típica de las aguas de escorrentía o pluviales	36
Cuadro 11: Accesibilidad a la cuenca del río Huatanay	47
Cuadro 12: Unidades geológicas	49
Cuadro 13: Temperatura y precipitación en el valle del Cusco (2000 - 2009)	52
Cuadro 14: Zonas de vida en la cuenca de Huatanay.....	53
Cuadro 15: Especies registradas en el cauce del río Huatanay	53
Cuadro 16: Especies registradas en el cauce del río Huatanay	55
Cuadro 17: Población por distritos en el área de estudio	57
Cuadro 18: Georeferenciación de puntos de muestreo en el río Huatanay	62
Cuadro 19: Georeferenciación de puntos de muestreo en afluentes	65
Cuadro 20: Georeferenciación de puntos de muestreo de vertidos.....	67
Cuadro 21: Georeferenciación de puntos de muestreo en el río Vilcanota.....	67
Cuadro 22: Registro de velocidad y caudal de puntos de muestreo en el río Huatanay- diciembre 2014 a noviembre 2015.....	83
Cuadro 23: Registro de caudal y velocidad de afluentes- diciembre 2014 a noviembre 2015	86
Cuadro 24: Registro de caudal de los vertimientos de aguas residuales- diciembre 2014 a noviembre 2015.....	88
Cuadro 25: pH del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	90
Cuadro 26: Temperatura del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015...92	
Cuadro 27: Conductividad del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.94	
Cuadro 28: Turbidez del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	96
Cuadro 29: Sólidos totales del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	98

Cuadro 30: Sólidos suspendidos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	100
Cuadro 31: Sólidos disueltos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	102
Cuadro 32: Oxígeno disuelto del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	105
Cuadro 33: Demanda bioquímica de oxígeno del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	107
Cuadro 34: Nitratos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	109
Cuadro 35: Fosfatos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	111
Cuadro 36: Sulfatos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	113
Cuadro 37: Coliformes totales del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	116
Cuadro 38: Coliformes termotolerantes del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	118
Cuadro 39: pH en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	121
Cuadro 40: Temperatura en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	122
Cuadro 41: Conductividad en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	123
Cuadro 42: Turbidez en afluentes periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	124
Cuadro 43: Sólidos totales en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	125
Cuadro 44: Sólidos suspendidos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	126
Cuadro 45: Sólidos disueltos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015 .	127
Cuadro 46: Oxígeno disuelto en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015 .	128
Cuadro 47: Demanda bioquímica de oxígeno en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	129
Cuadro 48: Nitratos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	130
Cuadro 49: Fosfatos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	131
Cuadro 50: Sulfatos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	132
Cuadro 51: Coliformes totales en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	133
Cuadro 52: Coliformes termotolerantes en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	134
Cuadro 53: pH en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	136
Cuadro 54: Temperatura en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015...	138
Cuadro 55: Conductividad en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.	140
Cuadro 56: Turbidez en vertimientos periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	142

Cuadro 57: Sólidos totales en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	144
Cuadro 58: Sólidos suspendidos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	146
Cuadro 59: Sólidos disueltos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	148
Cuadro 60: Oxígeno disuelto en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	150
Cuadro 61: Demanda bioquímica de oxígeno en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	152
Cuadro 62: Nitratos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	154
Cuadro 63: Fosfatos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	156
Cuadro 64: Sulfatos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	158
Cuadro 65: Coliformes totales en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	160
Cuadro 66: Coliformes termotolerantes en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	162
Cuadro 67: Diversidad de especies de enterobacterias del río Huatanay- diciembre 2014 a noviembre 2015	164
Cuadro 68: Diversidad de especies de enterobacterias de los afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	165
Cuadro 69: Diversidad de especies de enterobacterias de los vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	167
Cuadro 70: ICA del río Huatanay- diciembre 2014 a noviembre 2015	168
Cuadro 71: ICA de los afluentes- diciembre 2014 a noviembre 2015	170
Cuadro 72: Registro de velocidad y caudal de puntos de muestreo en el río vilcanota - diciembre 2014 a noviembre 2015	193
Cuadro 73: pH del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	193
Cuadro 74: Temperatura del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	194
Cuadro 75: Conductividad del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	195
Cuadro 76: Turbidez del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	196
Cuadro 77: Sólidos totales del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	197
Cuadro 78: Sólidos suspendidos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	198
Cuadro 79: Sólidos disueltos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	199

Cuadro 80: Oxígeno disuelto del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	201
Cuadro 81: Demanda bioquímica de oxígeno del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	202
Cuadro 82: Nitratos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	203
Cuadro 83: Fosfatos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	204
Cuadro 84: Sulfatos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	205
Cuadro 85: Coliformes totales del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	206
Cuadro 86: Coliformes termotolerantes del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	207
Cuadro 87: Diversidad de especies de enterobacterias del río Vilcanota - diciembre 2014 a noviembre 2015	208
Cuadro 88: ICA del río Vilcanota- diciembre 2014 a noviembre 2015	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Perfil del río Huatanay	63
Gráfico 2: Caudal del río Huatanay- diciembre 2014 a noviembre 2015.....	84
Gráfico 3: Velocidad del río Huatanay- diciembre 2014 a noviembre 2015	85
Gráfico 4: Caudal y velocidad de afluentes- diciembre 2014 a noviembre 2015.....	87
Gráfico 5: Caudal de vertimientos- diciembre 2014 a noviembre 2015	89
Gráfico 6: pH del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	91
Gráfico 7: Temperatura del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	93
Gráfico 8: Conductividad del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015...	95
Gráfico 9: Turbidez del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	97
Gráfico 10: Sólidos totales del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	99
Gráfico 11: Sólidos suspendidos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	101
Gráfico 12: Sólidos disueltos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	103
Gráfico 13: Oxígeno disuelto del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	106
Gráfico 14: Demanda bioquímica de oxígeno del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	108
Gráfico 15: Nitratos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	110
Gráfico 16: Fosfatos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	112
Gráfico 17: Sulfatos del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	114
Gráfico 18: Coliformes totales del Río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	117
Gráfico 19: Coliformes termotolerantes del río Huatanay: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	119
Gráfico 20: pH en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	121
Gráfico 21: Temperatura en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	122
Gráfico 22: Conductividad en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	123
Gráfico 23: Turbidez en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	124
Gráfico 24: Sólidos totales en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	125
Gráfico 25: Sólidos suspendidos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	126
Gráfico 26: Sólidos disueltos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015 .	127
Gráfico 27: Oxígeno disuelto en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015 .	128

Gráfico 28: Demanda bioquímica oxígeno en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	129
Gráfico 29: Nitratos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	130
Gráfico 30: Fosfatos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	131
Gráfico 31: Sulfatos en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	132
Gráfico 32: Coliformes totales en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	133
Gráfico 33: Coliformes termotolerantes en afluentes: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	134
Gráfico 34: pH en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	137
Gráfico 35: Temperatura en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015...	139
Gráfico 36: Conductividad en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.	141
Gráfico 37: Turbidez en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	143
Gráfico 38: Sólidos totales en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	145
Gráfico 39: Sólidos suspendidos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	147
Gráfico 40: Sólidos disueltos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	149
Gráfico 41: Oxígeno disuelto en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	151
Gráfico 42: Demanda bioquímica de oxígeno en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	153
Gráfico 43: Nitratos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	155
Gráfico 44: Fosfatos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	157
Gráfico 45: Sólidos disueltos en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	159
Gráfico 46: Coliformes totales en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	161
Gráfico 47: Coliformes termotolerantes en vertimientos: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	163
Gráfico 48: ICA del río Huatanay	169
Gráfico 49: ICA de los afluentes- diciembre 2014 a noviembre 2015.....	170
Gráfico 50: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	171
Gráfico 51: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	171
Gráfico 52: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	172
Gráfico 53: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	173
Gráfico 54: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	173

Gráfico 55: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	174
Gráfico 56: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	175
Gráfico 57: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	175
Gráfico 58: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	176
Gráfico 59: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	177
Gráfico 60: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	177
Gráfico 61: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	178
Gráfico 62: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	179
Gráfico 63: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	179
Gráfico 64: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	180
Gráfico 65: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	181
Gráfico 66: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	182
Gráfico 67: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	182
Gráfico 68: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	183
Gráfico 69: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	184
Gráfico 70: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	184
Gráfico 71: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	185
Gráfico 72: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	186
Gráfico 73: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	186
Gráfico 74: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	187
Gráfico 75: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	188
Gráfico 76: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	188
Gráfico 77: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	189
Gráfico 78: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	190
Gráfico 79: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2	190
Gráfico 80: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3	191
Gráfico 81: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1	192
Gráfico 82: pH del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	194
Gráfico 83: Temperatura del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015..	195
Gráfico 84: Conductividad del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	196
Gráfico 85: Turbidez del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	197
Gráfico 86: Sólidos totales del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	198

Gráfico 87: Sólidos suspendidos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	199
Gráfico 88: Sólidos disueltos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	200
Gráfico 89: Oxígeno disuelto del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	201
Gráfico 90: Demanda bioquímica de oxígeno del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	202
Gráfico 91: Nitratos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	203
Gráfico 92: Fosfatos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	204
Gráfico 93: Sulfatos del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	205
Gráfico 94: Coliformes totales del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015	206
Gráfico 95: Coliformes termotolerantes del río Vilcanota: periodo diciembre 2014 – noviembre 2015.....	207
Gráfico 96: ICA del río Vilcanota.....	209

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación del programa Icatetest V1.0 – Ingreso de datos.....	81
Figura 2: Aplicación del programa Icatetest V1.0 – Resultados	82

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Mapa hidrográfico de la cuenca del Huatanay.....	46
Mapa 2: Puntos de muestreo en el río Huatanay	64
Mapa 3: Puntos de muestreo de afluentes.....	66
Mapa 4: Puntos de muestreo en vertimietos	68
Mapa 5: Puntos de muestreo en el río Vilcanota.....	69

RESUMEN

El presente estudio sobre la Evaluación de la Contaminación del río Huatanay se realizó en el periodo diciembre 2014 a noviembre 2015, con la finalidad de valorar la contaminación del río, cuya influencia afecta la calidad del río Vilcanota; se tomaron en cuenta los puntos de muestreo preestablecidos por la E.P.S. SEDA CUSCO S.A. utilizando como indicadores de contaminación parámetros de calidad físicos, químicos y bacteriológicos (pH, temperatura, conductividad, turbidez, OD, DBO, sólidos totales, suspendidos y disueltos, nitratos, fosfatos, sulfatos, coliformes totales y coliformes termotolerantes), siguiendo la metodología según los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012; adicionalmente se identificó las especies de bacterias por diferenciación bioquímica, identificando gran diversidad de especies altamente patógenas. Todas estas evaluaciones se realizaron en los laboratorios de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) siguiendo la metodología específica.

La caracterización física, química y bacteriológica de las aguas muestra valores muy altos por encima de los ECAs, denotando que el río se encuentra altamente contaminado, así como los vertidos de aguas residuales y afluentes perjudicando la autodepuración. En cuanto a los valores de ICA, el río Huatanay es de “mala” a “muy mala” calidad.

Paralelamente se realizó el modelamiento y simulación de la contaminación del río mediante el programa AQUATOOL+, que permite observar el comportamiento del OD y DBO a lo largo de un año, para luego simular un escenario óptimo sin afluentes ni vertimientos; obteniendo como resultado, que a pesar de ello el río no logra recuperarse, por lo tanto se concluye, que el río Huatanay ha superado su capacidad de recuperación natural y necesita intervención para mejorar la calidad de sus aguas ya que representa un perjuicio para la salud de la población de las provincias de Cusco y Quispicanchis, puesto que son utilizadas para riego de cultivos, pastoreo de ganado en las orillas.

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es un elemento vital e indispensable, ampliamente distribuido en lagos, lagunas y ríos, en la actualidad la demanda de este recurso ha aumentado debido a la industrialización, intensificación de la agricultura y la explosión demográfica; actividades que contaminan a través de descargas residuales; causando preocupación, por la baja calidad que influye en la salud pública.

Según el PNUMA, el 90% de las aguas residuales a nivel mundial son vertidas directamente a los ríos y arroyos que finalmente desembocan en el mar y para Latinoamérica y el Caribe se estima que solo un 2% de las aguas residuales generadas reciben un tratamiento adecuado (PNUMA, 2000).

Estos residuos líquidos ricos en materia orgánica presentan una alta demanda de oxígeno, lo que provoca la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, a su vez, permite la proliferación de bacterias anaerobias, cuyo producto final de su actividad son el sulfuro de hidrógeno, metano y amoníaco (Gerad, 1999).

Actualmente la E.P.S. Seda Cusco S.A. a través de la PTAR San Jerónimo - Cusco procesa el 85% de las aguas residuales de la ciudad, vertiendo agua tratada al río que influye positivamente en la dilución de la materia orgánica.

En el presente estudio se utilizó como herramienta AQUATOOL+, para analizar el comportamiento de la calidad del agua, referido al oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno. Igualmente permite simular la calidad del agua, el efecto de vertidos y demostrar el comportamiento de las variables oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el espacio y el tiempo, desde la naciente hasta la desembocadura del río Huatanay.

Debido a la problemática que representa la contaminación por aguas residuales vertidas directamente al río, se realizó el presente trabajo de investigación, para conocer la calidad del agua, modelar y simular escenarios futuros, el mismo que se desarrolló en el periodo de diciembre de 2014 a noviembre de 2015.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo está orientado a una evaluación de manera completa y actualizada de los parámetros pH, temperatura, conductividad, turbidez, OD, DBO, sólidos totales, suspendidos y disueltos, nitratos, fosfatos, sulfatos, coliformes totales y coliformes termotolerantes del río Huatanay, vertimientos y afluentes, más aún enfatizando en la calidad de agua que vierte la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR); ya que la situación actual del río representa un alto riesgo para el ambiente y la salud, fue necesario evaluar su contaminación desde la naciente hasta la desembocadura, aplicando por primera vez el Modelamiento para la contaminación mediante el programa AQUATOOL+ y el uso de los software GESCAL y SIMGES. El modelamiento permite simular condiciones actuales y futuras, de manera que es posible suponer escenarios especialmente en condiciones favorables, los cuales ayudan a predecir las variaciones que sufrirían los diversos parámetros de calidad de agua en el cuerpo acuático de estudio.

De esta manera es tan necesario determinar las características hidráulicas, los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del río, afluentes y vertimientos, como también, determinar el índice de calidad y cómo el aporte del Huatanay afecta la calidad del río Vilcanota, consecuentemente, esta información permitirá elaborar un plan de manejo, que conlleve a la descontaminación y el mejoramiento de la calidad de este cuerpo de agua, de esta manera las autoridades locales y regionales podrán definir en sus políticas de desarrollo proyectos de nuevas plantas de tratamiento en Cusco y la región, que ayuden a disminuir la contaminación en el cuerpo de agua y evitar el deterioro del río Vilcanota y otros cursos de agua, con lo que se pretende mejorar la calidad de vida de la población y un desarrollo sostenible del ecosistema.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la contaminación y comportamiento espacio – temporal, del río Huatanay desde su nacimiento hasta su desembocadura; en las provincias de Cusco y Quispicanchi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar las características hidráulicas del río Huatanay, afluentes y vertimientos.
2. Evaluar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua del río, afluentes y vertimientos.
3. Identificar las enterobacterias presentes en las aguas del Huatanay, afluentes y vertimientos, mediante pruebas bioquímicas.
4. Determinar el índice de calidad de agua – ICA del río Huatanay y afluentes.
5. Modelar el comportamiento del OD y DBO en el agua del río Huatanay y simular escenarios futuros sin vertimientos ni afluentes.
6. Evaluar la influencia del río Huatanay en el río Vilcanota como cuerpo receptor.

HIPÓTESIS

Los afluentes y vertimientos de aguas residuales son fuente de contaminación de las aguas del río Huatanay al alterar su calidad.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

INTERNACIONALES

- **BAZÁN R. y col. (2005). ARGENTINA.** Realizaron teledetección y modelado numérico para el análisis de la calidad del embalse Los Molinos, ubicado en la provincia de Córdoba en Argentina, en la que fueron observando desde hace 3 décadas signos de eutrofización y periódicos florecimientos de algas. El modelo utilizado para este trabajo fue FLUX, con el objetivo de conocer la carga de Fósforo total que presentaba el embalse, para ello se fijaron 6 estaciones de muestreos tomando en consideración los diferentes parámetros para la evaluación de la calidad de agua. Verificaron que en la temporada de estiaje se incrementó la cantidad de nutrientes confiriéndole al cuerpo de aguas las condiciones favorables para el crecimiento de algas. Y a través de la teledetección, utilizado como herramienta, por medio de sensores remotos de indicadores de clorofila, se dio seguimiento y se permitió cuantificar, así como, permitió mapear la distribución espacial de la clorofila, concluyendo que los resultados de la teledetección y el modelo matemático se complementaron satisfactoriamente.
- **CAMACHO L. A. y col. (2000). COLOMBIA.** Realizó la modelación dinámica de la calidad del agua del río Bogotá en Colombia, utilizando el modelo AMQQ para la evaluación de la calidad de aguas, debido a que las aguas residuales industriales y domésticas se vierten en un 90% a los ríos sin ningún tratamiento, los mismos que reciben tratamiento deficiente en cuanto a su capacidad y no cumplen con el proceso de tratamiento de parte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Tomaron 5 puntos de muestreo, cuya mayor contaminación se presenta en los últimos tres puntos de muestreo, para los cuales el modelamiento permite dimensionar y diseñar soluciones estructurales como plantas de tratamiento y no estructurales como tecnologías de producción más limpias.

- **ESPINOSA P. (2008). COLOMBIA.** Realizó el modelamiento de la parte baja del río Palo, ubicado al norte del departamento de Cauca en Colombia, el modelo para la simulación fue QUAL2K, concluyendo que uno de los factores más importantes que afecta la calidad de agua en el río Palo es el uso del suelo con abonos y fertilizantes artificiales, puesto que en ausencia de este tipo de vertidos el perfil de OD decrece significativamente a lo largo del río debido a la acumulación de excedentes de riego que incorporan materia orgánica y nutrientes que ocasionan el consumo de OD. Recomendando para el 4to tramo evaluado, se realice un tratamiento de agua de manera cuidadosa debido a la incorporación de diversos vertimientos industriales, que según el modelamiento con una remoción del 80% se conseguiría una calidad de agua con 4 mg/L de OD.

- **SANTOS T. y CAMACHO L. A. (2009). COLOMBIA.** Realizaron el modelamiento dinámico de la calidad del agua con efluentes de curtiembres, estudió el caso de la Cuenca Alta del río Bogotá en Colombia. El río Bogotá cuenta con los vertimientos de alrededor de 170 curtiembres y aguas residuales municipales. El modelo que utilizaron fue AMQQ y evaluaron los cloruros, cromo, DBO, DQO, sólidos totales, sólidos disueltos y sólidos suspendidos, sulfatos, sulfuros, nitrógenos, grasas y aceites, las mismas que permitieron predecir la recuperación de la calidad del agua con un tratamiento biológico secundario, salvo el caso del parámetro de Cloruros, recomendando que las curtiembres existentes a lo largo del río deberían desechar sus aguas debidamente tratadas, caso contrario se afectaría la calidad del río.

- **VALCÁRCEL L. (2010). CUBA.** Realizó el modelamiento de la calidad de agua en el segmento medio del río Luyanó, ubicado en la ciudad de La Habana en Cuba, quien colecta aguas residuales domésticas desde su nacimiento. Utilizando tres parámetros que caracterizan la calidad de agua, se trata del oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y amonio, empleando el software RIOSEP®V2.0, también se determinaron parámetros hidrodinámicos y la estimación del análisis físico químicos. Se

tomaron en cuenta 5 estaciones de muestreo, cuyo resultado describe en más de 90% el comportamiento de la DBO y del OD, y en más del 65% el comportamiento del amonio, por lo que se concluye que logra la caracterización del proceso de autodepuración y el balance de oxígeno en las aguas del río, ello sirvió para diseñar estrategias de recuperación de ecosistemas afectados.

- **VÉLEZ C. y col. (2001). COLOMBIA.** Realizaron el modelamiento de la calidad del agua del río Cauca en Colombia, cogiendo como zona de estudio el tramo Salvajina- La Virginia del río Cauca, debido a que presenta un agotamiento en la concentración del OD, como consecuencia de las múltiples descargas de aguas residuales e industriales. En este tramo se hallaron 12 industrias, 31 ríos tributarios y 5 municipalidades, por ello fue necesario tomar 19 estaciones de muestreo a lo largo de la zona de estudio, tomando en cuenta la temperatura, DBO y OD para la evaluación de la calidad del agua y el modelamiento con el modelo matemático MIKE 11, también tomaron en consideración el caudal.

NACIONALES

- **ANTAMINA. S. A. (1999) ANCASH.** La mina ANTAMINA, que se encuentra en Ancash, es productor principal de Cobre, Zinc y Molibdeno, en la realización del proyecto ejecutaron un plan de modelamiento de los índices de calidad incluyendo parámetros de Zinc, Cobre, Molibdeno y otros, con la finalidad de predecir las condiciones futuras de las aguas del río afluente, las predicciones se realizaron para el año 5^{to}, para el año 10^{mo}, para el año 24^{avo} y para después de su cierre, teniendo como base los resultados de muestreo realizados durante un año (1997 - 1998). Concluyeron prediciendo que, hasta el año 5^{to} las aguas receptoras presentarán concentraciones dentro de los lineamientos de calidad de aguas establecidos, sin embargo, desde el 10^{mo} año hasta después del cierre de la mina, las concentraciones alcanzarán un punto ligeramente elevado en consideración de las concentraciones antes de ser minado.

REGIONALES

- **CÁCERES A. (1994). CUSCO.** Utilizando dos métodos de muestreo, inoculación directa y mecha de algodón, aisló Salmonella de las aguas servidas del río Huatanay, tomando como puntos de muestreo el Ovalo de Ttio, Aeropuerto y San Sebastián, siendo la de mayor eficiencia la técnica de inoculación directa. Concluye que Salmonella se encuentra en un 43.33% con respecto al total de muestras a lo largo del río, además que a través de la técnica de inoculación directa se obtuvo un 53.3% de efectividad.

- **CENTRO GUAMÁN POMA DE AYALA (2004). CUSCO.** De los monitoreos realizados en el río Huatanay, reportaron concentraciones de Oxígeno Disuelto de 11.29 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno de 4.18 mg/L, Nitratos de 0.24 mg/L, pH de 8.31, Coliformes Totales de 17.220 NMP/100ml y Coliformes Fecales de 8.580 NMP/100ml, por lo que concluyeron que la contaminación del río Huatanay supera las concentraciones establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de clase III y que la contaminación de las aguas es de manera general desde la localidad de Chocco en el distrito de Santiago hasta la localidad de Huambutío.

- **ESCALANTE R. (1997). CUSCO.** Evalúa la velocidad de extinción de los coliformes fecales en el río Huatanay bajo condiciones de laboratorio mediante el modelo matemático sugerido por Fair en 1996. Realiza por primera vez en nuestro medio el cálculo de extinción bacteriana y el índice de biomasa, así como usa a *Escherichia coli* para evaluar la toxicidad del agua, todo para las aguas del río Huatanay llegando a la conclusión que la velocidad de extinción de coliformes fecales fluctúa entre 0.052 y 0.083 coliformes fecales y que el afluente de mayor contaminación fecal fue el río Cachimayo.

- **GONZÁLEZ C. (1997). CUSCO.** En su investigación bacteriológica en el río Vilcanota, determinó que posee microorganismos aerobios mesófilos viables entre $1.18 \times 10^2 - 10 \times 10^4$, superando de este modo los estándares para aguas de consumo. Así mismo, el NMP de enterococos se halla por encima

de 1100, lo que no permite ser utilizado para actividades de riego, además que la presencia de *Salmonella* y *Vibrio cholerae* se halla en 4.4% y 3.3% respectivamente, concluyendo que estas aguas no pueden ser utilizadas para riego y mucho menos para consumo sin antes ser purificadas y que el principal aportador de contaminantes es el río Huatanay.

- **MAMAMI R. y QUISPE G. (2013). CUSCO.** Evaluaron y monitorearon las descargas de aguas residuales de la cuenca del río Vilcanota, en el sector: Sicuani - Ollantaytambo, estableciendo 18 estaciones de muestreo. Los parámetros considerados dentro del estudio son: caudal, oxígeno disuelto, temperatura, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, sólidos totales en suspensión, DBO₅, DQO, nitratos, fosfatos, sulfatos y coliformes, siguiendo los métodos estandarizados por los Standard Methods y APHA. Los resultados de la evaluación realizada mostraron valores de caudal de efluentes residuales para Sicuani 15.8 lt/s, Urcos 5.4 lt/s, Huatanay 6617.7 lt/s, Calca 7.1 lt/s, Urubamba 12.6 lt/s y Ollantaytambo 5.6 lt/s, el número de coliformes totales y termotolerantes superan los 1.0E+04 NMP/100mL determinando que el Río Vilcanota no cumple con los ECAs-Agua categoría 3, por consiguiente, las aguas del río Vilcanota no son aptas para riego de vegetales ni para la bebida de animales.

1.2 MARCO NORMATIVO

- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611): El Art. N° 120, manifiesta que, el estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reúsa.
- Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338): Regula el uso y gestión de los recursos hídricos, que comprende agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. También establece que, La Autoridad Nacional del Agua autoriza que los vertimientos de agua residual tratadas a un cuerpo natural de agua continental o marina deben tener previa opinión técnica de manera favorable por parte de las autoridades ambientales y de salud sobre el cumplimiento de los ECA y Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR.
- Ley General de Salud (Ley N° 26842): establece que, en todo el país el Ministerio de Salud es el sector competente para dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes contaminantes, incluyendo la contaminación de aguas. En el artículo 104, aclara que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos y /o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. Y en su Artículo 107, establece que el abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta el MINSA.
- Decreto Supremo N° 002- 2008- MINAM: Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua.
- Decreto Supremo N° 023- 2009- MINAM: Aprueba la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua a partir de 1ro de abril del 2010. Se especifican criterios y consideraciones a tener para la asignación de categorías de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso, la

implementación de los ECAs en zonas intangibles, la delimitación de la zona de mezcla y los criterios y exigencias a tener para el vertimiento de efluentes en los cuerpos receptores; finalmente se establecen las técnicas de análisis que deben ser utilizadas para el análisis de los parámetros organolépticos, físico-químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos establecidos en cada categoría de uso del agua.

- Decreto Supremo N° 003- 2010- MINAM: Aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales.
- Decreto Supremo N° 0261-69-AP. Artículo 57: Sobre el Reglamento de Preservación y Conservación de Aguas, indica que ningún vertimiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos podrá ser efectuado en las aguas marítimas o terrestres del país, sin la previa aprobación de la autoridad sanitaria y en el artículo N° 58, todo proyecto de vertimiento de desagües domésticos, industriales, de poblaciones u otros deberá ser aprobado por la autoridad sanitaria, previo a cualquier trámite de aprobación, licencia o construcción.

1.3 AUTORIDADES AMBIENTALES COMPETENTES

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Es el ente rector de los asuntos relacionados al sector saneamiento, encargado de formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisar la política nacional en dicho sector, así como evaluar permanentemente sus resultados adoptando las correcciones y medidas correspondientes. Generar las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad. Asignar los recursos económicos a los gobiernos locales para la construcción de obras de saneamiento, otorgar la certificación ambiental a dichos proyectos, fiscalizar el cumplimiento de los compromisos ambientales, contenidos en los instrumentos de gestión ambiental de los proyectos de saneamiento y de los LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (Ministerio de Vivienda, 2014).

- Autoridad Nacional del Agua (ANA): Autoriza los vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la DIGESA, del MINSA y de la autoridad ambiental sectorial. Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de aguas e impone sanciones y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados. Autoriza el reúso de agua residual, bajo previa acreditación de que no se pondrá en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la fauna y flora (ANA, 2014).
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA): ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en los referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de sectores como la mediana y gran minería, hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembres de la industria manufacturera. Estos deben cumplir con no exceder los LMP para los efluentes que generan antes de que sean descargados a la red de alcantarillado o a los cuerpos receptores, así como aplicar sanciones en caso de excesos (OEFA, 2014).
- Ministerio de Salud: a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), tiene la función de establecer las normas técnicas sanitarias para el abastecimiento de agua para consumo humano, y el manejo, reúso y vertimiento de aguas residuales domésticas y disposición de excretas. Así mismo, vigila la calidad sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento para la protección de la salud de la población. También, diseña e implementa el sistema de registro y control de vertimientos con relación a su impacto en el cuerpo receptor (MINSA, 2014).
- Gobiernos Regionales

En el artículo 53 de la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867, indica que, la gestión regional se caracteriza por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los

objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad. Menciona las siguientes funciones:

- a) Formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas en materia ambiental y de ordenamiento territorial, en concordancia con los planes de los Gobiernos Locales.
- b) Implementar el sistema regional de gestión ambiental, en coordinación con las comisiones ambientales regionales.
- c) Formular, coordinar, conducir y supervisar la aplicación de las estrategias regionales respecto a la diversidad biológica y sobre cambio climático, dentro del marco de las estrategias nacionales respectivas.
- d) Promover la educación e investigación ambiental en la región e incentivar la participación ciudadana en todos los niveles.
- e) Controlar y supervisar el cumplimiento de las normas, contratos, proyectos y estudios en materia ambiental y sobre uso racional de los recursos naturales, en su respectiva jurisdicción. Imponer sanciones ante la infracción de normas ambientales regionales. (Ley N°27867, 2002).

➤ Gobiernos Provinciales

En el Artículo 80 de la Ley Orgánica de Municipalidades, ley N° 27972, que, en materia de saneamiento, salubridad y salud, las municipalidades deben cumplir las siguientes funciones:

- Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
- Regular y controlar la emisión de elementos contaminantes a la atmósfera y el ambiente.
- Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
- Proveer los servicios de saneamiento rural cuando éstos no puedan ser atendidos por las municipalidades distritales o centros poblados

rurales, y coordinar con ellas para la realización de campañas de control de epidemias y sanidad animal.

- Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales, los organismos regionales y nacionales pertinentes.
(Ley N° 27972, 2003).

➤ **Gobiernos Distritales**

En el Artículo 80 de la Ley Orgánica de Municipalidades, ley N° 27972, que, en materia de saneamiento, salubridad y salud, las municipalidades deben cumplir las siguientes funciones:

- Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
- Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.
- Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades provinciales y los organismos regionales y nacionales pertinentes. (Ley N° 27972, 2003).

1.4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.4.1 AGUA

El agua es indispensable para toda forma de vida y uso diario de la población, las posibilidades de desarrollo de un país y su población dependen del agua, de su calidad y de su uso racional. Según las Naciones Unidas 2012, el agua apta para uso humano, corresponde a una parte muy pequeña del total y su escasez no se debe sólo a las condiciones naturales de determinadas regiones, sino tiene mucho que ver el aumento de la población, el despilfarro y la contaminación de este recurso. Ante esta situación, la Asamblea General de las Naciones Unidas determinó que el 22 de marzo de cada año como el Día Mundial del Agua, exigiendo su conservación y cuidado.

El agua es un recurso renovable, se recicla naturalmente mediante el ciclo hidrológico, el tiempo de residencia de las aguas superficiales suele ser corto en comparación de las aguas subterráneas, esta forma de reciclaje renueva los recursos hídricos y proporcionan un abastecimiento continuo potencial. Los principales procesos de consumo de los recursos hídricos pueden ser el uso doméstico, uso industrial, riego en la agricultura, producción de energía, transporte y /o navegación, recreación, entre otros, que producen grandes cantidades de residuos para los cuales las vías fluviales naturales constituyen conductos de eliminación baratos y siempre disponibles, por ello el tratamiento de las aguas residuales resulta fundamental (Gerad, 1999).

1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

✓ OLOR

El agua pura es inodora, los olores en el agua ocurren debido a la presencia de diferentes sustancias, generalmente orgánicas, aunque algunas sustancias inorgánicas también producen olores, así como el sulfuro de hidrógeno con su típico olor a huevo podrido, la evaluación del olor depende únicamente del

sentido del olfato, aunque los órganos del gusto y del olfato son notablemente sensibles, pero no precisos.

Las pruebas de sabor y olor sirven para comprobar la calidad del agua en una planta potabilizadora, de agua tratada y para definir fuentes de contaminación. (APHA, AWWA, & WEF, 2012).

Los olores, se debe a fuentes naturales que incluyen gases, sales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y compuestos procedentes de la actividad vital de los organismos acuáticos, así mismo la mayoría de las sales, producen un olor salado o metálico por la presencia de Fe, Mn y Zn. Así como, los detergentes generan olor (Romero, 2007).

✓ **COLOR**

El color del agua es incoloro, su coloración puede deberse a la presencia de sustancias en disolución y materia en suspensión observada en la muestra original sin filtrarla ni centrifugarla. Por ejemplo, una coloración verde por la suspensión de algas, una coloración amarilla o parda debida a formas solubles de Hierro y Manganeso y tonos amarillos debido a desechos de cromato (APHA, AWWA, & WEF, 2012).

✓ **CONDUCTIVIDAD**

Es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, esta corriente eléctrica depende de la presencia de iones disueltos, de su concentración absoluta y relativa, su movilidad y su valencia, de la temperatura y de la viscosidad de la solución. Este parámetro sirve para estimar el contenido total de constituyentes o solutos iónicos.

En el control de agua potable, permite descubrir variaciones causadas por infiltraciones de agua mineralizada diferentes y a menudo contaminadas. En las aguas residuales, a pesar de que se puedan presentar altas concentraciones de sólidos disueltos, los valores de conductividad pueden ser bajos porque la materia orgánica y coloidal son generalmente malas conductoras de corriente eléctrica (APHA, AWWA, & WEF, 2012).

✓ **TEMPERATURA**

La temperatura afecta la energía cinética de los reactivos, así como la estabilidad y actividad de las enzimas que participan en reacciones bioquímicas, por lo que ejerce una marcada influencia sobre la reproducción, crecimiento y el estado fisiológico de todo ser vivo, las bacterias son un claro ejemplo de ello, quienes demuestran una capacidad extraordinaria para vivir y reproducirse a lo largo de un amplio rango de temperaturas.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores del recurso hídrico, como el pH, oxígeno disuelto.

Las descargas de aguas con temperaturas altas, resultante de descargas industriales, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor resulta útil para evaluar los efectos sobre éste (Metcalf & Eddy, 1993).

✓ **TURBIEDAD**

La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica, hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de transmitirse sin alguna alteración a través de una muestra, por ello, cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbiedad.

La turbiedad del agua es producida por materia suspendida y coloidal como arcillas, limo, cieno o materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos solubles, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estos componentes varía desde 0,1 – 1000 nm (nanómetros) de diámetro (APHA, AWWA, & WEF, 2012).

Las consecuencias por los niveles altos de turbidez, se deben a que las partículas en suspensión impiden el paso de la luz, provocando la disminución de la actividad fotosintética en plantas y algas, los organismos fotosintéticos producirán menos oxígeno y con ello bajarán los niveles de Oxígeno Disuelto, así mismo, como estas partículas absorben calor de la luz solar, hacen que las

aguas turbias aumenten su temperatura y provoquen la reducción de la concentración de oxígeno disuelto en el agua. (Metcalf & Eddy, 1993).

✓ **SOLIDOS TOTALES**

Es un parámetro que permite estimar los contenidos de materia disuelta y suspendida presente en un cuerpo de agua, por ende, es la sumatoria de los sólidos disueltos y sólidos suspendidos; su resultado está condicionado por la temperatura y la duración de su desecación, por lo tanto, toda materia, excepto el agua contenida en un sistema líquido, es considerada como materia sólida la misma que puede afectar la calidad del agua (EPA, 2007).

✓ **SOLIDOS DISUELTOS TOTALES**

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que se encuentran disueltas en el agua. Se ha encontrado que existe una correlación directa entre la conductividad y concentración de SDT para cuerpos de aguas dulces y salobres (pero no para ambientes hipersalinos con salinidad > 5%). Las fuentes principales de los SDT pueden ser aguas residuales domésticas e industriales, escorrentía urbana y fuentes naturales, en esta última, la concentración de SDT puede variar de una zona geológica a otra debido a la diferencia en la solubilidad de los minerales (OMS, 2003).

✓ **SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES**

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), son producto de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton. Los SST tales como el limo y la arena, son generalmente responsables de impurezas visibles, la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición, pero pueden ser identificadas con la descripción de parámetros como turbidez del agua (Sawer, Mccarty, & Parkin, 1994).

1.4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

✓ **OXÍGENO DISUELTO (OD)**

Es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelta en el agua, su concentración principalmente se debe a la solubilidad del oxígeno atmosférico,

la cual depende de la presión parcial de la atmósfera y de la temperatura, que por procesos de difusión e influida por las turbulencias es incorporada a los cuerpos de agua, así mismo, la concentración de oxígeno disuelto en el agua se debe minoritariamente a los procesos de fotosíntesis. Por consiguiente, en un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno, lo último está relacionado a los procesos de respiración, descomposición de materia orgánica.

El análisis de OD es una prueba clave en la calidad del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales. Es conveniente tener cantidades suficientes de OD durante el tratamiento de las aguas residuales para evitar la formación de olores y sabores desagradables a causa de la potencial producción de sulfuro de hidrógeno y otros compuestos de azufre.

Los niveles de Oxígeno Disuelto son críticos en época de estiaje, debido a que las temperaturas se incrementan y el caudal de los cursos de agua son menores por la disminución de precipitaciones pluviales, por tanto, la temperatura incide fuertemente en la solubilidad del oxígeno en el agua (OMS, 2012).

✓ **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)**

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica por la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios. En términos generales, la DBO expresa la concentración de materia orgánica, pero no indica su composición, la cual es muy variada, la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o subproductos de degradación como aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, entre otros componentes propios de los vegetales.

El incremento de DBO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, debido a la putrefacción de la materia orgánica y eliminación de gases como metano y sulfuros.

La valoración de la DBO, sirve para determinar la concentración de oxígeno que se requerirá para degradar biológicamente la materia orgánica. (Metcalf & Eddy, 1993).

✓ **POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH)**

Referido a la concentración del ion hidrógeno, indica el comportamiento de la condición ácida o alcalina de una solución (a una temperatura determinada); es decir su tendencia de dar o recibir iones hidrógeno. Es un parámetro importante que define la calidad de las aguas naturales como residuales.

El pH de los cuerpos de agua depende de la composición de los suelos, debido a que las aguas de precipitación pluvial atraviesan y fluyen por éstos, por procesos de filtración y escurrimiento, por ello un pH alcalino indica que los suelos son calizos y un pH ácido que son silíceos. Por lo que, la alteración del pH genera:

- Destrucción de la vida acuática a un pH menor a 4.
- Un pH con elevada alcalinidad, provoca la corrosión en cañerías, obstrucciones en tuberías de irrigación y calentadores de agua.
- Perjuicios en la agricultura, si el agua sobrepasa los límites de pH entre 4,5 – 9 causa daños a nivel del suelo, en las aguas ácidas (pH<4,5) la solubilidad de sales de hierro, aluminio, magnesio y otros metales, este incremento resulta tóxico para las plantas y, por el contrario, un pH muy básico inmoviliza algunos oligoelementos esenciales. (Romero, 2007).

✓ **NITRÓGENO**

Es esencial para todos los organismos, porque es parte fundamental de las moléculas como proteínas, ácidos nucleicos y es indispensable en el crecimiento de organismos fotosintéticos, razón por la cual se les denomina como nutrientes o estimuladores del crecimiento biológico (Torres, 2012).

En condiciones normales los compuestos nitrogenados del agua provienen fundamentalmente de la degradación de la materia orgánica muerta, en medios cuyas condiciones han sido alteradas o modificadas, los aportes de nitrógeno proceden principalmente de los vertidos domésticos e industriales, así como del uso creciente de fertilizantes y pesticidas en la agricultura. En la química del agua, los compuestos de nitrógeno pueden existir en cuatro formas diferentes:

- Nitrógeno orgánico.

- Nitrógeno amoniacal.
- Compuesto en forma de nitritos.
- Compuestos en forma de nitratos.

(Salazar, 2002).

Los nitratos son formados por un proceso de nitrificación, el amonio se oxida a nitritos y nitratos por oxidación biológica en la que intervienen bacterias nitrificantes (del genero Nitrosomonas y Nitrobacter respectivamente), en las aguas, este componente deriva de la descomposición de la materia orgánica, de las descargas cloacales y del lavado de suelos contaminados por abonos y fertilizantes. Una forma de controlar su concentración es mediante la desnitrificación, mediante el cual el nitrato es reducido a gases de nitrógeno (por actividad bacteriana), que viene a ser su estado menos peligroso, por el contrario, los abastecimientos de agua con concentraciones de nitratos siguen siendo un riesgo para la salud (OPS & OMS, 1980).

✓ **FÓSFORO**

Elemento esencial para la vida, está implicado en un complejo ciclo bioquímico que implica el tránsito del elemento a través de una serie de estados inorgánicos y orgánicos, que lo transforman vía microbiana. El fósforo en las aguas procede de la disolución de rocas fosfatadas, lavado de suelos en los que se encuentra restos de actividades ganaderas o agrícolas y aguas residuales domésticas (los detergentes domésticos aportan el 50% de fósforo presente en los vertidos urbanos), el fósforo en el agua se presenta como compuestos inorgánicos, orgánicos (disueltos o en suspensión) y fósforo en tejidos vivos.

Los fosfatos son importantes en el estudio del agua por ser responsables de la eutrofización, tomando en cuenta que 1 gr. de fosfato estimula el crecimiento de hasta 100 gr. de algas, en el proceso de purificación del agua los fosfatos no son eliminados correctamente y se dispersan a través de largas distancias. En lo referente a las aguas para consumo humano, un contenido elevado de fosfatos podría modificar las características organolépticas (UNEP, 2005).

1.4.1.3 CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA

✓ BACTERIAS

Son seres unicelulares de organización simple, distribuidos en una amplia variedad de sustratos orgánicos (suelo, polvo atmosférico, agua). La mayor parte de bacterias son beneficiosas, de ellas depende la mayoría de las transformaciones orgánicas y favorecen a la autodepuración de los cuerpos de agua, pero existe otro grupo de bacterias que son patógenas y pueden causar enfermedades en el hombre y animales (OMS, 2012).

Los Estándares de Calidad Ambiental, establecen que bacteriológicamente el agua es apta para consumo humano, sí se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. (Apella & Araujo, 2005).

❖ **COLIFORMES TOTALES:** Se define como bacterias Gram negativos, esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, oxidasa negativa, capaces de crecer en presencia de sales biliares, fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a temperatura de 35- 37 °C.

Tradicionalmente se ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad de agua destinada al consumo humano, en razón, de que los coliformes son más resistentes que las bacterias patógeno-intestinales y por su origen fecal (Romero, 2007).

❖ **COLIFORMES TERMOTOLERANTES:** son bacterias Gram negativos, esporulados, aerobios facultativos, oxidasa negativa, capaces de crecer en presencia de sales biliares, fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a temperatura de 44.5 °C, propios del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente, su presencia en el agua indica la probabilidad de que existan bacterias patógenas de origen fecal.

En los análisis bacteriológicos, a pesar de conocer la presencia o ausencia de coliformes, es necesario conocer el Número Más Probable (NMP) de organismos por cada 100 ml de volumen de muestra de agua. El Numero

Más Probable (NMP) en una muestra de agua es la densidad más probable en producir un resultado (Romero, 2007).

PRUEBAS BIOQUÍMICAS PARA IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIAS

Basadas en la determinación de la presencia o ausencia de diferentes enzimas (catalasas, coagulasas, decarboxilasas, desaminasas, ureasas, peroxidases, etc.) involucradas en el metabolismo bacteriano, esto se evidencia en medios de cultivo especiales que contienen sustratos (DNA, hidratos de carbono, aminoácidos, etc.) sobre los cuales actúan, junto con un sistema indicador que va poner de manifiesto la degradación del sustrato o la presencia de un metabolito específico (ácido fórmico, ácido láctico, ácido succínico, INDOL, etc.).

Las pruebas bioquímicas, también evalúan la capacidad de reducir ciertos iones, la presencia o ausencia de flagelos, la producción o no de hemolisinas, la producción o no de algunas toxinas con capacidad virulenta (Delgado, 2012).

a) TRIPLE AGAR SUGAR (TSI)

Este medio de cultivo, determina que un microorganismo por procesos de fermentación degrada los hidratos de carbono como la glucosa, lactosa y/o sacarosa, con o sin producción de gases (CO_2 y H_2S).

El agar TSI, contiene tres sustratos, glucosa, lactosa y sacarosa; como indicador de pH tiene rojo de fenol, el cual vira a color amarillo en presencia de acidez y al color rojo en presencia de alcalinidad. Como fuente de azufre contiene tiosulfato de sodio, necesario para que las bacterias puedan producir H_2S , el indicador del H_2S es el sulfato ferroso, que reacciona con el H_2S produciendo un precipitado negro en un medio ácido.

En el TSI, la fermentación es un proceso que se lleva a cabo en condiciones aerobias (en el pico de flauta) o anaerobias (parte inferior). En el pico de flauta, la glucosa es catabolizada para dar ácido pirúvico y posteriormente ser degradado a través del ciclo de Krebs, produciendo CO_2 , H_2O y energía. Por otra parte, la lactosa es degradada por la enzima Beta galactosidasa de las bacterias, a sus monosacáridos (glucosa y galactosa), a su vez

estas son reducidas a ácido pirúvico e ingresan al ciclo de Krebs produciendo CO₂, H₂O y energía (Bailón, 2003).

Las enterobacterias y los fermentadores de glucosa comienzan metabolizando este azúcar, ya que las enzimas que intervienen en este proceso están presentes como constituyentes en las bacterias y así obtener mayor energía del azúcar más simple.

Una vez que se haya fermentado toda la glucosa a piruvato, éste comenzará a metabolizarse en el ciclo de Krebs formando productos finales de naturaleza ácida, dejándose actuar al indicador rojo de fenol, por lo que el medio virará a una coloración amarilla, por el contrario, el fondo permanecerá rojo o se alcalinizará al no haber fermentación de los sustratos, esto indicará que la bacteria no es miembro de la familia Enterobacteriaceae. Como producto de la fermentación, también hay producción de gas, la cual provocará la ruptura de la columna del agar.

b) AGAR LISINA HIERRO (LIA)

Este medio determina la capacidad de un microorganismo para degradar el aminoácido Lisina por procesos de descarboxilación o desaminación, la fermentación de la glucosa, la producción o no de gases, producción o no de ácido sulfhídrico.

Contiene un indicador de pH, púrpura de bromocresol, que en medio ácido vira a amarillo debido a la fermentación de la glucosa y en medio alcalino vira a color púrpura (Delgado, 2012).

Muchas bacterias poseen descarboxilasas (Lisina descarboxilasa) que degradan la lisina con liberación de aminas de reacción alcalina, producción de cadaverinas y CO, para que actúen las descarboxilasas se requiere de un pH ácido que se obtiene de la fermentación de glucosa. La desaminación de la lisina es un proceso oxidativo, manifestándose con una coloración roja en el pico de flauta.

Como fuente de azufre, contiene tiosulfato de sodio, necesario para la producción de H₂S, cuyo indicador es el Citrato Férrico de

Amonio, el cual reacciona con el H₂S produciendo un precipitado negro e insoluble de sulfato ferroso, reacción que solo ocurre en condiciones ácidas (MacFaddin, 2003).

c) CITRATO DE SIMMONS

Este medio de cultivo determina la capacidad del microorganismo para emplear el citrato de sodio como única fuente de carbono y sales de amonio como única fuente de nitrógeno para el metabolismo y crecimiento, provocando la alcalinidad del medio. Como indicador de pH, contiene azul de bromotimol, el cual vira a color azul en presencia de alcalinidad, esto representa una prueba positiva, por el contrario, la prueba será negativa.

Normalmente, el metabolismo del citrato comprende una condensación de acetilo con coenzima A y oxalacetato para ingresar al ciclo de Krebs. El desdoblamiento del citrato comprende un sistema enzimático sin la intervención de la coenzima A, esta enzima es la Citrasa o Citrato desmolasa (MacFaddin, 2003).

d) MOVILIDAD INDOL ORNITINA (MIO)

Este medio se usa para la identificación de enterobacterias sobre la base de movilidad, producción de INDOL y producción de ornitina descarboxilasa.

En cuanto a la movilidad, determina la capacidad de un microorganismo para moverse, esto a través de flagelos, mientras que los microorganismos no móviles carecen de flagelos.

La producción de Indol, inicia con la oxidación del aminoácido Triptófano formando tres metabolitos principales como el INDOL, escatol e indolacético, en este proceso intervienen varias enzimas denominadas Triptofanasas, durante la degradación del Triptófano se libera INDOL, ácido pirúvico, amoniaco y energía. El ácido pirúvico puede ser nuevamente metabolizado por medio del ciclo glucolítico o entrar en el ciclo de Krebs, el amoniaco puede ser utilizado para sintetizar nuevos aminoácidos con la energía presente. La prueba está basada en la formación de un complejo

de color rojo cuando el INDOL reacciona con el grupo aldehído de p-dimetilaminobenzaldehído, presente en el reactivo de Kovacs. Este medio también determina la capacidad de un microorganismo para descarboxilar el aminoácido Ornitina, en el proceso de descarboxilación interviene la enzima ornitina descarboxilasa, capaz de degradar el aminoácido produciendo Putrescina (diamina) y CO₂, producidas en condiciones anaeróbicas (Delgado, 2012).

e) CALDO UREA

Este medio determina la capacidad de un microorganismo para hidrolizar la urea en dos moléculas de amoníaco, por acción de la enzima ureasa y la consiguiente alcalinización, bajo esta condición el indicador rojo de fenol, vira a color fucsia o rojo cereza.

Desde un principio esta actividad enzimática fue característica de todas las especies de *Proteus* y se utilizó para determinar especies de *Proteus* que reaccionan rápidamente ureasa positiva de otros miembros de la familia Enterobacteriaceae y otros géneros pueden tener una reacción tardía. (Mendo, 2005).

1.4.2 CALIDAD DE AGUA

Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por la acción del hombre, que se asocian a un determinado uso o fin, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser utilizada sin causar daño.

En este contexto, se considera que el agua es de buena calidad cuando está exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores, igualmente, de sustancias que transmitan sensaciones de color, olor y sabor desagradables para el consumidor. (Lenntech, 2006).

1.4.2.1 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

Es el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. (D.S. N° 002- 2008- MINAM)

Cuadro 1: ECA para aguas. Categoría 1: Poblacional y recreacional

Parámetros	Unidades	Contacto Directo	Contacto Secundario
Conductividad	µs/cm	**	**
DBO ₅	mg/L	5	10
OD	mg/L	≥5	≥4
pH	Unidades	06- 8.5	**
Nitratos	mg/L	10	**
Solidos Disueltos Totales	mg/L	**	**
Fosfatos	mg/L	0.003- 0.009	0.1
Sulfatos	mg/L	**	**
Turbidez	NTU	100	**
Coliformes Totales	NMP/100ml	1000	4 000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	200	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	Ausente	Ausente
(**): parámetro no relevante para esta categoría			

Fuente: D.S. N° 002- 2008- MINAM

Cuadro 2: ECA para aguas. Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales

a.- Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto

Parámetros	Unidades	Tallo Bajo	Tallo Alto
		Valor	Valor
Conductividad	µs/cm	< 2000	< 2000
DBO ₅	mg/L	15	15
OD	mg/L	≥4	≥4
pH	unidades	6.5- 8.5	6.5- 8.5
Nitratos	mg/L	10	10
Fosfatos	mg/L	1	1
Sulfatos	mg/L	300	300

Coliformes Totales	NMP/100ml	5000	5000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	100	100

Fuente: D.S. N° 002- 2008- MINAM

Cuadro 3: ECA para aguas. Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales

b.- Bebida de Animales

Parámetros	Unidades	Valor
Conductividad	µs/cm	≤ 5000
DBO ₅	mg/L	≤ 15
OD	mg/L	≥5
pH	unidades	6.5- 8.5
Nitratos	mg/L	50
Sulfatos	mg/L	500
Coliformes Totales	NMP/100ml	5000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	100

Fuente: D.S. N° 002- 2008- MINAM

Cuadro 4: ECA para aguas. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetro	Unidades	Valor
DBO ₅	mg/L	< 10
OD	mg/L	≥5
pH	unidades	6.5- 8.5
Solidos Disueltos Totales	mg/L	500
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100
Fosfatos	mg/L	0.5
Nitratos	mg/L	10
Coliformes Totales	NMP/100ml	3000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	2000

Fuente: D.S. N° 002- 2008- MINAM

1.4.2.2 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (D.S. N° 003- 2010- MINAM)

Cuadro 5: LMP para efluentes de PTAR

Parámetro	Unidades	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidades	6.5- 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: D.S. N° 003- 2010- MINAM

1.4.2.3 ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (ICA)

El índice de calidad de agua, fue desarrollado por primera vez en Brown, debido a la necesidad de implantar un método uniforme que pudiera medir la calidad del agua (Brown, 1970)

El ICA, es una herramienta que permite asignar un valor de calidad para el agua a partir del análisis físico, químico y bacteriológico; puede ser utilizado para medir los cambios de la calidad en tramos particulares de los ríos a través del tiempo y determinar, si dicho río, es saludable o no (Reolon, 2010).

Existen diferentes formas de medir el ICA:

ICATest v1.0.

El Software ICATest v1.0., se generó como resultado de las investigaciones realizadas en la Universidad de Pamplona en cuanto a Valoración de la Calidad del Agua por el Grupo de Investigación en Recursos Naturales con el apoyo del Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales, cuyo propósito es el de

contribuir de manera directa a mejorar el conocimiento del tema en nuestro medio, en el que este tipo de aportes llena parte del vacío existente.

Esta herramienta computacional, facilita el cálculo de gran variedad y cantidad de índices de calidad y de contaminación del agua, los cuales se presentan discriminados por país y/o autor. ICATest v1.0. fue especialmente diseñado para manejar gran cantidad de información proveniente de las jornadas de monitoreo del agua y permite a partir de ella, generar y guardar reportes e historiales, además de estudios comparativos de calidad del agua. Todo esto se hace posible gracias al diseño y uso de algoritmos más eficientes para el cálculo de los índices, que respetan las formulaciones originales a las que les añade mayor exactitud en el cálculo.

Un índice de calidad del agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Su ventaja radica, en que la información puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos. Consecuentemente, un índice de calidad de agua es una herramienta comunicativa para transmitir información. (Universidad de Pamplona, 2008)

Para la evaluación de los índices tenemos varios tipos dentro del programa:

Índices En Los Estados Unidos

- El Índice de La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF)
- El índice de calidad de agua para Oregón (Estados Unidos)
- Índice de calidad de agua para Idaho
- El Índice de calidad de agua para el río Des Moines (DRM WQI)

Índices En Canadá

- Índice de British Columbia (BCWQI)

Índices En Centro América

- El Índice de León Y su aplicación a la cuenca Lerma-Chapala en México

Índices En Europa

- El proyecto AMOEBA (Países Bajos)

Cada uno de estos índices exigen diferentes parámetros para realizar la valorización de la calidad de agua; en el presente trabajo se utilizó el Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), en el que se analizan los siguientes parámetros:

- 1) Demanda Bioquímica de Oxígeno
- 2) Oxígeno disuelto
- 3) Coliformes fecales
- 4) pH
- 5) Temperatura
- 6) Turbidez
- 7) Nitratos
- 8) Fosfatos
- 9) Sólidos

Se escogió este índice por ser el más completo en comparación con los demás y por ser el más usado para evaluaciones en ríos a nivel internacional.

1.4.3 RÍO

Es un ecosistema fluvial, corredor y/o curso de agua, en el que se produce una interacción dinámica y permanente de elementos bióticos (acuáticos y terrestres) y abióticos (formado por el cauce, la rívera y la llanura de inundación). Así el cauce de un río está formado por el lecho, características físicas, químicas e hidráulicas del agua y los sedimentos. La superficie de los sedimentos es ocupada por un conjunto de macro invertebrados que son parte de la cadena trófica del río (Fernández, 2009).

Es un sistema dinámico de flujo de agua y sedimentos que controlan la función biológica de la tierra. Son los corredores activos más importantes que tiene la naturaleza y dependen de estos para el equilibrio de la vida (Bateman, 2007).

1.4.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS

Según GRACIA y MAZA (2009), los ríos se clasifican de la siguiente manera:

Según su período de actividad

- ❖ **Ríos perennes:** localizados en zonas de abundantes precipitaciones, con escasas fluctuaciones a lo largo del año. Debido a las lluvias, su caudal puede cambiar en grandes proporciones.
- ❖ **Ríos estacionales:** propios de las zonas con estaciones muy diferenciadas, es decir, un invierno húmedo y un verano seco.
- ❖ **Ríos transitorios:** son los de zonas desérticas, secas y áridas. Si bien en estas zonas las lluvias pueden ausentarse por años, el día que llueva se creará un río rápidamente.
- ❖ **Ríos alóctonos:** ríos de zonas áridas cuya agua proviene de zonas lluviosas.

Según su geomorfología:

- ❖ **Ríos rectilíneos:** son de sinuosidad baja y de un solo canal. Son muy inestables y suelen transformarse en otro tipo de río.
- ❖ **Ríos anastomosados:** corrientes de agua que presentan varios canales. Como están muy ramificados, sus corrientes no suelen ser fuertes.
- ❖ **Ríos meándricos:** son de sinuosidad alta y de un único canal. Presentan una curva sobre el canal, lo que genera dos velocidades para el agua que son muy distintas en ambas orillas.

Según su edad

- ❖ **Ríos jóvenes:** Se encuentran en los cauces de montaña, tienen pendientes altas y sección transversal tipo V. Son muy irregulares y están, generalmente, en procesos de degradación.
- ❖ **Ríos maduros:** Se presentan en valles amplios, tienen pendientes relativamente escasas. La erosión de las márgenes ha reemplazado a la erosión del fondo.
- ❖ **Ríos viejos:** Se encuentran en valles amplios y planicies cuyo ancho es 15 a 20 veces mayor que el ancho de los meandros, y, las pendientes son muy reducidas.

Según su régimen hidrográfico

Para la determinación del régimen de un río, intervienen factores como la temperatura, precipitaciones pluviales, permeabilidad e impermeabilidad del suelo, efecto moderador de la vegetación.

- ❖ **Ríos de régimen constante o regular:** cuando el caudal del río no experimenta grandes oscilaciones en el curso del año.
- ❖ **Ríos de régimen periódico o irregular:** cuando el caudal experimenta variaciones, es decir, cuando la diferencia de caudal entre las épocas de estiaje y lluvias son bien pronunciadas.

1.4.3.2 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL RÍO

➤ VELOCIDAD DEL RÍO

Es el espacio recorrido por unidad de tiempo (m/s) del agua en un río, con esta podemos determinar el movimiento de la materia en el agua y por ende si hay o no transporte de sedimentos (Tapia, Molina, Pérez, & Torres, 2012). Es un factor físico en el funcionamiento de los sistemas acuáticos en movimiento, afectando el tipo de sustrato, la naturaleza erosiva del canal del cauce, los niveles de oxígeno y las cargas de sedimento. Las corrientes rápidas dan lugar a gravas gruesas y guijarros, mientras que las corrientes lentas dan lugar a sedimentos finos, arenas y lodos. Desde la cabecera hasta la zona baja del río, la velocidad de la corriente tiende a aminorarse cuando la pendiente del terreno decae, la profundidad del agua aumenta gradualmente a medida que el río crece debido a la adición de afluentes, la temperatura del agua aumenta a medida que se va bajando de zonas más altas y frías, por tanto, los niveles de oxígeno se reducen en dirección de la corriente (Gerad, 1999).

➤ CAUDAL DEL RIO

Es la cantidad de agua que pasa a través de una sección del canal por unidad de tiempo. Se calcula multiplicando la velocidad del agua (m/s) por el área de la sección (m^2) lo que produce un volumen, por lo tanto, este aspecto solo es aplicado a sistemas de aguas corrientes como ríos. Los cambios en el caudal afectan la profundidad del agua, la composición de los sedimentos y la carga de sedimentos en suspensión, estas características afectan la estructura física del hábitat como su variabilidad temporal, lo que a su vez determina la composición biológica del sistema. Cuanto mayor sea el caudal, el río tendrá mayor capacidad para recibir descargas residuales por su mayor capacidad de dilución y degradación de desechos (Goyenola, 2007).

1.4.4 CONTAMINACIÓN

Es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos (contaminante) que alteran las condiciones naturales del ambiente, por tanto, son perjudiciales para el hombre y el ecosistema, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar un desequilibrio (Bermúdez, 2010).

1.4.4.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Según la OMS, 2013 (Organización Mundial de la Salud), el agua está contaminada cuando se altera su composición de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso que se le haya destinado en su estado natural. En los cursos de agua, los microorganismos mantienen las concentraciones de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio, este proceso es conocido como autodepuración del agua, si la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible. Según Bermúdez, 2010; los contaminantes del agua se pueden ser:

- a)** Desechos orgánicos: son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres vivos, incluyen las heces y otros materiales que puedan ser descompuestos por bacterias aeróbicas, procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, evitando que vivan otros organismos que necesitan oxígeno. Los índices que pueden medir la contaminación por desechos orgánicos son: el Oxígeno Disuelto (OD) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
- b)** Sustancias químicas inorgánicas: en este grupo están incluidos los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas, pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los

rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

- c) **Compuestos orgánicos:** muchas moléculas como el petróleo, gasolina, plaguicidas, detergentes, etc., vertidos en el agua permanecen largos periodos de tiempo por sus estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.
- d) **Partículas sólidas en suspensión:** Muchas partículas del suelo son arrastradas al agua, junto con los materiales en suspensión, representan la mayor fuente de contaminación del agua.
- e) **Microorganismos patógenos:** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo, estos patógenos causan muerte prematura, sobre todo de niños.

1.4.4.2 CONTAMINACIÓN DE RÍOS

A nivel nacional se registró 21 ríos contaminados debido a aguas residuales, residuos sólidos, relaves mineros, así como por pasivos industriales. Con el crecimiento poblacional y el advenimiento de la industrialización, los cursos de agua se han convertido en receptores de los desechos que estos producen. (ANA, 2011).

La contaminación de los ríos proviene de desagües urbanos, desagües industriales, desagües originados por explotación del petróleo; desagües originados por explotaciones agropecuarias; desagües de temperatura elevada proveniente de la actividad industrial y, por último, descarga de sólidos, que ponen en peligro la salud pública. (Atilio de la Orden, 2002).

Cuadro 6: Enfermedades transmitidas por el agua contaminada

	Organismo	Enfermedad	Origen principal
Bacterias	<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea	Heces humanas
	<i>Salmonella paratyphi</i>	Fiebre paratifoidea	Heces humanas
	Otras especies de Salmonella	Gastroenteritis (salmonelosis)	Heces humanas y animal
	<i>Shigella sp</i>	Disentería bacilar	Heces humanas
	<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Heces humanas, agua costera
	<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis	Heces humanas y animal
	<i>Yersinia enterocolítica</i>	Gastroenteritis	Heces humanas y animal
	<i>Campilobacter yeyuni</i>	Gastroenteritis	Heces humanas y animal
	<i>Helicobacter pylori</i>	Úlceras pépticas	Heces humanas
Virus	Poliovirus	Poliomielitis	Heces humanas
	Ecovirus	Enfermedades del aparato respiratorio superior	Heces humanas
	Rotavirus	Gastroenteritis	Heces humanas
	Virus de la hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Heces humanas
	Virus de la hepatitis E	Hepatitis	Heces humanas
	Astrovirus	Gastroenteritis	Heces humanas
	Adenovirus entérico	Gastroenteritis	Heces humanas
Parásitos	<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis	Heces humanas
	<i>Cryptosporidium</i>	Diarreas gastrointestinales	Heces humanas
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis	Heces humanas
	<i>Balantidium coli</i>	Balantidiasis	Heces humanas

Fuente: RIPD, 2011.

1.4.5 AGUAS RESIDUALES

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas o vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (OEFA, 2004).

Los ríos en sus cauces naturales reciben diferentes aportes, ya sean naturales o aguas residuales urbanas, industriales, de actividades agrícolas, etc.

Los tipos de aguas residuales pueden ser:

➤ **Aguas domésticas o urbanas**

Aquellas originadas en las viviendas o instalaciones comerciales privadas y/o públicas. Los principales contaminantes que contienen son gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo, además de otros en menor proporción como restos de jabones, detergentes, lejía, grasas, etc. (Eddy & Metcalf, 1995).

Composición de las aguas residuales domésticas

La concentración del agua residual de una población depende principalmente del consumo de agua y de la cantidad de residuos producidos a diario por habitante. La contaminación por las aguas residuales domésticas usualmente es caracterizada por su demanda bioquímica de oxígeno; esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o débil y los sólidos en suspensión y nitrógeno amoniacal (Eddy & Metcalf, 1995).

Cuadro 7: Composición típica de aguas residuales domesticas

COMPONENTE	UNIDAD	CONCENTRACIÓN		
		FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Solidos Totales	mg/l	1200	720	350
Solidos Disueltos Totales	mg/l	850	500	250
Solidos Disueltos Fijos	mg/l	525	300	145
Solidos Disueltos Volátiles	mg/l	325	200	105
Solidos Suspendidos	mg/l	350	220	100
Solidos Suspendidos Fijos	mg/l	75	55	20
Solidos Suspendidos Volátiles	mg/l	275	165	80
Solidos Sedimentables	mg/l	20	10	5
DBO5	mg/l	400	220	110
DQO	mg/l	1000	500	250
Nitrógeno Total	mg/l	85	40	20
Nitrógeno Orgánico	mg/l	35	15	8
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	50	25	12
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	0	0	0
Fosforo Total	mg/l	15	8	4
Fosforo Orgánico	mg/l	5	3	1
Fósforo Inorgánico	mg/l	10	5	3
Sulfatos	mg/l	50	30	20
Alcalinidad en CaCO3	mg/l	200	100	30
Aceites y Grasas	mg/l	150	100	30
Coliformes Totales	NMP/100 ml	107 a 109	107 a 108	106 a 107
Compuestos Orgánicos Volátiles	µg/l	>400	100 a 400	<100

Fuente: Metcalf & Eddy, 2003.

➤ Aguas residuales Industriales

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyendo a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial entre otras.

Líquidos Residuales: Los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, baños de curtido de pieles y melazas de la producción de azúcar.

- Aguas residuales de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa... y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.
- Aguas de Refrigeración Indirecta: No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura. (ANA, 2009).

Cuadro 8: Composición típica de las aguas residuales industriales

INDUSTRIA	CONTAMINANTES	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)
Cervecerías	Carbohidratos y proteínas	500 - 1300	1700	90
Destilerías	Carbohidratos	7000 - 20000	100000 - 60000	Bajo
Lácteos	Carbohidratos, grasas, proteínas	1000 - 2500	1500 - 3000	200 - 400
Enlatados (frutas)	Carbohidratos y sólidos suspendidos	500 - 2000	Variable	Variable
Mataderos Frigoríficos	Proteínas y sólidos suspendidos	1500 - 2500	2000 - 4000	800
Curtiembres	Proteínas, sólidos suspendidos y sulfuros	1000 - 2000	2000 - 4000	2000 - 3000
Refinerías de Azúcar	Carbohidratos y sólidos suspendidos	200 - 1700	1000 - 3000	150 - 600

Fuente: (UNC. 2008).

Cuadro 9: Efectos de las aguas residuales industriales

CONTAMINANTE	EFFECTOS
Orgánicos solubles	Agotan el oxígeno disuelto
Sólidos Suspendidos	Agotan el oxígeno disuelto y emanan gases
Orgánicas trazas	Generan olor, sabor y toxicidad
Metales Pesados	Son tóxicos
Turbiedad y color	Afecta la estética de los cuerpos de receptores
Nutrientes (P y N)	Producen eutrofización
Sustancias refractarias	Resistentes a la biodegradación y tóxicos
Aceites y flotantes	Insignificante en la mayoría de casos

Fuente: (UNC, 2008)

➤ **Pluviales**

Son las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

Al caer la lluvia sobre una ciudad, arrastra las partículas y fluidos como: hollín, polvo de ladrillo y cemento, esporas, polvo orgánico e inorgánico de los tejados, partículas sólidas como polvo, hidrocarburos, restos de vegetales, animales y partículas sólidas de los parques y zonas verdes. Los arrastres se efectúan hasta la red de evacuación y el volumen de agua es tal que produce diluciones en los procesos de depuración (Seóanez, 1995).

Cuadro 10: Composición típica de las aguas de escorrentía o pluviales

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	
	Rango	Valor medio
DBO ₅	9 – 38	20
DQO	60 – 200	105
SS	100 – 450	195
Nitrógeno total	1.2 – 6.0	2.7
Fósforo total	0.1 – 1.7	0.5
Coliformes fecales	10 ⁴ - 10 ⁶	10 ⁵

Fuente: (Temprado, 1996)

1.4.6 MATERIA ORGÁNICA

Se trata de la materia orgánica muerta o detritus, ya que para la fracción viva se usa el término biomasa. La materia orgánica muerta representa la mayor parte de la energía química presente en los ecosistemas. La biomasa no consumida pasa a formar parte del detritus, un conjunto de restos vegetales, animales, microbianos y productos de sus metabolismos, en grado variable de descomposición. (Sabater & Elosegui, 2009).

En las aguas residuales el 45 – 50% de los sólidos fijos filtrados son materia orgánica, compuesta por carbono, hidrógeno, oxígeno, junto con el nitrógeno. También están presentes otros compuestos como fósforo, azufre, hierro, etc. (Orozco, 2005).

Desde el punto de vista de la persistencia, en la materia orgánica se pueden distinguir dos grupos de sustancias. Unas fáciles de degradar (lábil) por el sistema enzimático hidrolítico de los microorganismos como carbohidratos, proteínas y otros compuestos de bajo peso molecular. Otras, más abundantes de elevado peso molecular y resistentes a la degradación microbiana, como la celulosa o la lignina o inhibidores de la actividad bacteriana y fúngica como los fenoles. (Wetzel, 2001)

También, la materia orgánica se suele dividir en tres grandes categorías atendiendo a su tamaño:

- Materia Orgánica Disuelta (MOD), aquella que atraviesa un filtro de 0.45 µm de tamaño de poro
- Materia Orgánica Particulada Gruesa (MOPG), la que es retenida por un filtro de 1 mm.
- Materia Orgánica Particulada fina (MOPF), que se sitúa entre las anteriores

Además de la materia orgánica particulada (MOP), los ríos reciben aportes de materia orgánica disuelta (MOD) provenientes del lavado de los suelos, siendo esta la fracción mayoritaria. Por término medio la concentración de carbono orgánico de

los ríos es de 7mg C/L., con una relación de disueltos / particulado de 3:1. (Wetzel, 2001)

El origen alóctono de la mayor parte de la materia orgánica en ciertos tramos o ríos determina el carácter heterotrófico de estos sistemas, que disponen de una base energética mucho más amplia para consumidores y descomponedores que la que proporciona la fotosíntesis dentro del río. Sin embargo, la materia orgánica alóctona no tiene la misma importancia en todos los tramos. Así donde se elimina la vegetación arbórea, la producción primaria autóctona puede llegar a convertirse en la principal fuente de energía para la comunidad fluvial. (Sabater & Elosegui, 2009)

1.4.7 AUTODEPURACIÓN DE RÍOS

La autodepuración de las aguas es un conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el curso del agua de modo natural y que provocan la degradación de materias extrañas incorporadas al río. Principalmente las bacterias aerobias consumen la materia orgánica con ayuda del oxígeno disuelto en el agua. Además, hay que añadir que las plantas acuáticas asimilan algunos componentes en forma de nutrientes, que también participan en la autodepuración.

La capacidad de auto regeneración de un río depende de los siguientes aspectos: el caudal, que permitirá diluir el vertido y facilitar su posterior degradación, la turbulencia del agua, que aportará oxígeno diluido al medio favoreciendo la actividad microbiana y, la naturaleza y tamaño del vertido.

Por lo tanto, la presencia en el agua de altas concentraciones de contaminantes, tanto biodegradable como elementos artificiales no biodegradables, anulan el proceso de autodepuración, rompiendo el equilibrio y quedando una zona contaminada que resultará difícil recuperar, si no es de forma lenta y/o artificial.

El agua de los tramos altos de los ríos, donde no se encuentra mucha población, es de buena calidad; apenas existen pocos vertidos y su capacidad de autodepuración es alta debido a sus aguas rápidas y oxigenadas. Por el contrario, la calidad en los tramos bajos, con mayor presencia de población, es mucho menor;

presenta mayor cantidad de vertidos, tanto urbanos como industriales. La capacidad de autodepuración es menor debido a la lentitud y poca oxigenación de las aguas, así como exceso de contaminantes.

Los mecanismos naturales de autodepuración de un río presentan cuatro zonas según su contaminación y fase de depuración:

- Zona de degradación próxima al vertido, desaparecen las formas de vida más delicadas como algunos peces y algas, y aparecen otras más resistentes. El aspecto del agua es sucio, disminuye el contenido de oxígeno y aumenta la DBO. Se inicia la degradación por parte de la flora microbiana.
- Zona de descomposición activa, aparecen aguas sucias ennegrecidas, con espumas y malolientes. Existe una descomposición anaerobia que provoca un desprendimiento de gases.
- Zona de recuperación, reaparecen los vegetales y el agua se clarifica. Todo ello debido a la presencia de oxígeno disuelto o procedente de la actividad fotosintética de los vegetales, que ayuda a degradar los compuestos contaminantes.
- Zona de aguas limpias, donde se dan las características físico-químicas óptimas y la presencia de animales y vegetales acorde con la naturaleza del cauce.

(Revista Ambientum, 2002).

1.4.8 AGUA Y SALUD PÚBLICA

El agua y los alimentos contaminados se consideran como los principales vehículos involucrados en la transmisión de bacterias, virus o parásitos. A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones son causadas por éstas y se deben al uso y consumo de agua insalubre. La OMS calcula que la morbilidad (número de casos) y mortalidad (número de muertes) derivadas de las enfermedades asociadas con el agua se reduciría entre un 20% - 80%, si se garantizara su potabilidad y adecuada canalización (OMS, 2012).

1.4.9 MODELO

Es un objeto, concepto o conjunto de relaciones que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica. Los modelos se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real, estableciendo una relación con la realidad que debe ser simétrica, o sea debe permitir la traducción de algunas propiedades del modelo a la realidad.

Para que los modelos sean útiles, se condiciona realizar una buena selección de los factores relevantes para el problema y una adecuada descripción de sus relaciones funcionales (Felicísimo, 2003).

TIPOS DE MODELOS

a) ICÓNICO

Es una representación morfológica de algunos objetos, ya sea en forma idealizada o a escala distinta, pero conservando sus propiedades. Por ejemplo, planos, mapas, maquetas y prototipos.

b) ANÁLOGOS

Poseen algunas propiedades similares a los objetos representados, pero sin ser una réplica morfológica, para su construcción se utiliza un conjunto de datos que sintetizan y codifican propiedades del objeto real para facilitar la lectura o interpretación de las mismas.

c) SIMBÓLICOS O MATEMÁTICOS

Son representaciones de la realidad en forma de cifras, símbolos matemáticos y funciones, para representar variables de decisión y relaciones que permitan describir y analizar el comportamiento del sistema. A su vez, los modelos matemáticos se clasifican:

- Cuantitativos y cualitativos
- Probabilísticas y determinísticos
- Descriptivos y de optimización
- Estáticos y dinámicos
- De simulación y no simulación

De simulación: Para este tipo se requiere el uso de computadoras y programas diseñados específicamente para el desarrollo de la simulación.

Los datos de entrada ingresados a los programas pueden ser reales o generados para reproducir el funcionamiento de sistemas o problemas a gran escala. (Taha, 2011).

1.4.10 AQUATOOL+

Es un programa que permite el desarrollo y análisis de sistemas de ayuda a la decisión de la planificación y gestión de cuencas. El contenido del programa es una serie de fichas interactivas que permiten la edición de los datos necesarios para el análisis de alternativas de gestión de los recursos hídricos de cuencas hidrográficas; proporciona acceso directo a otros programas que realizan funciones específicas relacionadas al análisis de la gestión de una cuenca. En líneas generales AQUATOOL+ es una interface para la edición, simulación, revisión y análisis de modelos de simulación de la gestión de cuencas incluyendo la simulación de la calidad de aguas. A su vez, incluye el software GESCAL (SOLERA, 2015).

MÓDULOS DE AQUATOOL+

Desde esta interfaz se controla diversos módulos de análisis de sistemas que ayudan a la planificación y gestión de sistemas de recursos hídricos. Estos son los siguientes:

- SimGes
- GesCal
- OptiGes
- SimRisk

SIMGES

El módulo SIMGES es un modelo general para la Simulación de la Gestión de Cuencas, o sistemas de recursos hidráulicos complejos, en los que se dispone de elementos de regulación o almacenamiento tanto superficiales como subterráneos, de captación, de transporte, de utilización y/o consumo, y de dispositivos de recarga artificial. El modelo admite cualquier configuración dentro de unos límites impuestos únicamente por capacidades de hardware, y por tanto es utilizable para cualquier esquema de recursos hidráulicos. La simulación se efectúa a nivel mensual y

reproduce con el detalle espacial que el usuario desee el flujo del agua a través del sistema. El modelo SIMGES también considera los retornos a las aguas superficiales y los que se infiltran en los acuíferos y tiene asimismo en cuenta en la simulación las pérdidas por evaporación y filtración en embalses y cauces, así como las relaciones entre aguas superficiales y aguas subterráneas. La gestión de los recursos hidráulicos se simula mediante reglas de operación tendentes a mantener un nivel similar de llenado en los embalses a partir de unas curvas de zona de embalse. Dichas curvas son las reglas de explotación propiamente dichas y son suministradas por el usuario del modelo. Se admite la definición de caudales mínimos ecológicos, así como de diferentes prioridades de los usuarios para el aprovechamiento del agua. La simulación y gestión del sistema superficial se efectúan a un tiempo mediante el uso de un algoritmo de optimización de redes de flujo conservativo. Dicho algoritmo se encarga de determinar el flujo en el sistema tratando de satisfacer al máximo los objetivos múltiples de minimización de déficits, y de máxima adaptación a las curvas de volumen objetivo de embalse y objetivos de producción hidroeléctrica. Además, esta optimización se completa con un proceso iterativo de llamadas al algoritmo de optimización lineal, lo que permite mejorar la calidad de la simulación en procesos no lineales como filtraciones, evaporaciones y relaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

GESCAL

El módulo GESCAL fue desarrollado para la evaluación de la calidad del agua a nivel de cuenca. Para ello incluye el cálculo de todos los procesos de modificación de la calidad del agua tanto en tramos de río como en embalses y aplica este cálculo a cada elemento del esquema de la cuenca elaborado para SimGes conectándolos entre ellos según el flujo de la cuenca. Aplicándolo a diferentes alternativas de decisión en la gestión de la cuenca permite evaluar las consecuencias en materia de calidad del agua que tiene para toda la cuenca cualquier decisión que se plantee.

La característica fundamental de esta herramienta, es la posibilidad de modelar tanto embalses como tramos de río en una misma aplicación y de una forma integrada con el resto de elementos del sistema, de esta forma, la calidad en un

tramo de río no solo dependerá de los procesos que se presenten sino también de la gestión del sistema y de la calidad de los diferentes elementos que tengan relación en cuestión. Los constituyentes que se pueden modelar son la temperatura, contaminantes arbitrarios, oxígeno disuelto y materia orgánica, ciclo de nitrógeno, etc. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

El área de estudio corresponde a la Cuenca del río Huatanay (que según la clasificación Pfafstetter corresponde a N7 4994774), se encuentra en el Región de Cusco, Provincias de Cusco y Quispicanchi, con un área de 503 km², que incluye a la ciudad de Cusco.

UBICACIÓN POLÍTICA

Región: Cusco

Provincias: Cusco, Quispicanchi

Distritos:

- Cusco
- Santiago
- Wanchaq
- San Sebastián
- San Jerónimo
- Saylla,
- Oropesa
- Lucre

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

N°	Norte	Este
1	8'511,171	172,714
2	8'482,526	207,740

Comprendidas entre los 3 300 - 3 400 m de altitud y un recorrido de 38 km de longitud (IMA, 2012)

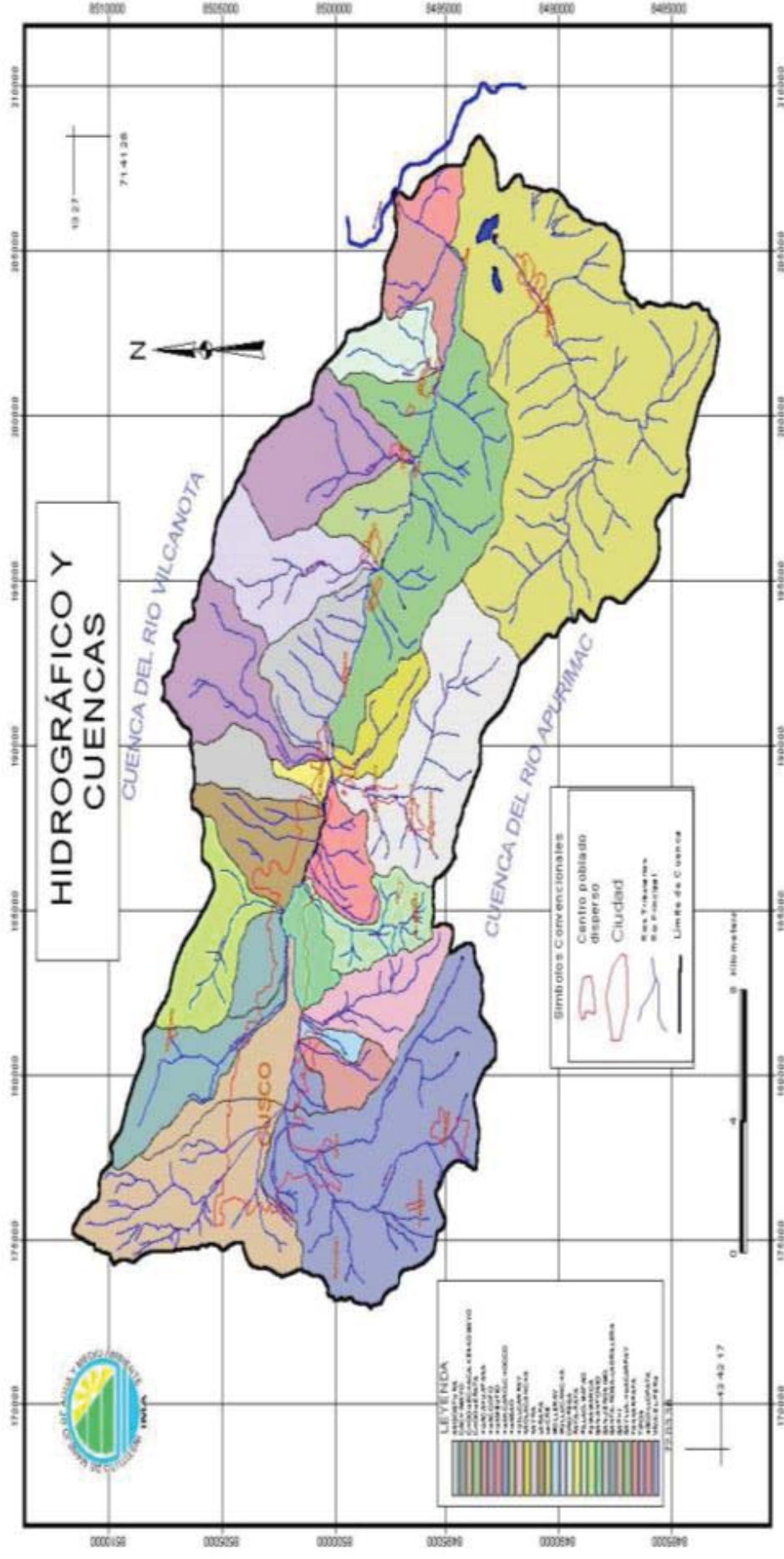
UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

Vertiente : Atlántico
Cuenca : Vilcanota
Cuenca : Huatanay

LIMITES:

- Por el Norte con la Cuenca baja del Vilcanota.
- Por el Sur con la Cuenca del río Apurímac.
- Por el Oeste con la Cuenca Corimarca y Querahuayllo.
- Por el Este con la Cuenca alta del Vilcanota

Mapa 1: MAPA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL HUATANAY



Fuente: (IMA, 2012).

2.2 ZONIFICACIÓN DEL RÍO

Comprende 3 zonas:

- a. **Zona Alta (3393 – 3288 m):** Desde la confluencia del Chocco - Huancaro, hasta Corpac.
- b. **Zona Media (3281 – 3203 m):** Desde la altura del Puente Quispiquilla hasta antes de la PTAR.
- c. **Zona Baja (3186 – 3079 m):** Desde la PTAR hasta Huambutío.

2.3 ACCESIBILIDAD

El acceso al área de estudio es mediante vías asfaltadas como muestra el cuadro número 11.

Cuadro 11: Accesibilidad a la cuenca del río Huatanay

DISTRITO	A: CAPITAL DISTRITAL	
	DISTANCIA (Km)	TIPO DE VÍA
Santiago	6.93	Asfalto
Wanchaq	3.536	Asfalto
San Sebastián	3.456	Asfalto
San Jerónimo	3.184	Asfalto
Saylla	3.95	Asfalto
Oropesa	4.105	Pavimento
Lucre	2.40	Pavimento

Fuente: IMA

2.4 RÍO HUATANAY

Según IMA, el río Huatanay presenta características fisiográficas propias de lechos de río con un cauce sinuoso e irregular. En la margen izquierda predomina material de arrastre que se acumula junto a material de desmonte en las orillas (producto de la expansión urbana, habiendo formado una plataforma donde se han edificado viviendas). En cambio, la margen derecha presenta áreas con fuertes pendientes y las zonas planas están al nivel del río, encontrándose expuestas a desbordes e inundaciones en épocas de crecida del río.

El sistema hídrico presenta un área de drenaje de 486.65 km², cuyo colector principal es el río Huatanay, que nace en la confluencia de los riachuelos Chocco - Huancaro, hasta su desembocadura en el río Vilcanota a la altura de Huambutío, con una longitud de 38 km.

El río Huatanay presenta dos épocas marcadas de creciente y vaciante (estiaje); en la primera se observa que el río ocupa todo el cauce de naturaleza recta pero sinuosa y en la segunda presenta cauces secundarios y bancos o barras de arenas y gravas de naturaleza entrelazada por donde recorren el caudal.

En las últimas tres décadas, el río, por la acción antrópica urbana, ha tomado una forma recta, reduciendo su cauce, la velocidad del flujo en épocas de lluvias se incrementa (velocidades mayores a 5 m/seg.), de igual forma el transporte de sedimentos.

En la zona donde se encuentran los distritos de Saylla hasta Oropesa, el río disminuye su pendiente, el ancho natural del cauce es amplio en algunos sectores. Desde el distrito de Oropesa hasta la confluencia del río Vilcanota el río presenta un ancho uniforme promedio de 10 m, con riberas altas; aquí los sedimentos son arenas, limos y las inundaciones son escasas.

2.4.1 USOS DEL RÍO HUATANAY

Las aguas del río Huatanay son utilizadas para riego de cultivos, en los sectores de Condebamba, Saylla, Huasao, Tipón, Oropesa, Togobamba en mayor escala y en áreas más pequeñas a partir de Huacarpay hasta la unión con el río Vilcanota, para trasladar el agua del río hacia las áreas de cultivo los agricultores utilizan motobombas y canales de riego. Por la calidad del agua no son aptas para el riego de vegetales, debido a que los valores de la DBO deberían estar por debajo de 15 mg/L y de 1.00E+03 a 2.00E+03 NMP/100ml de muestra para coliformes termotolerantes, estos indicadores de contaminación están por encima de 60 mg/lit y 1.00E+08 NMP/100ml coliformes termotolerantes respectivamente.

Por otro lado, las aguas del río son utilizadas para el lavado de prendas por los pobladores en la zona APV Pacareqtambo (río Huatanay) y en Choco (río Choco). El uso de detergentes y jabones afectan las propiedades fisicoquímicas de las aguas del río.

2.4.2 VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES AL RÍO

Se estima que el vertido de aguas residuales es de 2'022,279 m³ por mes, que provienen de la ciudad del Cusco y de los asentamientos urbanos de ambas márgenes del río Huatanay. Del total de aguas residuales generadas en la ciudad del Cusco, solo se realiza un tratamiento parcial (filtro mecánico) de 968,818.37 m³ que constituye el 47.9%. (IMA, 2012).

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY

2.5.1 GEOLOGÍA

La cuenca del Huatanay está ocupada por segmentos lacustres del antiguo lago Morkill y los conos aluviales depositados en ambas márgenes del valle. El drenaje principal del valle del Cusco es el río Huatanay

Las unidades geológicas se detallan en el cuadro número 12.

Cuadro 12: Unidades geológicas

UNIDADES GEOLÓGICAS	SUPERFICIES (ha)	%
Cuaternario Fluvial Aluvial	6131.24	12.60
Cuaternario Volcánico	889.11	1.83
Depósitos Lacustres	426.72	0.88
Formación Huancané	2533.71	5.21
Formación K'ayra	17284.39	35.52
Formación Punacancha	990.58	2.04
Formación Soncco	5779.23	11.88
Formación Yuncaypata	9349.53	19.21
Formación Huambutío	207.59	0.43
Formación San Sebastián	2138.69	4.39
Grupo Mitu	2048.91	4.21
Morrenicos	826.13	1.70
Plutón de Sacsayhuaman	58.95	0.12
TOTAL	48664.78	100.00

Fuente: (IMA, 2012).

2.5.1.1 GEOMORFOLOGÍA

El principal río del valle del Cusco es el río Huatanay, que tiene sus nacientes con los ríos Chocco y Huancaro, con una longitud de 38 Km. hasta su desembocadura en el río Vilcanota. Pequeños valles y quebradas perpendiculares al río Huatanay como el de Qorimachaqwayniyoc, Tanqarpata, Pillau, Cachimayo, K'ayra, Tipón, Oropesa y Lucre, entre los más importantes, son los que aportan caudales al río Huatanay a lo largo de su recorrido. La dirección del valle del Huatanay tiene una dirección casi este – oeste, estando los valles tributarios ubicados en el flanco sur y con dirección perpendicular al curso principal, cuyas fuentes de agua son principalmente de manantiales en temporadas de estiaje y de las precipitaciones en periodos de lluvias (IMA, 2012).

2.5.2 HIDROLOGÍA

El río Huatanay es el colector principal de todo el Valle de Cusco y en época de lluvias transporta una cantidad importante de agua pluvial, sedimentos, residuos SÓLIDOS, aguas servidas y de reúso; desemboca en el río Vilcanota, a la altura del poblado de Huambutío (Distrito Lucre). El río Huatanay en su trayecto recibe aportes de 13 ríos permanentes que forman micro cuencas en ambas márgenes:

1. Saphy
2. Tullumayo
3. Huancaro
4. Chocco
5. Sipaspujio
6. Sajramayo
7. Cachimayo
8. Huillcarpay
9. K'ayra
10. Huaccoto
11. Huasao
12. Tipón
13. Lucre

La abundancia de su sistema hidrográfico y la riqueza de su napa freática dieron lugar a que en su geografía aparecieran los más diversos tipos de corrientes de

agua, tales como ríos, arroyos, arroyuelos, lagunas, aguajales, pantanos, manantes y puquiales. (Centro Guaman Poma de Ayala , 2004)

2.5.3 CLIMA

2.5.3.1 TEMPERATURA

La temperatura es uno de los elementos climáticos más importantes en la caracterización de un área, ya que sus variaciones influyen directamente en la distribución de la flora y fauna, así como en las actividades humanas. El comportamiento térmico de la cuenca se ve influenciada principalmente por la altitud y el relieve, por lo que el cambio de la temperatura entre el día y la noche es notorio.

Según los registros obtenidos desde el año 2000 al 2009, de la Estación Meteorológica de Perayoc de la UNSAAC; la temperatura media mensual es de 11.82°C.

Los meses más fríos con presencia de heladas se dan entre los meses de mayo a julio e incluso agosto y los meses de mayor temperatura son en setiembre octubre hasta noviembre, presentándose un veranillo.

2.5.3.2 PRECIPITACIÓN

La precipitación pluvial a lo largo del año en la cuenca tiene una distribución variable en el tiempo y el espacio; las lluvias son de carácter orográfico y convectivo, la primera se da por la presencia de la cordillera central que concentra las masas de agua provenientes de la Amazonía que sobrepasan la barrera de la cordillera oriental. Estas lluvias, son producto del ciclo hidrológico de la cuenca.

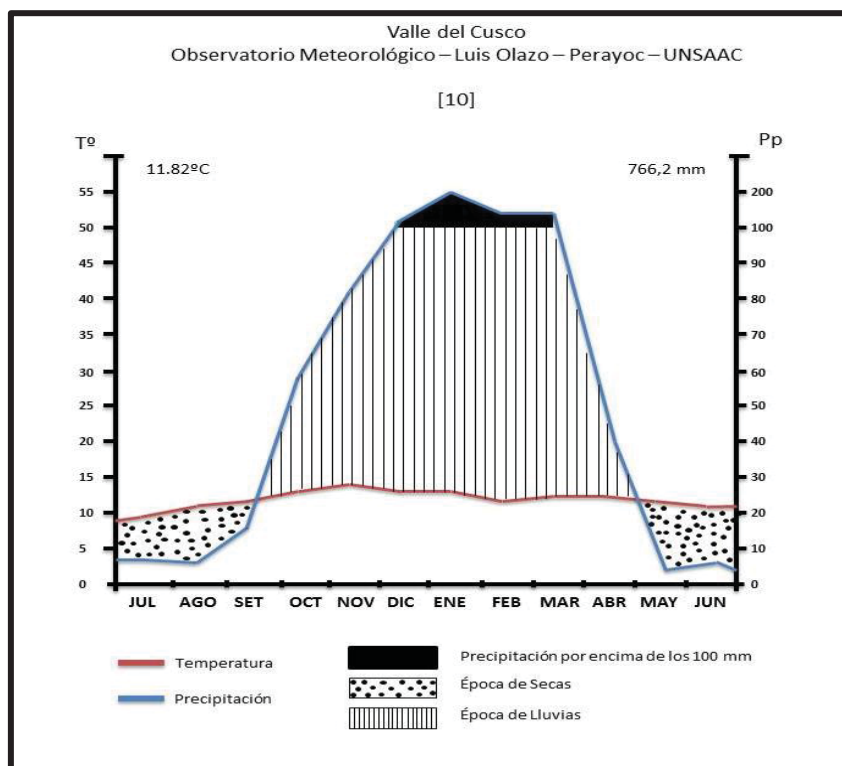
Según los registros obtenidos desde el año 2000 al 2009, de la Estación Meteorológica de Perayoc de la UNSAAC; la precipitación es de 766.2 mm por año. Presentándose la temporada de lluvias desde el mes de setiembre hasta abril, y secas desde mayo hasta agosto.

Cuadro 13: Temperatura y Precipitación en el Valle del Cusco (2000 - 2009)

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Ener.	12.54	183.16
Febr.	11.88	134.37
Mar.	12.26	120.02
Abr.	12.21	40.27
May.	11.45	4.22
Jun.	10.38	4.27
Jul.	9.56	7.50
Agos.	10.57	6.68
Set.	11.71	15.72
Oct.	12.82	57.07
Nov.	13.61	81.72
Dic.	12.87	111.20
Total	-	766.2
Promedio	11.82	-

Fuente: Estación Meteorológica Luis Olazo - Perayoc- UNSAAC

Figura 01: Climatodiagrama del Valle del Cusco (2000- 2009)



Fuente: Estación Meteorológica Luis Olazo, Perayoc – UNSAAC.

En el climatodiagrama se muestran tres épocas: la Época de secas que va desde mayo hasta setiembre, donde las temperaturas también son bajas, luego observamos la época de lluvias que comienza en el mes de Setiembre hasta abril y una época de lluvias intensas se presenta en los meses de diciembre hasta marzo.

2.6 ECOLOGÍA

2.6.1 ZONAS DE VIDA

La clasificación se basa en el Sistema de Zonas de Vida de Leslie R. Holdrige, ampliamente empleado y muy útil para la caracterización de los ecosistemas que alberga una cuenca. Con relación al área de estudio se ha identificado 06 Zonas de Vida.

Cuadro 14: Zonas de vida en la cuenca de Huatanay

Zona de vida	Símbolo	Superficie (ha)	%
Tundra pluvial Andino Subtropical	tp-AS	67.94	0.14
Páramo muy húmedo Subandino Subtropical	pmh-SaS	12818.53	26.34
Estepa espinosa Montano Bajo Subtropical	ee-MBS	1.31	0.001
Bosque seco Montano Bajo Subtropical	bs-MBS	17118.44	35.18
Bosque húmedo - Montano Subtropical	bh-MS	18592.68	38.21
Nival Subtropical	NS	65.88	0.14
TOTAL		48664.78	100.00

Fuente: (IMA, 2012)

2.6.2 COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal de la cuenca del río Huatanay presenta vegetación arbórea, arbustiva y herbácea conspicua que detallada en el siguiente cuadro.

Cuadro 15: Especies registradas en el cauce del río Huatanay

Especie	Nombre común	Carácter
<i>Agave americana</i>	Paqpa	Nativa
<i>Aloysia herrerae</i>	Cedroncillo	Nativa
<i>Astragalus garbancillo</i>	Garbancillo	Nativa
<i>Baccharis buxifolia</i>	Tayanca, taya	Nativa

<i>Baccharis plyantha</i>	Chillca	Nativa
<i>Barnadesia horrida</i>	Lawlli	Nativa
<i>Berberis boliviana</i>	Checche	Nativa
<i>Buddleja coriácea</i>	Q'olle	Nativa
<i>Buddleja longifolia</i>	Quisuar	Nativa
<i>Caesalpina spinosa</i>	Tara	Nativa
<i>Canna edulis</i>	Achira	Nativa
<i>Canna iridiflora</i>	Monte achira	Nativa
<i>Cantua buxifolia</i>	Ccantu	Nativa
<i>Cessia hookeriana</i>	Mutuy	Nativa
<i>Cestrum coriaceum</i>	Hierba santa	Nativa
<i>Citharexylum herrerae</i>	Huayruro	Nativa
<i>Colletia spinosissima</i>	R'oque, roqqe	Nativa
<i>Cortadería rudiusscula</i>	Nihua	Nativa
<i>Cypella herrerae</i>	Michi	Nativa
<i>Delostoma integrifolium</i>	Huaranhuay huaruma	Nativa
<i>Dunalia spinosa</i>	Tankar	Nativa
<i>Echinopsis cuzcoensis</i>	Hawaq ollay	Nativa
<i>Escallonia mirtilloides</i>	Tasta	Nativa
<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacomo	Nativa
<i>Eyithina falcata</i>	Pisonay	Nativa
<i>Fuchsia corymbiflora</i>	Chimpu	Nativa
<i>Jacarandá acutiflora</i>	Jacarandá	Nativa
<i>Lycianthes lycioides</i>	Tankar kiska	Nativa
<i>Minthostachys spicata</i>	Muña	Nativa
<i>Mutisia acuminata var. hirsuta</i>	Chinchirkuma	Nativa
<i>Myrcianthes</i>	Unca	Nativa
<i>Opuntia exaltata</i>	Pata quisca	Nativa
<i>Opuntia ficus indica</i>	Tuna	Nativa
<i>Oxalis cuzcoensis</i>	Oca oca	Nativa
<i>Passiflora pinnantistipula</i>	Tintin	Nativa
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	Nativa
<i>Phragmites communis</i>	Carrizo	Nativa
<i>Physalis peruviana</i>	Aguaymanto	Nativa
<i>Pitcairnia ferruginea</i>	Achupalla	Nativa
<i>Podocarpus glomeratus</i>	Intimpa	Nativa
<i>Polylepis incana</i>	Queuña	Nativa
<i>Puya herrerae</i>	Kcayara	Nativa
<i>Sambucus peruviana</i>	Sauco	Nativa
<i>Schinus molle</i>	Molle	Nativa
<i>Senecio rudbeckiaefoliu</i>	Ccoe mirachi	Nativa
<i>Solanum andigenum</i>	Papa, patata	Nativa
<i>Solanum nigrum</i>	Asnac sacha	Nativa
<i>Solanum pseudolicioides</i>	Tancar quisca	Nativa
<i>Stipa ichu</i>	Paja	Nativa
<i>Taraxacum officinales</i>	Diente de león	Nativa

<i>Vallea stipularis</i>	Chichicllurmay	Nativa
<i>Salvia oppositiflora</i>	Ñucchu	Introducida
<i>Pinus radiata</i>	Pino	Introducida
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	Introducida

Fuente: Registro de campo.

2.6.3 FAUNA

Los factores climáticos, así como la vegetación natural, condicionan la presencia de la fauna, por cuanto, proporcionan elementos vitales para las diferentes especies animales.

A lo largo de la cuenca, las especies de fauna más conspicuas son:

Cuadro 16: Especies registradas en el cauce del río Huatanay

Especie	Nombre Común
<i>Aechna absoluta</i>	Carta carta
<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta colo
<i>Anas flavirostris</i>	Cercena Barcina
<i>Anas georgica</i>	Anade Maicero
<i>Anas puna</i>	Cerceta de la Puna
<i>Anas specular</i>	Pato Crestón
<i>Anas specularoides</i>	Anade Juarjual
<i>Anhinga anhinga</i>	Aninga
<i>Ardea alba</i>	Garceta Grande
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuzita Terrestre
<i>Bartramia longicaud</i>	Correlimos Batitu
<i>Bufo spinolosus</i>	Jampato
<i>Bulbucus ibis</i>	Garcilla Bueyera
<i>Buteo poecilochrous</i>	Busardo puneño
<i>Buteo polyosoma</i>	Busardo Dorsirrojo
<i>Butorides striatus</i>	Garcita estriada
<i>Calidris alba</i>	Correlimos Tridáctilo
<i>Calidris bairdii</i>	Correlimos de Baird
<i>Calidris melanotos</i>	Correlimos pectoral
<i>Carduelis magellanica</i>	Jilguero encapuchado
<i>Cavia tschudii</i>	Poronccoe
<i>Chaetura cine</i>	Vencejo Lomigris
<i>Charadrius alticola</i>	Chorlo de la puna
<i>Chloephaga melanoptera</i>	Huallata
<i>Circus cinereus</i>	Gavilán cenizo
<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino
<i>Colias sp</i>	Pillpinto

<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí rutilante
<i>Columba maculosa</i>	Paloma moteada
<i>Columba livia</i>	Paloma Bravía
<i>Conepauus rex</i>	Zorrino
<i>Didelphis azarae</i>	Raposa
<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azulada
<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano
<i>Fulica ardesiaca</i>	Focha andina
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común
<i>Gastroteca sp.</i>	Ch'ejlla
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho pelinegro
<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigüeñuela cuellinegra
<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta
<i>Jabiru mycteria</i>	Jabirú
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina
<i>Latrodectus mactans</i>	Viuda negra
<i>Leucippus chionogaster</i>	Colibrí ventriblanco
<i>Merganetta armata</i>	Pato Torrentero
<i>Metriopelia ceciliae</i>	Palomita Casabelita
<i>Muscisaxicola albilo</i>	Dormilona de Ceja Blanca
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
<i>Neocrex erytrops</i>	Polluela Picopinta
<i>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz Serrana
<i>Nothoprocta pentlandii</i>	Perdiz Andina
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huaco Común
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado
<i>Oreonympha nobilis</i>	Montañez barbudo
<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato chancho
<i>Patagona gigas</i>	Colibrí gigante
<i>Pedies andeanum</i>	Chilliko
<i>Periplaneta americana</i>	Pallaiso
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical
<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo Tricolor
<i>Phalacroboenus megalopterus</i>	Caracara Andino
<i>Phleocryptes melanops</i>	Junquero
<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de Puna
<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo Dorado
<i>Podiceps occipitalis</i>	Zampullín Plateado
<i>Porphyrula martinica</i>	Calamoncillo Americano

<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro
<i>Puma concolor</i>	Puma
<i>Rallus sanguinolentus</i>	Rascón Gallineta
<i>Recurvirostra andina</i>	Avoceta andina
<i>Rollandia rolland</i>	Zampullín Pimpollo
<i>Stelgidopteryx andecola</i>	Golondrina Andina
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo acollarado
<i>Telmatobius marmoratus</i>	K'ayra
<i>Theristicus branickii</i>	Bandurria
<i>Tringa flavipes</i>	Archibebe Patig
<i>Tringa macularia</i>	Playero Coleador
<i>Tringa melanole</i>	Archibebe Patigualdo Grande
<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos Solitario
<i>Turdus chiguanco</i>	Chiguanco
<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría andina
<i>Zenaida auriculata</i>	Zenaida torcaza
<i>Zonotrichia capensis</i>	Zonotrichia

Fuente: (ECOAN, 2006)

2.7 POBLACIÓN

Cuadro 17: Población por distritos en el área de estudio

PROVINCIA	DISTRITO	POBLACIÓN TOTAL	%
Cusco	Cusco	108798	29.30%
	Santiago	83721	22.55%
	Wanchaq	59134	15.93%
	San Sebastián	74712	20.12%
	San Jerónimo	31687	8.53%
	Saylla	2934	0.79%
Quispicanchis	Lucre	3850	1.04%
	Oropesa	6432	1.73%
TOTAL		371268	100.0%

Fuente: (INEI, 2007)

Los distritos que tienen mayor cantidad de población son: Cusco, Santiago, San Sebastián, Wanchaq y San Jerónimo, respectivamente, como se puede apreciar en el anterior cuadro.

2.8 RESIDUOS SÓLIDOS

En el ámbito del sector urbano la acumulación de desechos sólidos se produce en mayor escala en relación al sector rural. En el primer caso, la contaminación se debe a que los pobladores circundantes al río no cuentan con el servicio de limpieza pública, por lo que optan arrojar los desperdicios directamente al río y a las riberas. La producción promedio peso/persona/día de generación de residuos sólidos urbanos es alrededor de 0.48 Kg. /hab. /día., y la producción varía de 0.21 - 0.82 Kg. /hab./día peso/persona/día (CGPA, 2004).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 MATERIAL BIOLÓGICO

- Muestras de agua del río Huatanay.
- Muestras de aguas residuales vertidas al río.

3.1.2 EQUIPOS Y APARATOS

- Autoclave 121 °C
- Estufa 180 °C
- Incubadora Memmert 35 ± 0.5 °C
- Incubadora Memmert 20 ± 1 °C
- Baño María Memmert 44.5 ± 0.2 °C
- Balanza analítica Radwag (0.01 – 0.0001)
- Agitador magnético Fisher
- Mechero Bunsen
- Receptor de Sistema de Posicionamiento Global – GPS (GARMIN).
- Cámara fotográfica Sony
- Cronómetro
- Espectrofotómetro HACH DR6000
- Equipo de filtración al vacío HACH
- pH metro HACH
- Equipo multiparamétrico HACH
- Termómetro OAKTON
- Turbidímetro HANNA

3.1.3 MATERIAL DE VIDRIO

- Frascos Winkler de 300 ml
- Frascos estériles de 250 ml
- Pipetas bacteriológicas de 2ml, 5ml y 10 ml

- Tubos de ensayo 10 ml
- Tubos de fermentación Durham
- Placas Petri 15 cm de diámetro
- Probetas de 200 y 1000ml
- Buretas 100 ml
- Balones 1000 ml
- Erlenmeyer 500 ml, 1000 ml
- Crisoles 50 ml
- Desecadores

3.1.4 REACTIVOS

- Reactivo Nitrover 5 (HACH)
- Reactivo Phosver 3 (HACH)
- Reactivo Nitrover 4 (HACH)
- Solución de Ioduro Alkali
- Solución de Sulfato Manganoso
- Solución de almidón
- Tiosulfato de sodio 0.025 N
- Agua de dilución para coliformes (Stock A: fosfato monopotásico
Stock B: cloruro de magnesio).
- Agua de dilución para DBO₅
- Reactivo de Kovacs
- Ácido sulfúrico concentrado

3.1.5 MEDIOS DE CULTIVO

- Caldo Lauril sulfato (MERCK)
- Caldo EC (MERCK)
- Caldo Brilla (MERCK)
- Caldo Urea (MERCK)
- Agar ENDO (MERCK)
- Agar Hierro tres azúcares TSI (MERCK)
- Agar Lisina – Hierro LIA (MERCK)

- AGAR Citrato de Simmons (MERCK)
- Medio de cultivo MIO (MERCK)

3.1.6 INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN

- Lentes
- Botas de jebe
- Barbijos 3M
- Guantes descartables
- Gorra
- Mandil

3.1.7 MATERIALES AUXILIARES

- Filtros de fibra de vidrio A/E 47mm PALL
- Fichas de registro de campo
- Baldes de plástico 5 lt.
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Cuerdas de ½" x 10 m.
- Frascos de plástico de 1L
- Pro pipetas
- Agua destilada
- Coolers grandes y pequeños
- Pizetas
- Lápiz
- Lapiceros
- Pinzas
- Agujas y asas de siembra

3.2 METODOLOGÍA

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO EN EL RÍO HUATANAY

Se realizó el reconocimiento de los puntos pre-establecidos por la empresa E.P.S. SEDACUSCO SA.

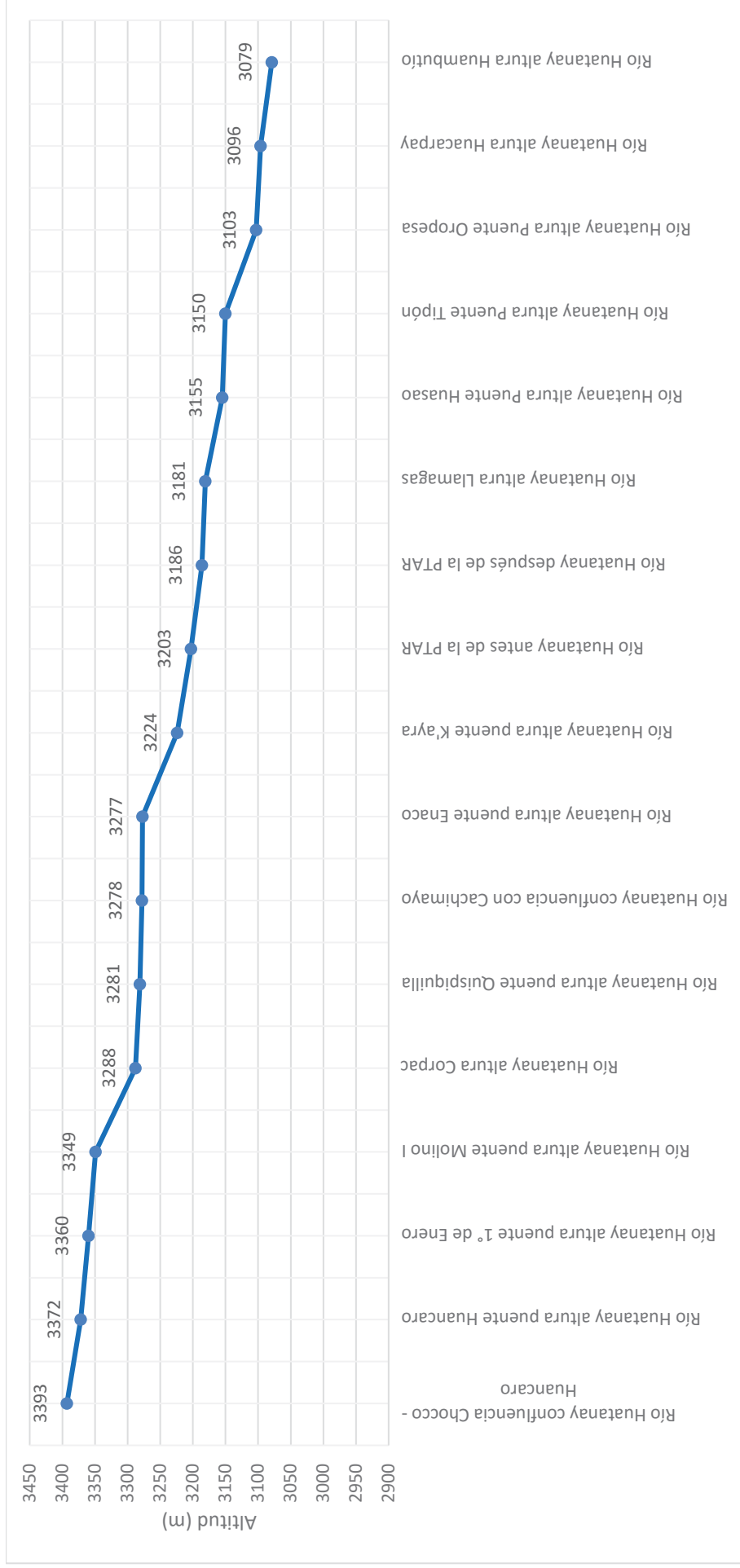
Cuadro 18: Georeferenciación de puntos de muestreo en el río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	Altitud (m)	Coordenadas UTM	
			Norte	Este
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	3393	8500956	177160
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	3372	8501452	177377
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	3360	8501898	178582
4	Río Huatanay altura puente Molino I	3349	8501774	179219
5	Río Huatanay altura Corpac	3288	8501390	182870
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	3281	8501648	184024
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	3278	8501864	184057
8	Río Huatanay altura puente Enaco	3277	8501970	184769
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	3224	8499800	189004
10	Río Huatanay antes de la PTAR	3203	8499776	189400
11	Río Huatanay después de la PTAR	3186	8499886	190211
12	Río Huatanay altura Llamagas	3181	8499296	191399
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	3155	8497528	195363
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	3150	8496006	198208
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	3103	8494926	200776
16	Río Huatanay altura Huacarpay	3096	8494232	204845
17	Río Huatanay altura Huambutío	3079	8496936	206582

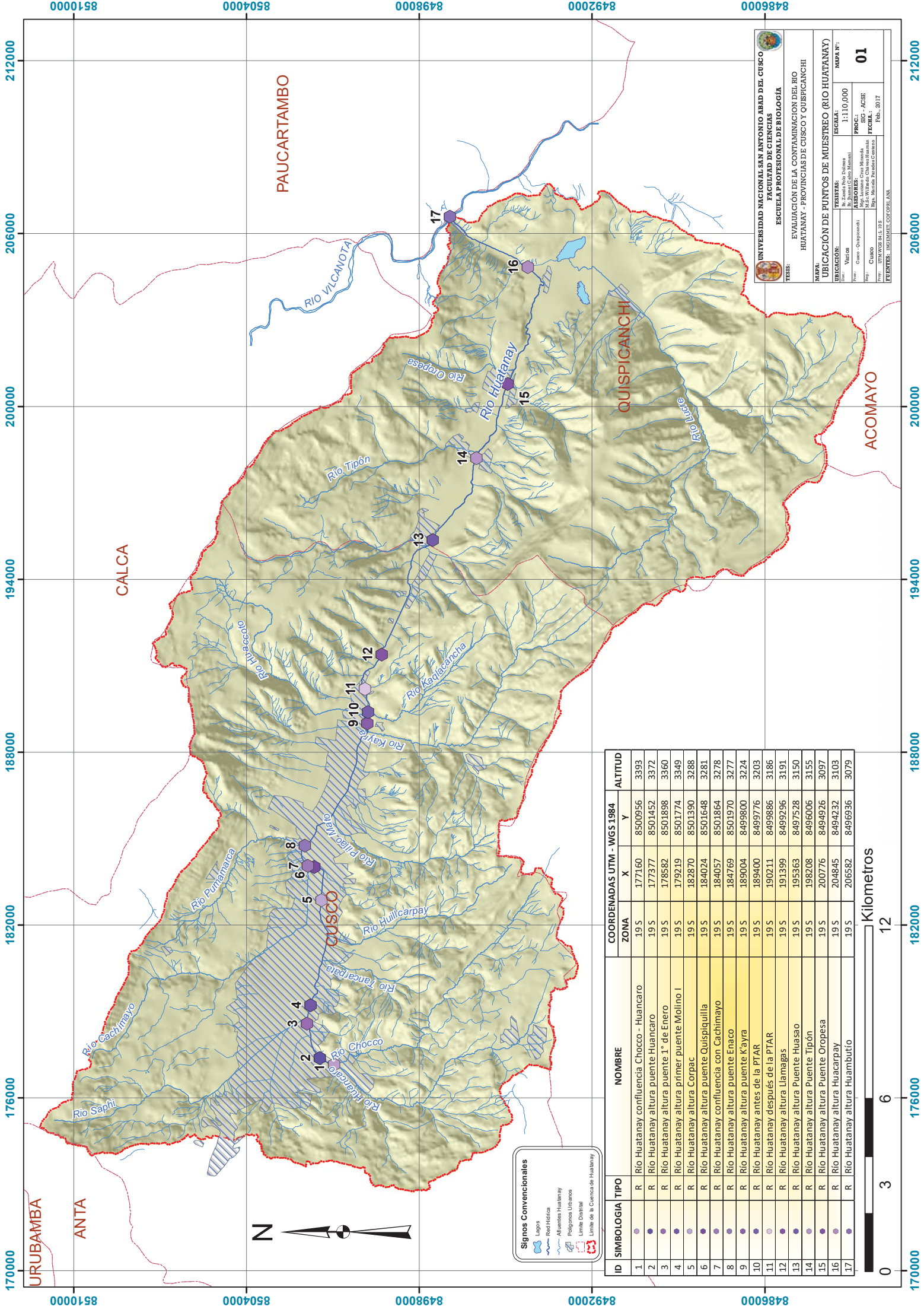
Fuente: Registro de campo.

En el gráfico 1 se observa el perfil del río Huatanay a lo largo de todo su recorrido, iniciando con una altitud de 3393 msnm hasta llegar a la desembocadura con 3079 msnm.

Gráfico 1: Perfil del río Huatanay



Fuente: Registro de campo.



Signos Convencionales

- Lago
- Red Hidrica
- Alcantarillas Huatanay
- Poligonos Urbanos
- Límite Distrital
- Límite de la Ciudad de Huatanay

ID	SIMBOLOGIA	TIPO	NOMBRE	COORDENADAS UTM - WGS 1984		ALTITUD
				ZONA	X Y	
1	●	R	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	19 S	177160 8500956	3393
2	●	R	Río Huatanay altura puente Huancaro	19 S	177377 8501452	3372
3	●	R	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	19 S	178582 8501898	3360
4	●	R	Río Huatanay altura primer puente Molino I	19 S	179219 8501774	3349
5	●	R	Río Huatanay altura Corpac	19 S	182870 8501390	3288
6	●	R	Río Huatanay altura puente Quispicanchi	19 S	184024 8501648	3281
7	●	R	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	19 S	184057 8501864	3278
8	●	R	Río Huatanay altura puente Enaco	19 S	184769 8501970	3277
9	●	R	Río Huatanay altura puente K'aya	19 S	189004 8499800	3224
10	●	R	Río Huatanay antes de la PTAR	19 S	189400 8499776	3203
11	●	R	Río Huatanay después de la PTAR	19 S	190211 8499886	3186
12	●	R	Río Huatanay altura Llamagas	19 S	191399 8499296	3191
13	●	R	Río Huatanay altura Puente Huasao	19 S	195363 8497528	3150
14	●	R	Río Huatanay altura Puente Tipón	19 S	198208 8496006	3155
15	●	R	Río Huatanay altura Puente Oropesa	19 S	200776 8494926	3097
16	●	R	Río Huatanay altura Huacarpay	19 S	204845 8494232	3103
17	●	R	Río Huatanay altura Huambutío	19 S	206582 8496936	3079



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA

TESIS:
 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO HUATANAY - PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHI

MAPA:
 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO (RIO HUATANAY)

Autores:	Walter	ESCALA:	1:110.000	MAPA N°:	
Profe:	Osvaldo	Asesor:	1:110.000	PROYECTO:	SIG - ACSE
Fecha:	Cusco	Asesor:	1:110.000	FECHA:	2011

FUENTES: INEGI, MTC, COPOLINA

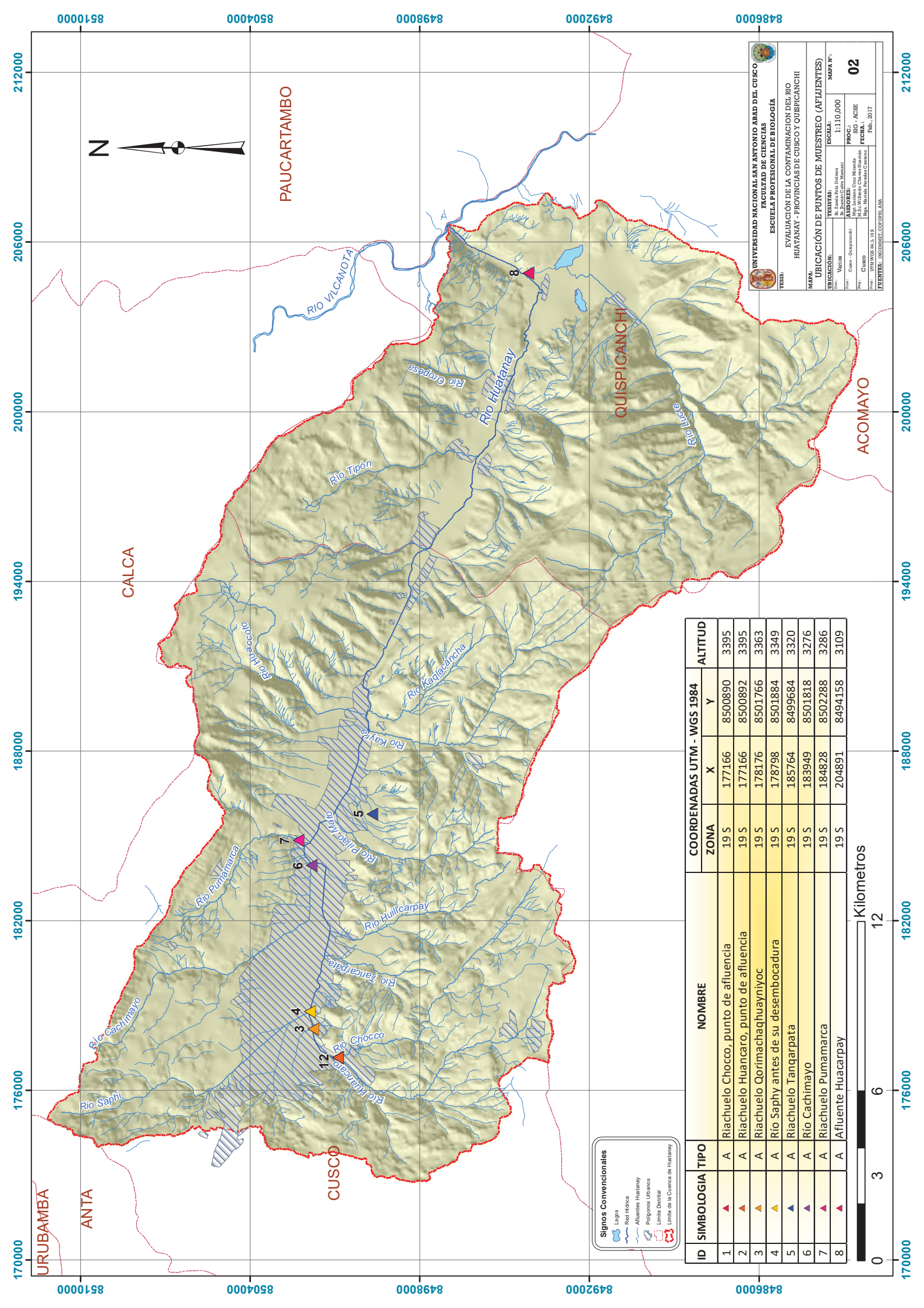
DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO EN AFLUENTES

Se consideró los afluentes que alimentan al río.

Cuadro 19: Georefenciación de puntos de muestreo en afluentes

N°	Puntos de Muestreo	Altitud (m)	Coordenadas (UTM)	
			Norte	Este
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	3395	8500890	177166
2	Río Huancaro, punto de afluencia	3395	8500892	177166
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	3363	8501766	178176
4	Río Saphy antes de su desembocadura	3349	8501884	178798
5	Riachuelo Tanqarpata	3320	8499684	185764
6	Riachuelo Pumamarca	3286	8502288	184828
7	Río Cachimayo	3276	8501818	183949
8	Afluente Huacarpay	3109	8494158	204891

Fuente: Registro de campo.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

TESIS:
EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO
HUATANIY - PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHI

MAPA:
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO (AFLUENTES)

ESCALA: 1:110,000

MAPA N°: 02

UBICACIÓN:
Dist.: Huataniy
Prov.: Cusco
Muni.: Huataniy

FECHA: 2017

FUENTES: INEGI, MTC, COPACOLANA

ID	SIMBOLOGIA	TIPO	NOMBRE	COORDENADAS UTM - WGS 1984		ALTITUD
				ZONA	X Y	
1	▲	A	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	19 S	177166 8500890	3395
2	▲	A	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	19 S	177166 8500892	3395
3	▲	A	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	19 S	178176 8501766	3363
4	▲	A	Río Saphy antes de su desembocadura	19 S	178798 8501884	3349
5	▲	A	Riachuelo Tanqarpata	19 S	185764 8499684	3320
6	▲	A	Río Cachimayo	19 S	183949 8501818	3276
7	▲	A	Riachuelo Pumamarca	19 S	184828 8502288	3286
8	▲	A	Afluente Huacarpay	19 S	204891 8494158	3109



DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE VERTIDOS

Para los puntos de vertido se consideró aquellos que presentaban accesibilidad y caudal favorables.

Cuadro 20: Georeferenciación de puntos de muestreo de vertidos

N°	Puntos de Muestreo	Altitud (m)	Coordenadas UTM	
			Norte	Este
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoq	3400	8500936	177186
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	3362	8501783	178330
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	3360	8501892	178627
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	3340	8501536	179615
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	3281	8501654	184025
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	3278	8502092	184498
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	3278	8502094	184510
8	Vertimiento N°8 altura Penal	3242	8500426	186843
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	3231	8500040	188339
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	3227	8499846	188611
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	3222	8499816	188892
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	3211	8499838	189851
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	3180	8499880	190133
14	Vertimiento N°14 Saylla	3188	8500016	190496
15	Vertimiento N°15 Huasao	3150	8497598	195232
16	Vertimiento N°16 Tipón	3101	8495832	198540
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3105	8494936	200794
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	3103	8494100	204740

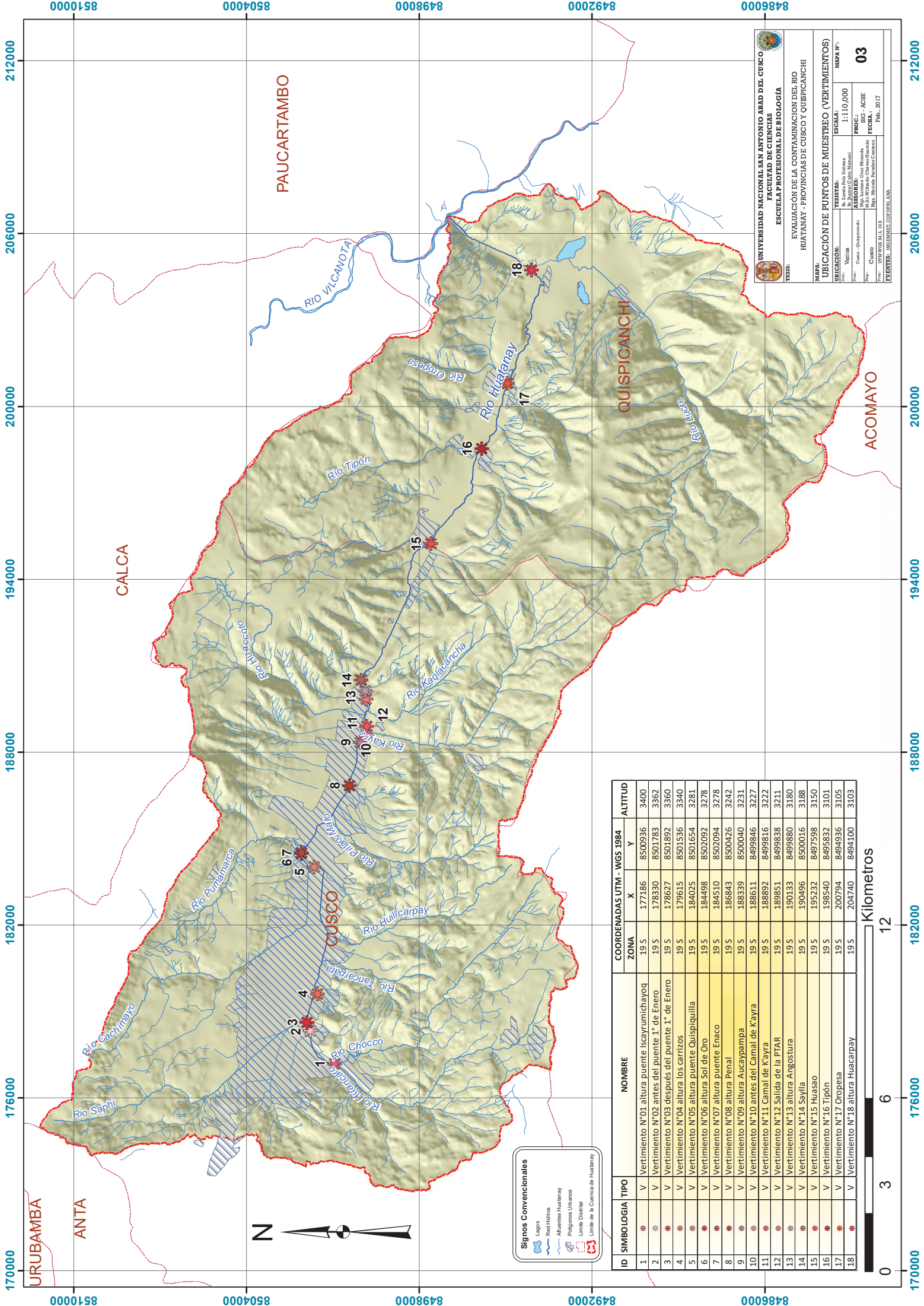
Fuente: Registro de campo.

DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DEL RÍO VILCANOTA

Cuadro 21: Georeferenciación de puntos de muestreo en el río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	Altitud (m)	Coordenadas UTM	
			Norte	Este
1	Río Vilcanota aguas abajo	3078	8497054	206317
2	Río Vilcanota aguas arriba	3075	8496568	206806

Fuente: Registro de campo



Signos Convencionales

- Lago
- Red Hidrica
- Alcantarillas Huataniy
- Poligonos Urbanos
- Límite Distrital
- Límite de la Ciudad de Huataniy

ID	SIMBOLOGIA	TIPO	NOMBRE	COORDENADAS UTM - WGS 1984		ALTITUD	
				ZONA	X	Y	
1	*	V	Vertimiento N°01 altura puente Icauyumichayoc	19 S	177186	8500936	3400
2	*	V	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	19 S	178330	8501783	3362
3	*	V	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	19 S	178627	8501892	3360
4	*	V	Vertimiento N°04 altura los carizos	19 S	179615	8501536	3340
5	*	V	Vertimiento N°05 altura puente Quispiguilla	19 S	184025	8502092	3281
6	*	V	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	19 S	184498	8502092	3278
7	*	V	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	19 S	184510	8502094	3278
8	*	V	Vertimiento N°08 altura Penal	19 S	186843	8500426	3242
9	*	V	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	19 S	188339	8500040	3231
10	*	V	Vertimiento N°10 antes del Canal de K'ayra	19 S	188611	8499846	3227
11	*	V	Vertimiento N°11 Canal de K'ayra	19 S	188892	8499816	3222
12	*	V	Vertimiento N°12 salida de la PTAR	19 S	189851	8499838	3211
13	*	V	Vertimiento N°13 altura Angostura	19 S	190133	8499880	3180
14	*	V	Vertimiento N°14 Saylla	19 S	190496	8500016	3188
15	*	V	Vertimiento N°15 Huasao	19 S	195232	8497598	3150
16	*	V	Vertimiento N°16 Tipón	19 S	198540	8495832	3101
17	*	V	Vertimiento N°17 Orpesa	19 S	200794	8494936	3105
18	*	V	Vertimiento N°18 altura Huacarparp	19 S	204740	8494100	3103



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA

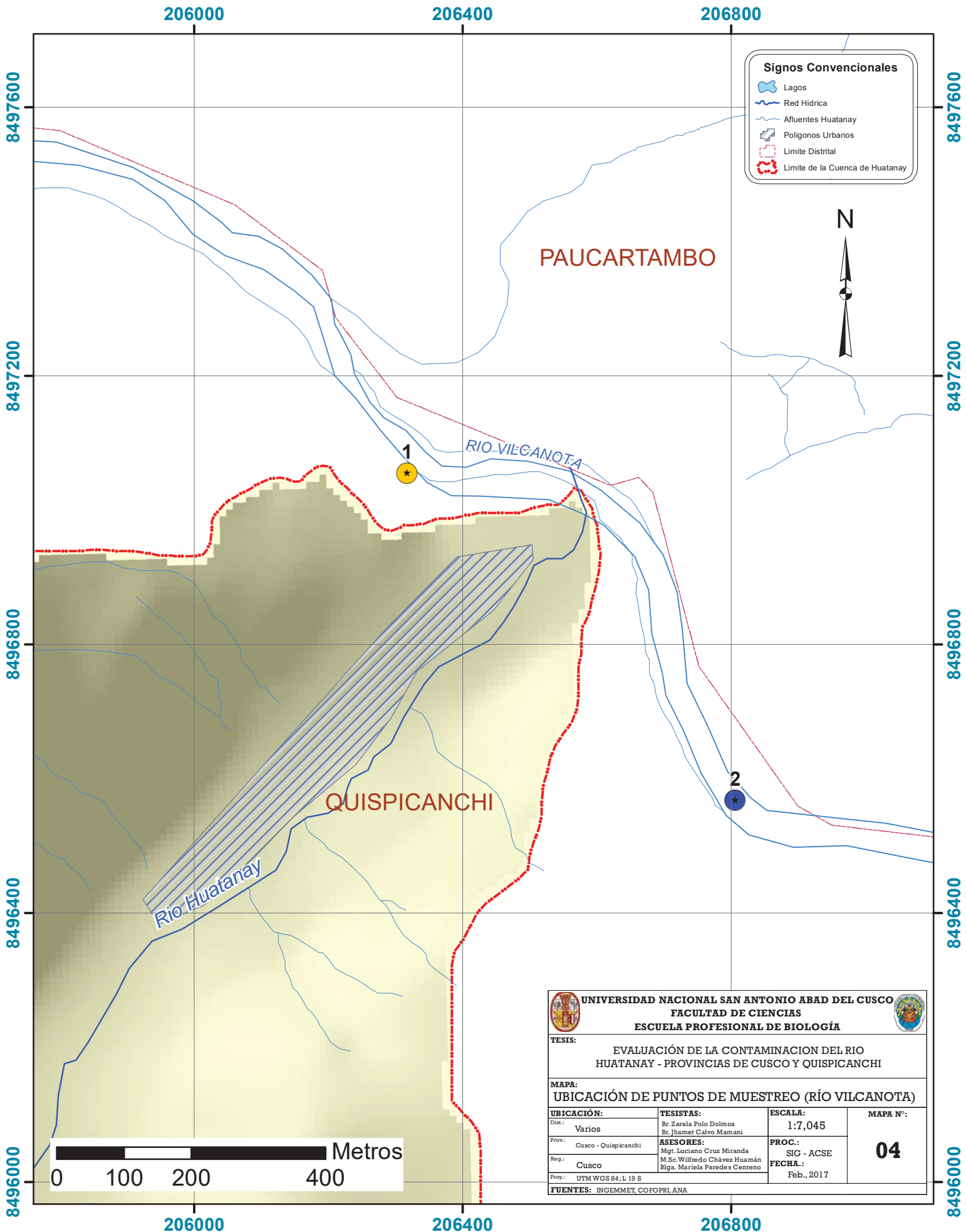
TESIS:
 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO HUATANIY - PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHI


MAPA:
 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO (VERTIMIENTOS)

Título:	Vertidos	ESCALA:	1:110.000
Autores:	Alfonso Torres Almonacid	PROYECTO:	SIG - ACISE
Asesor:	Osvaldo Pacheco	FECHA:	11/05/2017
País:	Perú	Región:	Cusco
Provincia:	Cusco	Municipio:	Huataniy

MAPA N°: **03**

Fuente: IGNAMITE, COPACOLANA




UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


TESIS:
 EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RIO HUATANAY - PROVINCIAS DE CUSCO Y QUISPICANCHI

MAPA:
 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO (RÍO VILCANOTA)

UBICACIÓN: Dis.: Varios Prov.: Cusco - Quispicanchi Reg.: Cusco Proy.: UTM WGS 84; L 19 S	TESISTAS: Br. Zarela Polo Dolmos Br. Jhannel Calvo Mamani	ESCALA: 1:7,045	MAPA N°: 04
ASESORES: Mgt. Luciano Cruz Miranda M.Sc. Wilfredo Chávez Huamán Blga. Mariela Paredes Centeno		PROC.: SIG - ACSE	FECHA.: Feb., 2017

FUENTES: INGEMMET, COFOPRI, ANA

ID	SIMBOLOGIA	TIPO	NOMBRE	COORDENADAS UTM - WGS 1984			ALTITUD
				ZONA	X	Y	
1	★	R	Río Vilcanota aguas abajo	19 S	206317	8497054	3078
2	●	R	Río Vilcanota aguas arriba	19 S	206806	8496568	3075

MUESTREO

Las muestras fueron tomadas mensualmente durante el periodo de un año (12 meses), desde diciembre del 2014 hasta noviembre del 2015.

TOMA DE MUESTRA

Las muestras fueron tomadas directamente del río, de los afluentes y de los vertidos, utilizando un balde de 5 litros de capacidad sujetado por una cuerda, siguiendo las normas de bioseguridad, procedimientos y especificaciones para cada parámetro a evaluar (APHA-AWWA-WEF, 2012).

3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

Los métodos utilizados fueron:

3.2.1.1 CAUDAL EN EL RÍO Y AFLUENTES

MÉTODO DEL FLOTADOR

Para la evaluación se seleccionó una sección homogénea y de longitud determinada, que en este caso fueron 10m, dividida en 5 secciones y se midió el ancho y profundidad cada sección, hecho esto se procedió a lanzar un pequeño flotador al inicio del tramo seleccionado evitando la presencia de corrientes fuertes de viento y con un cronómetro se midió el tiempo en el que el flotador llegó al final del tramo. Este registro se realizó tres veces.

El cálculo del caudal se realizó al multiplicar el área de la sección (A) por la velocidad obtenida (V). (ANA, 2011).

Dónde:

$$Q=V \times A$$

Q= caudal (m³/s)

V= velocidad (m/s)

A= Área de la sección transversal (m²)

$$V=E/T$$

Dónde:

V= velocidad (m/s)

E= Espacio (m)

T= Tiempo (s)

3.2.1.2 CAUDAL EN LOS VERTIDOS

MÉTODO VOLUMÉTRICO

Se utilizó un balde de 5 lt, el que se colocó directamente debajo de las descargas residuales y con la ayuda de un cronómetro se registró el tiempo en el que se llena el balde.

En este caso el caudal se obtiene de dividir el volumen de agua colectada (V) en el recipiente entre el tiempo (T) que demoró en ser colectada (ANA, 2011).

$$Q = V / T$$

Dónde:

Q= Caudal (lt/s)

V= Volumen (lt)

T= Tiempo (s)

3.2.2 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

3.2.2.1 DETERMINACIÓN PARÁMETROS FÍSICOS

IN SITU

Se analizaron un total de 43 muestras.

a. pH: Método Potenciométrico

La medición se realizó in situ, para lo cual se empleó una sub muestra de 50 ml en un vaso beaker, registrando directamente con el equipo Multiparamétrico HACH.

b. Temperatura

De igual manera la medición se realizó en campo registrando directamente con el termómetro.

c. Conductividad: Método Conductivímetro

La medición se realizó in situ, para lo cual se empleó una sub muestra de 50 ml en un vaso beaker, registrando directamente con el equipo Conductivity HACH.

d. Turbidez: Método Nefelométrico.

Se evaluó in situ usando una sub muestra de 10 ml colectada en una celda de vidrio del equipo registrando directamente con el Turbidímetro HANNA.

e. Sólidos: Método Gravimétrico.

Las muestras para sólidos se colectaron directamente del balde en botellas de plástico de 1lt y fueron transportadas en coolers al laboratorio para su análisis (APHA, AWWA, & WEF, 2012).

EN LABORATORIO- PTAR SEDA CUSCO

Se analizaron un total de 43 muestras.

a. Sólidos Totales (ST)

- Previamente, se trataron crisoles de porcelana a 104°C en la estufa durante 1 hora para luego ser llevados a un desecador para su enfriamiento.
- Los crisoles fueron pesados y rotulados de acuerdo al número de muestras a tratar.
- Se agregó un volumen de 50 ml de agua en cada crisol
- Seguidamente se colocaron en la estufa a 104°C por el lapso de 24 horas.

- Transcurrido el tiempo fueron llevados al desecador por 30 minutos para su enfriamiento.
- Una vez fríos los crisoles fueron pesados en la balanza analítica y teniendo los datos del pesaje se calculó por la siguiente fórmula:

$$ST \text{ mg/l} = \frac{P1 - P2}{V} \times 1000$$

Dónde:

ST= Sólidos totales

P1 = Peso inicial del crisol tratado sin muestra

P2 = Peso final del crisol con la muestra

V = Volumen de la muestra

b. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

- Se utilizaron filtros de fibra de vidrio previamente tratados con la bomba al vacío filtrando un volumen de 50 ml de agua destilada en cada filtro para luego ser llevados a la estufa por 1 hora a 104°C.
- Transcurrido el tiempo se transfirieron al desecador para su enfriamiento. Una vez fríos se rotularon y pesaron registrando los valores.
- Se filtró entre 20 - 50 ml de muestra de agua, dependiendo de la cantidad de solidos de cada muestra.
- Hecho esto se llevó nuevamente a la estufa por 1 hora y luego al desecador para su enfriamiento y pesado en la balanza analítica. Se calculó por la siguiente fórmula:

$$SST \text{ mg/l} = \frac{P1 - P2}{V} \times 1000$$

Dónde:

SST= Sólidos suspendidos totales

P1 = Peso inicial del crisol tratado sin muestra

P2 = Peso final del crisol con la muestra

V = Volumen de la muestra

3.2.2.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS

Se analizaron un total de 45 muestras.

a. Oxígeno Disuelto (OD): Método Winkler modificado

Para este parámetro se usó frascos Winkler de 300 ml. Se colectó la muestra in situ directamente del balde evitando la formación de burbujas.

Fijación del Oxígeno:

- Se añadió 1ml de solución de Sulfato Manganoso y 1 ml de Alkali Ioduro-azida.
- Se tapó cuidadosamente y luego se mezcló por movimientos de inversión.
- Cuando el precipitado sedimentó aproximadamente la mitad del volumen de la botella, se adicionó 1ml de ácido sulfúrico concentrado y se mezcló nuevamente hasta que disuelva el precipitado.
- Posteriormente se llevó al laboratorio para terminar el análisis de OD.
- Se tomó 200 ml de muestra medida con una probeta de vidrio, luego se vertió a un Erlenmeyer.
- Se tituló con una solución de tiosulfato de sodio 0.025M desde una bureta de 100 ml, hasta lograr un color amarillo pajizo.
- Luego se añadió tres gotas del indicador almidón, se homogenizó y continuó con la titulación
- Se anotó la cantidad de ml gastados de tiosulfato en la titulación (OD_t).

$$OD_t = \text{Cantidad de tiosulfato gastado (ml)}$$

Dónde:

OD_t: Oxígeno Total disuelto

b. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La muestra se colectó en frascos de vidrio estériles, aproximadamente 50 ml.

Preparación del Agua de dilución

Para calcular la DBO primero se preparó el Agua de Dilución en base a la cantidad de muestras, 300 ml por muestra, se determinó un volumen de agua destilada. Luego por cada litro de agua destilada se adicionó 1 ml de cada una de las siguientes soluciones:

- Solución Tampón fosfato.
- Solución MgSO₄ (sulfato de magnesio).
- Solución CaCl₂ Cloruro de calcio).
- Solución FeCl₃ (Cloruro férrico).

Se mezcló y oxigenó usando un agitador magnético durante el mayor tiempo posible.

Preparación de las muestras

- Se tomó como blanco un frasco lleno únicamente con agua de dilución sin contener muestra, este también se incubó junto con los demás.
- Se usaron los frascos Winkler llenándolos con agua de dilución y la muestra evitando la formación de burbujas.
- Luego se taparon los frascos y se incubó durante 5 días a 20°C.
- Una vez transcurrido los 5 días se procedió a la determinación del oxígeno disuelto en los frascos siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para el oxígeno disuelto (Romero, 2007).
- Luego de haber obtenido este valor que lo consideramos como Oxígeno final, calculamos la DBO₅ con la siguiente fórmula:

$$DBO_5 \text{ mg/l} = \frac{(OD_T - OD_F) \times \text{Volumen de la botella en ml (300ml)}}{\text{ml de la muestra}} - (OD_T - OD_I)$$

Dónde:

ODT = Oxígeno Disuelto Total, es el blanco o frasco con únicamente agua de dilución, ml/l.

ODI = Oxígeno Disuelto Inicial de la muestra sin diluir, mg/l.

OD_F = Oxígeno Disuelto Final de la muestra diluida, mg/l.

DBO₅ = Demanda bioquímica de oxígeno.

c. Nitratos: Método Espectrofotométrico

La muestra se tomó en un frasco de plástico de 1lt de capacidad que se transportó al laboratorio en cadena de frío hasta su procesamiento.

- Tomando en cuenta las especificaciones del Method 8171, se tuvo celdas de 10 ml para las muestras y un blanco que consistía en 10ml de agua destilada sin reactivo y que se usó para ajustar cada programa a un valor 0 antes de la lectura de las muestras.
- Se colectó 10 ml de muestra en celdas de vidrio del equipo.
- Se vertió los sachets del reactivo en polvo Nitruver 5 (HACH), un sachet por muestra.
- Se homogenizó durante 1 minuto con movimientos de inversión y se dejó reaccionar 5 minutos a temperatura ambiente (si se observaba una coloración amarillenta indicaba la presencia de nitratos en la muestra)
- Transcurrido el tiempo de reacción se procedió a leer la solución en el Espectrofotómetro HACH DR/6000 utilizando el programa 355 N Nitrato RAPP con una longitud de onda de 500nm y un rango máximo de 30 mg/l.
- Se leyó primero la celda del blanco para luego dar lectura a cada celda de muestra con reactivo obteniendo directamente los resultados. (HACH, 2014)

d. Fosfatos: Método Espectrofotométrico

La muestra se tomó en un frasco de plástico de 1lt de capacidad que se transportó al laboratorio en cadena de frío hasta su procesamiento.

- Tomando en cuenta las especificaciones del Method 8048, se tuvo celdas de 10 ml para las muestras y un blanco que consistía en 10ml de agua destilada sin reactivo y que se usó para ajustar cada programa a un valor 0 antes de la lectura de las muestras.
- Se colectó 10 ml de muestra en celdas de vidrio del equipo.
- Se vertió los sachets del reactivo en polvo Phosver 3 (HACH), un sachet por muestra.
- Se homogenizó de 20 a 30 segundos por movimientos de inversión y se dejó reaccionar 2 minutos a temperatura ambiente (si se observaba una coloración azul indicaba la presencia de fosfatos en la muestra),
- Transcurrido el tiempo de reacción se procedió a leer la solución en el Espectrofotómetro HACH DR/6000 utilizando el programa 490 P react. PV con una longitud de onda de 880nm y un rango máximo de 2.50 mg/l.
- Se leyó primero la celda del blanco para luego dar lectura a cada celda de muestra con reactivo obteniendo directamente los resultados. (HACH, 2014)

e. Sulfatos: Método Espectrofotométrico

La muestra se tomó en un frasco de plástico de 1lt de capacidad que se transportó al laboratorio en cadena de frío hasta su procesamiento

- Tomando en cuenta las especificaciones del Methods 8051, se tuvo celdas de 10 ml para las muestras y un blanco que consistía en 10ml de agua destilada sin reactivo y que se usó para ajustar cada programa a un valor 0 antes de la lectura de las muestras.
- Se colectó 10 ml de muestra en celdas de vidrio del equipo.
- Se vertió los sachets del reactivo en polvo SulfaVer 4 (HACH), un sachet por muestra.

- Se homogenizó y se dejó reaccionar 5 minutos a temperatura ambiente (si se observaba una coloración lechosa indicaba la presencia de sulfatos en la muestra).
- Transcurrido el tiempo de reacción se procedió a leer la solución en el Espectrofotómetro HACH DR/6000 utilizando el programa 680 Sulfato con una longitud de onda de 450nm y un rango máximo de 70 mg/l.
- Se leyó primero la celda del blanco para luego dar lectura a cada celda de muestra con reactivo obteniendo directamente los resultados. (HACH, 2014)

3.2.2.3 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

El muestreo para los parámetros bacteriológicos, tanto en el agua de río como de vertidos, se realizó tomando una muestra de agua directamente del balde con un frasco estéril de vidrio de 250 ml, dejando un espacio para la aireación. Posteriormente se trasladaron para su procesamiento en laboratorio.

PROCESAMIENTO BACTERIOLÓGICOS EN LABORATORIO

El Método es de los Tubos Múltiples, que consiste en la fermentación en tubos múltiples recomendada por el APHA 2012 y los Standard Methods con códigos SM 9221E para la determinación de coliformes termotolerantes y SM 9221B para los coliformes totales.

Esta técnica considera el empleo de diluciones decimales (en agua de dilución previamente preparada), las que se determinan de acuerdo al grado de contaminación de las muestras.

Para esto se utilizó Caldo Lauril, donde se hace la primera siembra, luego en Brilla y Caldo EC donde se determina la cantidad de coliformes totales y termotolerantes respectivamente.

- Previamente a la siembra, se prepara el agua de dilución que se compone de una mezcla de solución A (fosfato monopotásico) y B (Cloruro de Magnesio) en 1000 ml de agua destilada, que se

vierte a tubos de ensayo en cantidad de 9 ml por tubo y luego se autoclava a 121°C por 15 min. (APHA-AWWA-WEF, 2012)

- Diluir las muestras y considerar las tres últimas diluciones para ser sembradas en Caldo Lauril en 3 series de 5 tubos para cada dilución e incubar a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de 24 a 48 horas.
- Seguidamente se seleccionan aquellos tubos con resultado positivo (producción de gas y turbiedad), a partir de los cuales se siembran en Caldo EC y Brila, dejando en incubación por 24 horas EC a $44 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ en Baño María y Brila $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en incubadora, para la determinación de coliformes totales y termotolerantes.
- El cálculo de la carga bacteriana de coliformes totales y termotolerantes se realizó empleando la tabla del Número Más Probable (NMP) expresando el valor en NMP/100ml.
- Se consideran positivos aquellos tubos que presentan gas dentro de los tubos Durham y turbidez. (APHA-AWWA-WEF, 2012)

3.2.3 DETERMINACIÓN DE ENTEROBACTERIAS POR PRUEBAS BIOQUÍMICAS

Se seleccionaron los tubos positivos en el Caldo EC, y se tomó con el asa de siembra estéril un inóculo y se procedió a la siembra por estrías en la placa de Agar Endo, recomendado para Enterobacterias y se incubó a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (Mendo, 2005).

Una vez obtenidas las colonias de bacterias se procede a sembrar en medios de diferenciación bioquímica para dejarlos e incubar 24 horas a la misma temperatura y finalmente determinar las especies de bacterias presentes.

a.- Agar Hierro tres azúcares (TSI). - Preparar el agar según las indicaciones del frasco y llevar a autoclave a 121°C por 15 minutos luego se deja solidificar en pico de flauta profundo. El color del agar es rojo. La manera de siembra es hacer una punción profunda con el inóculo y extendiendo

sobre la superficie. Incubar en aerobiosis, a 35 - 37 EC durante 18 - 24 horas. (Mendo, 2005)

b.- Agar Lisina – Hierro (LIA): Preparar el agar según las indicaciones del frasco y llevar a autoclave a 121°C por 15 minutos luego se deja solidificar en pico de flauta profundo. El color del agar es lila. La manera de siembra es hacer una punción profunda con el inóculo y extendiendo sobre la superficie. Incubar en aerobiosis, a 35 - 37 °C durante 18-24 horas. (Mendo, 2005)

c.- Agar Citrato de Simmons. - Preparar el agar según las indicaciones del frasco y llevar a autoclave a 121°C por 15 minutos luego se deja solidificar en pico de flauta profundo. El color del agar es verde. La manera de siembra es extendiendo sobre la superficie. Incubar en aerobiosis, a 35-37 °C durante 24 - 72 horas. (Mendo, 2005)

d.- Medio de cultivo MIO. - Prepara el medio según las indicaciones del frasco y llevar a autoclave a 121°C por 15 minutos luego se deja solidificar en posición vertical. El color del medio es beige. La manera de siembra es por punción profunda utilizando aguja de inoculación recta. Inocular el centro del tubo, y la punción debe abarcar 2 tercios de profundidad del medio de cultivo desde la superficie. Incubar en aerobiosis, a 35 - 37 °C durante 18-24 horas. (Mendo, 2005)

e.- Caldo Urea. - Prepara el caldo según las indicaciones del frasco y llevar. En este caso el medio no se autoclava ni hierbe, pero se trabaja en condiciones estériles. El color del caldo es rosa. Inocular la muestra con una aguja de siembra e incubar en aerobiosis, a 35 - 37 °C durante 18-24 horas. (Mendo, 2005)

3.2.4 DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA (ICA)

Para evaluar el ICA del río y afluentes se aplicó el programa ICA Test v1.0 considerando los parámetros de La Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (NSF), se tomaron en cuenta 9 parámetros:

- 1) Demanda Bioquímica de Oxígeno
- 2) Oxígeno disuelto
- 3) Coliformes fecales
- 4) pH

- 5) Temperatura
- 6) Turbidez
- 7) Nitratos
- 8) Fosfatos
- 9) Sólidos Disueltos Totales

Se ingresaron los datos de cada parámetro considerando las unidades que indica el programa, como se aprecia en la figura 01, también el programa permite revisar la calidad del agua por parámetro en forma independiente, los cuales son promediados por el programa, finalmente se muestra el resultado del índice de calidad del agua de cada punto y la escala de color a la que se encuentra según el valor cuantitativo como se aprecia en la figura 02.

Figura 1: Aplicación del programa ICATEST v1.0 – Ingreso de Datos

The screenshot displays the ICATEST v1.0 web application interface. At the top, the logo 'HO ICATEST v1.0' is visible with the tagline 'Una Herramienta para la Valoración de la Calidad del Agua'. Below the logo is a navigation menu with options: 'Menú principal', 'Historial', 'Ayuda', 'Acerca de...', and 'Salir'. On the left side, there is a sidebar with buttons for 'Guardar Archivo', 'Cargar Archivo', 'Exportar reporte', 'Agregar a Historial', and 'Salvar Gráfica'. The main content area is titled 'Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF)' and features a data entry form and a results summary.

Data Entry Form:

- Fecha y Hora: 16/03/2016 10:31:38 a.m.
- Lugar: Río Huatanay altura primer puente Molino I
- Analista: Zarela P.

Results Table:

Parámetro:	Resultados	Valor-Q	Factor de Ponderación	Total
DBO	238.6 (mg/L)	5	0.11	0.55
Oxígeno Disuelto	36 (%Sat)	24.71	0.17	4.2
Coliformes Fecales	99955 (Col/100mL)	79.11	0.16	12.66
Nitratos	19.8 (mg/L)	37.2	0.1	3.72
pH	8.4 (Unid)	69.78	0.11	7.68
Cambio de Temperatura	2.9 (°C)	81.4	0.1	8.14
Sólidos Totales	1967.1 (mg/L)	20	0.07	1.4
Fosfatos Totales	2.5 (mg/L)	24.08	0.1	2.41
Turbidez	319 (NTU)	5	0.08	0.4

Resultados Summary:

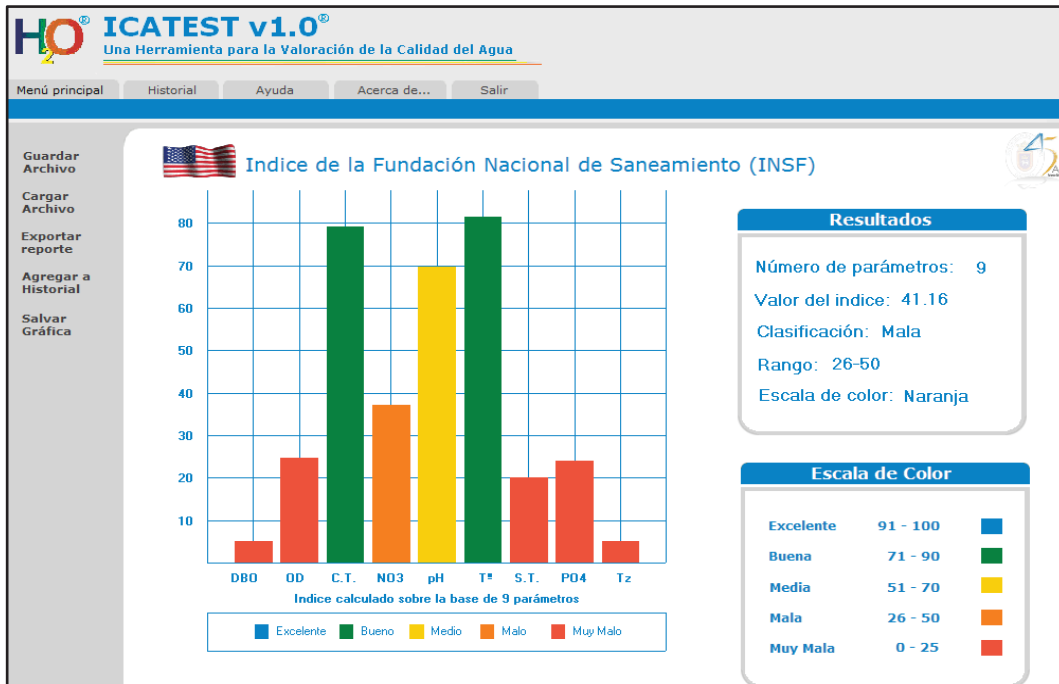
- Número de parámetros: 9
- Valor del índice: 41.16
- Clasificación: Mala
- Rango: 26-50
- Escala de color: Naranja

Escala de Color Legend:

- Excelente: 91 - 100 (Blue)
- Buena: 71 - 90 (Green)
- Media: 51 - 70 (Yellow)
- Mala: 26 - 50 (Orange)
- Muy Mala: 0 - 25 (Red)

Fuente: ICATEST v1.0

Figura 2: Aplicación del programa ICATEST v1.0 – Resultados



Fuente: ICATEST v1.0

3.2.5 MODELAMIENTO DEL OD Y DBO EN EL AGUA DEL RÍO HUATANAY Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

Para el modelamiento se utilizó el programa AQUATOOL+, en el que son graficados los puntos de muestreo a lo largo del río teniendo como base el mapa del área de estudio, luego se indican los puntos de vertido tanto afluentes como vertimientos, en este caso los aportes se colocan en los puntos donde ejercen su influencia en el río y se ingresan los datos de caudal, temperatura, OD, DBO; de cada punto de muestreo, río, afluentes y vertimientos. El programa acepta 12 datos de cada parámetro, estos datos son registrados para cada mes del año, es decir la evaluación es mensual a lo largo de un año.

Teniendo los puntos graficados y los datos ingresados, se ejecutan los módulos SIMGES y GESCAL, para obtener los datos numéricos que corresponden a las variaciones de OD y DBO y los gráficos que genera el programa del comportamiento de estos parámetros a lo largo del río. Desde aquí se realiza el análisis. Para la simulación sólo es necesario variar los datos ingresados, puede ser con otros datos obtenidos o los ideales para un ambiente óptimo y ejecutar los módulos.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL RÍO HUATANAY, AFLUENTES Y VERTIMIENTOS

5.1.1 CAUDAL Y VELOCIDAD DEL RÍO HUATANAY

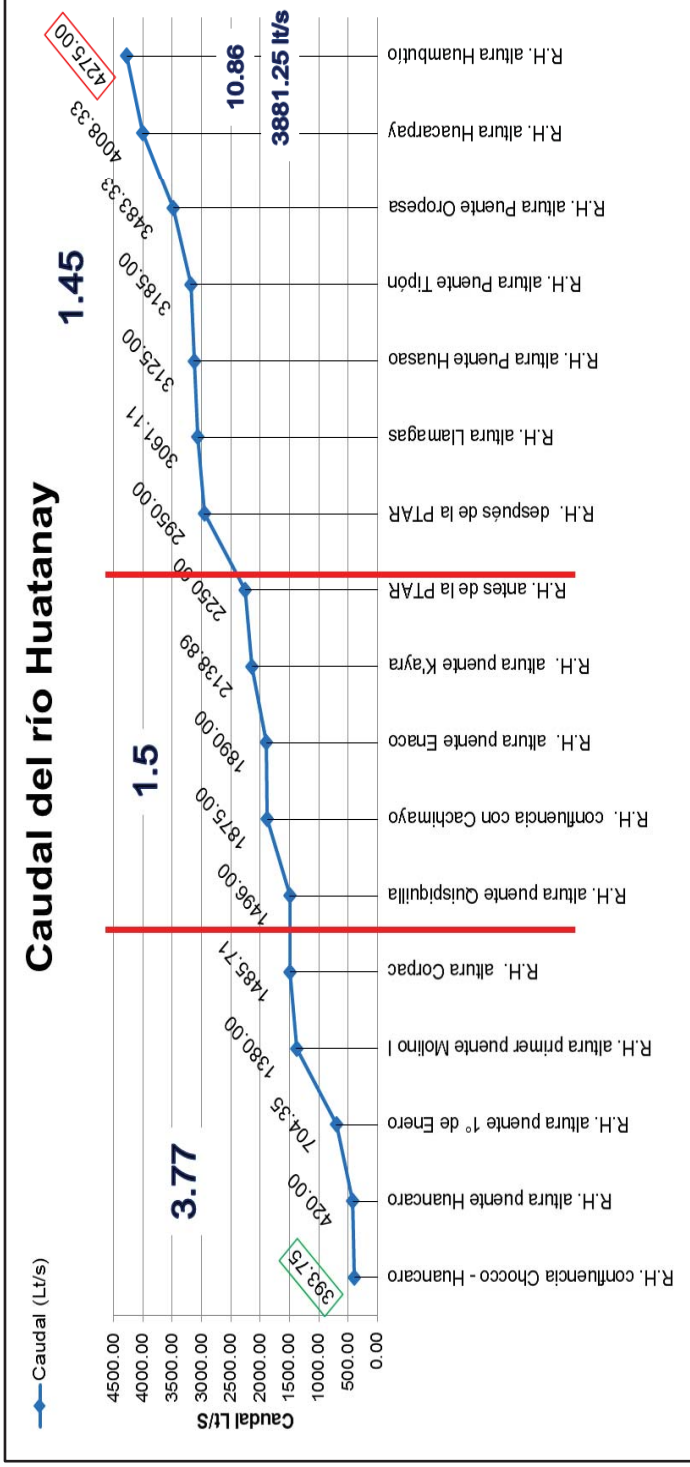
Cuadro 22: Registro de velocidad y caudal de puntos de muestreo en el río Huatanay - Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Zona	Puntos de Muestreo	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
1	Alta	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	393.75	0.42
2		Río Huatanay altura puente Huancaro	420.00	0.50
3		Río Huatanay altura puente 1° de Enero	704.35	0.43
4		Río Huatanay altura primer puente Molino I	1380.00	1.00
5		Río Huatanay altura Corpac	1485.71	0.71
6	Media	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1496.00	0.67
7		Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1875.00	0.83
8		Río Huatanay altura puente Enaco	1890.00	1.00
9		Río Huatanay altura puente K'ayra	2138.89	0.56
10		Río Huatanay antes de la PTAR	2250.00	0.63
11	Baja	Río Huatanay después de la PTAR	2950.00	0.59
12		Río Huatanay altura Llamagas	3061.11	1.11
13		Río Huatanay altura Puente Huasao	3125.00	0.63
14		Río Huatanay altura Puente Tipón	3185.00	0.56
15		Río Huatanay altura Puente Oropesa	3483.33	0.83
16		Río Huatanay altura Huacarpay	4008.33	0.83
17		Río Huatanay altura Huambutío	4275.00	0.63
PROMEDIO			3441.11	0.74

Fuente: Registro de campo

El caudal en la zona alta se incrementa 3.77 veces con respecto a la estación 1, en la zona media 1.5 veces y en la zona baja 1.45, observando que en la zona alta existe un mayor caudal debido a la incorporación del riachuelo Qorimachaquayniyoc y el río Saphy que aportan considerables volúmenes de agua (con 266.67 L/s y 612.50 L/s respectivamente, ver cuadro 23); en comparación con la zona media que cuenta con la presencia del río Cachimayo y el riachuelo Pumamarca que aportan menor volumen (325.00 L/s y 88.64 L/s respectivamente) mientras que en la zona baja el caudal es menor debido a que sólo se tiene el aporte del riachuelo Huacarpay con 430.77 L/s y además se destina para usos agrícola y pecuarios. La velocidad del río varía de 0.42 m/s a 1.11 m/s.

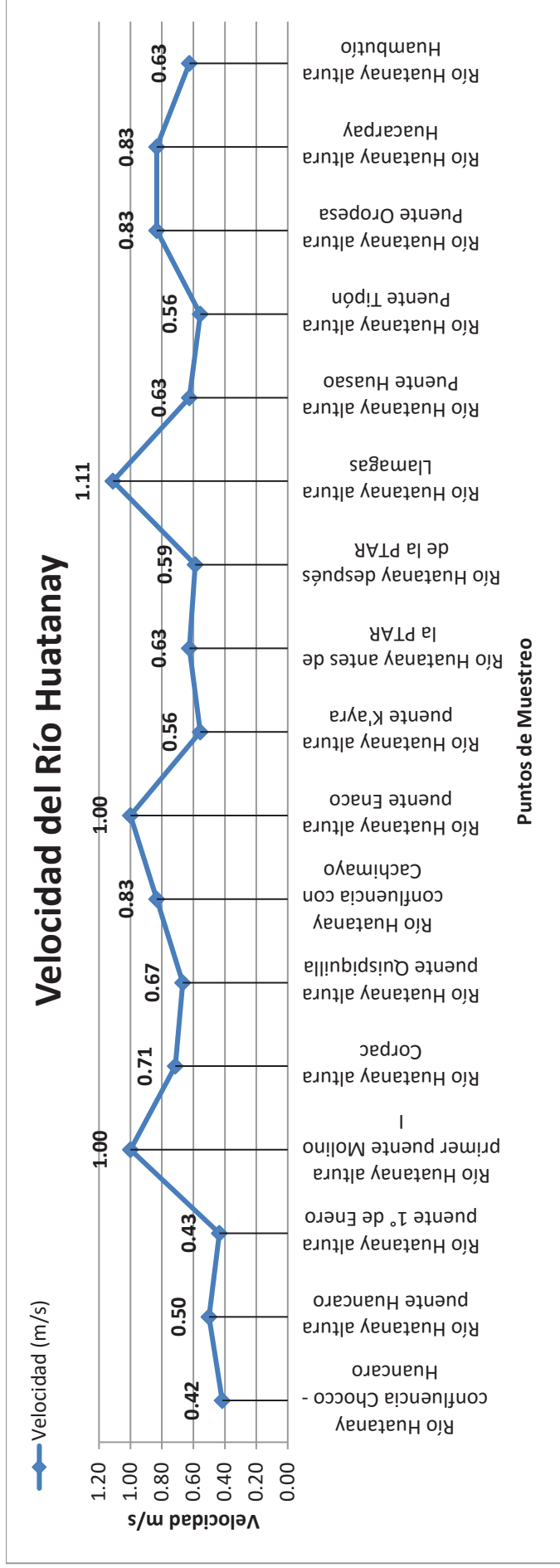
Gráfico 2: Caudal del río Huatanay- Diciembre 2014 a Noviembre 2015



Fuente: Cuadro 22

El río Huatanay presenta los caudales más altos en el punto 5 de la zona alta; en el punto 10 de la zona media y en el punto 17 de la zona baja. El incremento del caudal es mayor en la zona alta con 3.77 veces, debido a la mayor cantidad de afluentes en esta zona y por el contrario se observa un incremento mínimo de 1.45 en la zona baja, a lo largo del río el caudal se incrementa 10.86 veces desde su nacimiento en la confluencia del río Chocco - Huancaro hasta su desembocadura, lo que significa un incremento de 3881.25 L/s, debido a que en el trayecto se incorporan afluentes y se vierten aguas residuales.

Gráfico 3: Velocidad del río Huatanay- Diciembre 2014 a Noviembre 2015



Fuente: Cuadro 22

El río Huatanay presenta las velocidades más altas en el punto 4 de la zona alta; en el punto 8 de la zona media y en el punto 12 de la zona baja. La velocidad a lo largo del río se incrementa 1.5 veces desde su nacimiento en la confluencia del río Chocco- Huancaro hasta su desembocadura. Por ejemplo, en el río altura puente Molino I el incremento de la velocidad se debe al aporte del río Saphy y también a que el cauce del río se encuentra pavimentado lo que facilita su discurrir.

5.1.2 CAUDAL Y VELOCIDAD DE LOS AFLUENTES

Cuadro 23: Registro de caudal y velocidad de afluentes- Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Zona	Puntos de Muestreo	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
1	Alta	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	133.33	0.44
2		Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	230.77	0.38
3		Riachuelo Qorimachaquayniyoc	266.67	0.83
4		Río Saphy antes de su desembocadura	612.50	0.63
5		Riachuelo Tanqarpata	55.00	0.25
TOTAL			1298.27	-
6	Media	Río Cachimayo	325.00	0.50
7		Riachuelo Pumamarca	88.64	0.45
TOTAL			413.64	-
8	Baja	Afluente Huacarpay	430.77	0.77

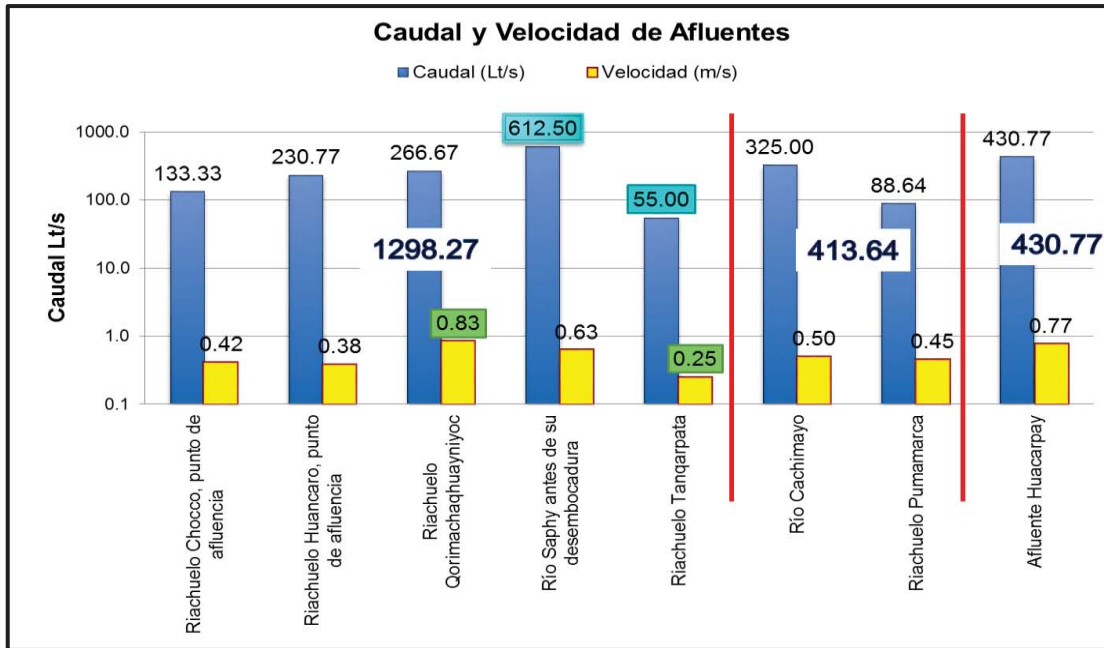
Fuente: Registro de campo

En cuanto a los afluentes, el caudal del río Saphy, aporta 612.50 L/s al río Huatanay, este volumen representa los vertimientos en su trayecto a lo largo del casco monumental.

La unión de los riachuelos Chocco y Huancaro forman la naciente del río Huatanay a partir de este punto el aporte de afluentes en la zona alta es de 1298.27 L/s; para la zona media 413.64 L/s y en la zona baja 430.77 L/s. lo que justifica que la zona alta incremente su caudal más que en las otras zonas, como se menciona en la explicación del Cuadro 23.

El afluente que presenta mayor velocidad es el riachuelo Qorimachaquayniyoc con 0.83 m/s perteneciente a la zona alta, debido a que se encuentra encausado y el de menor velocidad es el riachuelo Tanqarpata con 0.25 m/s debido a que su cauce se encuentra contaminado con desechos sólidos.

Gráfico 4: Caudal y Velocidad de Afluentes- Diciembre 2014 a Noviembre 2015



Fuente: Cuadro 23

El gráfico 4 muestra la totalidad de afluentes del río Huatanay, donde se observa que el río Saphy es el mayor aportante con 612.5 L/s y el menor es el riachuelo Tanqarpata con 55 L/s. El caudal total en la zona alta es de 1298.27 L/s, en la zona media de 413.64 L/s y en la zona baja de 430.77 L/s, siendo la zona alta donde existe mayor cantidad de afluentes y por consiguiente mayor caudal.

Los valores de velocidad son muy variados, en la cuenca alta el afluente 5 posee una velocidad de 0.83 m/s que es la más alta para esta zona y el afluente 7 posee una velocidad de 0.25 m/s que es la más baja. Mientras que en la cuenca media se tiene los afluentes 8 y 9 con una velocidad de 0.50 m/s y 0.45 m/s respectivamente. En la cuenca baja el único afluente es el afluente 12 con una velocidad de 0.77 m/s. A lo largo del río, los afluentes 5 (0.83m/s) y afluente 7 (0.25 m/s) son los de mayor y menor velocidad respectivamente.

5.1.3 CAUDAL DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

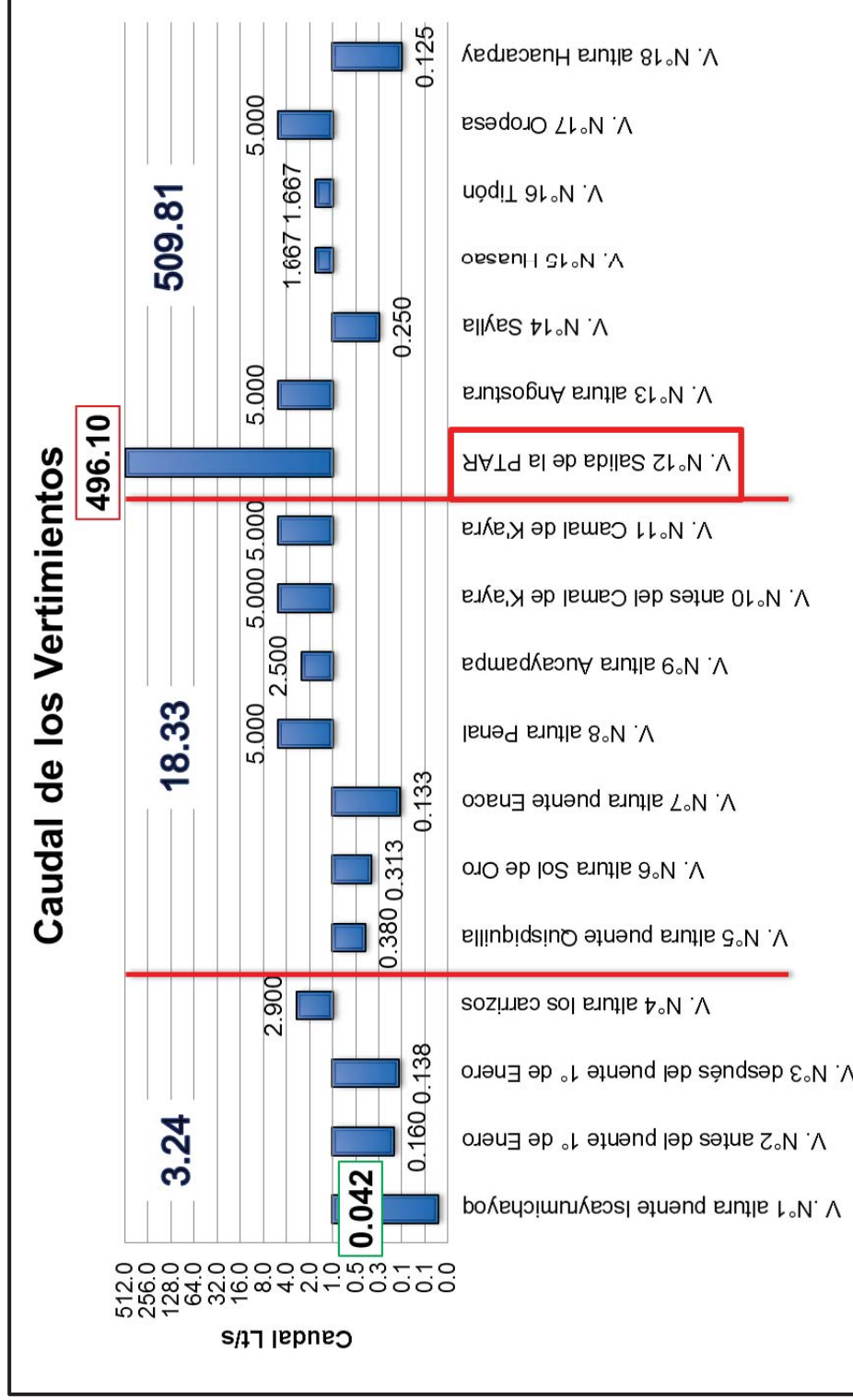
**Cuadro 24: Registro de caudal de los vertimientos de aguas residuales-
Diciembre 2014 a Noviembre 2015**

N°	Zona	Puntos de Muestreo	Caudal (L/s)
1	Alta	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoq	0.042
2		Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	0.160
3		Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	0.138
4		Vertimiento N°4 altura los carrizos	2.900
TOTAL			3.24
5	Media	Vertimiento N°5 altura puente Quispiguilla	0.380
6		Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	0.313
7		Vertimiento N°7 altura puente Enaco	0.133
8		Vertimiento N°8 altura Penal	5.000
9		Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	2.500
10		Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	5.000
11		Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	5.000
TOTAL			18.33
12	Baja	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	496.10
13		Vertimiento N°13 altura Angostura	5.000
14		Vertimiento N°14 Saylla	0.250
15		Vertimiento N°15 Huasao	1.667
16		Vertimiento N°16 Tipón	1.667
17		Vertimiento N°17 Oropesa	5.000
18		Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.125
TOTAL			509.81

Fuente: Registro de campo.

La zona alta del río presenta 4 puntos de vertido con un total de 3.24 L/s; la zona media 7 puntos que vierten 18.33 L/s y la zona baja también con 7 puntos que vierten 509.81 L/s, teniendo en cuenta que el vertimiento N° 12 corresponde a la salida de la PTAR, sólo sin considerar el efluente de la PTAR la zona baja tendría 13.69 L/s vertidos al río. La zona media es la que presenta mayor caudal de vertimientos debido a que en los distritos de San Sebastián y San Jerónimo los desagües no han sido intervenidos en su totalidad. El gráfico 5 muestra que en la zona alta el vertimiento 4 y 1 son los de mayor y menor caudal con 2.9 L/s y 0.042 L/s respectivamente, en la zona media los vertimientos con mayor caudal son el 8, 10 y 11 con un aporte de 5 L/s y el de menor caudal el vertimiento 7 con 0.133 L/s, en la zona baja el de mayor caudal es el efluente de la PTAR con 496.1 L/s seguido del vertimiento 13 y 17 con 5 L/s y el de menor caudal el vertimiento 18 con 0.125 L/s.

Gráfico 5: Caudal de Vertimientos- Diciembre 2014 a Noviembre 2015



Fuente: Cuadro 24

5.2 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA

5.2.1 RÍO HUATANAY

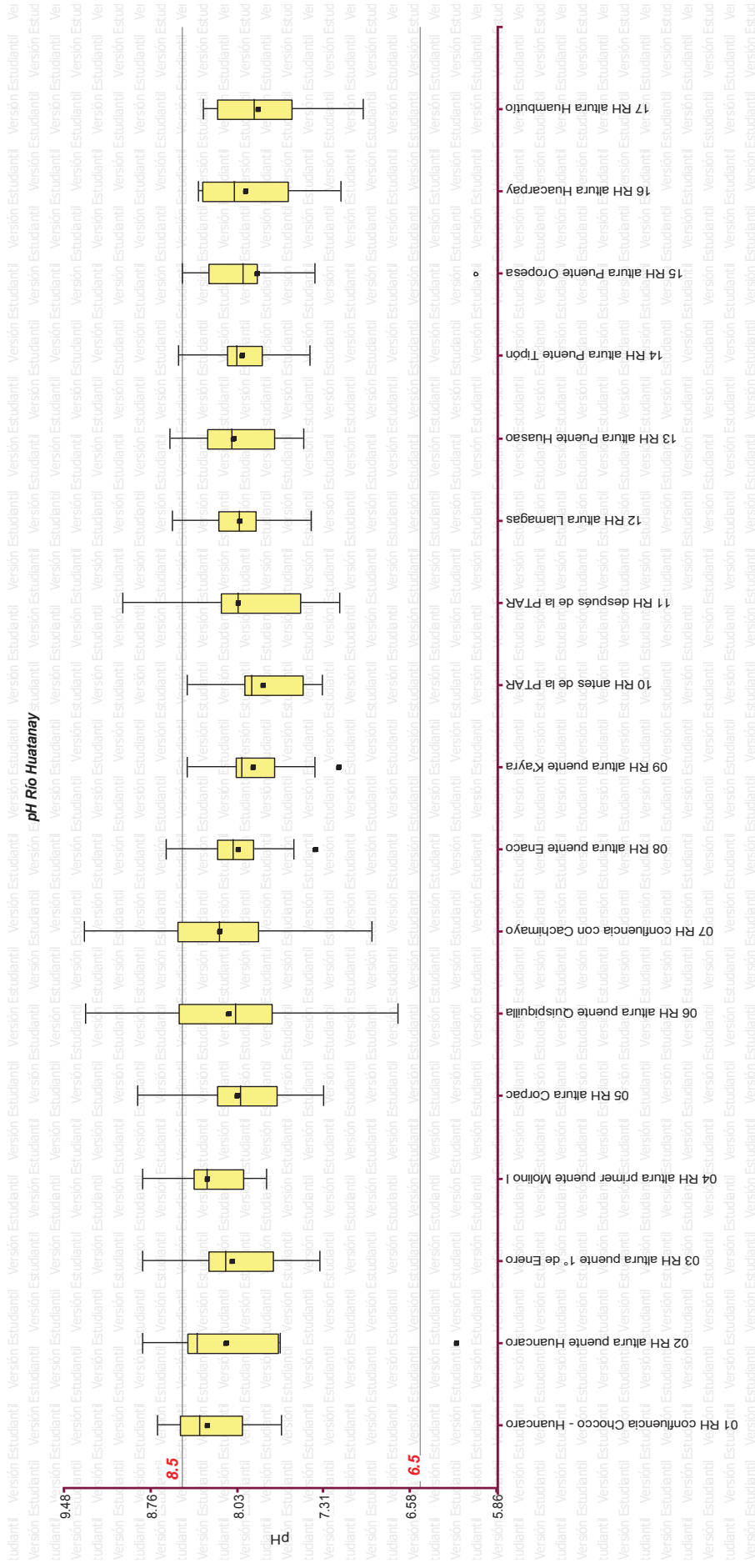
PARÁMETROS FÍSICOS

Cuadro 25: pH del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	pH						ECA	
		Promedio	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA Min	ECA Max
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	8.27	7.66	8.70	8.36	0.31	0.09	6.5	8.5
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	8.12	6.19	8.83	8.37	0.70	0.20	6.5	8.5
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	8.07	7.34	8.83	8.13	0.42	0.12	6.5	8.5
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	8.28	7.79	8.83	8.29	0.34	0.10	6.5	8.5
5	Río Huatanay altura Corpac	8.03	7.31	8.87	8.01	0.44	0.13	6.5	8.5
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	8.11	6.69	9.31	8.05	0.66	0.19	6.5	8.5
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	8.18	6.91	9.32	8.18	0.62	0.18	6.5	8.5
8	Río Huatanay altura puente Enaco	8.02	7.37	8.63	8.07	0.34	0.10	6.5	8.5
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	7.90	7.18	8.46	8.00	0.34	0.10	6.5	8.5
10	Río Huatanay antes de la PTAR	7.81	7.32	8.46	7.92	0.34	0.10	6.5	8.5
11	Río Huatanay después de la PTAR	8.02	7.18	9.00	8.03	0.51	0.15	6.5	8.5
12	Río Huatanay altura Llamagas	8.01	7.42	8.58	8.02	0.33	0.10	6.5	8.5
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	8.06	7.48	8.60	8.09	0.34	0.10	6.5	8.5
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	7.99	7.43	8.53	8.04	0.29	0.08	6.5	8.5
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	7.86	6.02	8.50	7.99	0.65	0.19	6.5	8.5
16	Río Huatanay altura Huacarpay	7.95	7.17	8.36	8.06	0.40	0.11	6.5	8.5
17	Río Huatanay altura Huambutío	7.86	6.98	8.32	7.89	0.45	0.13	6.5	8.5

Fuente: Registro de campo

Gráfico 6: pH del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 25

En el gráfico 6, se observa la distribución de los datos obtenidos para pH en los puntos de muestreo, donde el máximo valor lo encontramos en el punto 04 río Huatanay altura primer puente Molino I con 8.28 ± 0.10 y el mínimo en el punto 10 río Huatanay

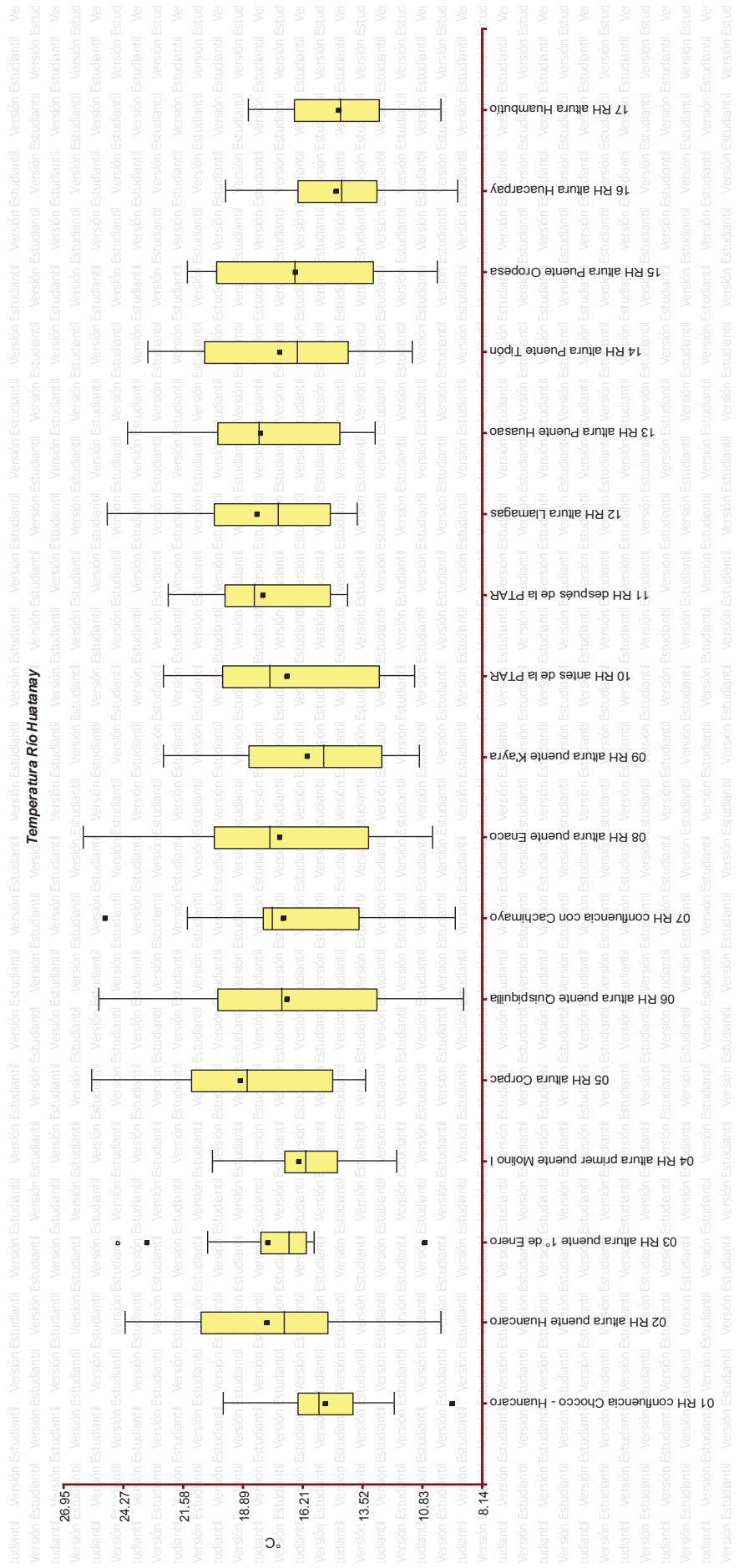
antes de la PTAR con 7.81 ± 0.10 , se observa también que la media o promedio, de todos los puntos se encuentran dentro del rango permitido de ECA para valores de pH.

Cuadro 26: Temperatura del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Temperatura					
		Promedio (°C)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	15.50	9.50	19.80	15.19	2.74	0.79
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	17.05	10.00	24.20	17.81	3.96	1.14
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	16.85	10.70	24.50	17.74	3.63	1.05
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	16.10	12.00	20.30	16.39	2.32	0.67
5	Río Huatanay altura Corpac	18.75	13.40	25.70	19.01	3.75	1.08
6	Río Huatanay altura puente Quispiguilla	17.20	9.00	25.40	16.92	4.62	1.33
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	17.60	9.40	25.10	17.08	4.21	1.22
8	Río Huatanay altura puente Enaco	17.70	10.40	26.10	17.25	4.82	1.39
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	15.30	11.00	22.50	16.02	3.71	1.07
10	Río Huatanay antes de la PTAR	17.70	11.20	22.50	16.92	3.77	1.09
11	Río Huatanay después de la PTAR	18.40	14.20	22.30	17.98	2.71	0.78
12	Río Huatanay altura Llamagas	17.35	13.80	25.00	18.27	3.70	1.07
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	18.20	13.00	24.10	18.07	3.59	1.04
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	16.45	11.30	23.20	17.23	4.11	1.19
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	16.60	10.20	21.40	16.52	3.91	1.13
16	Río Huatanay altura Huacarpay	14.50	9.30	19.70	14.68	3.31	0.96
17	Río Huatanay altura Huambutío	14.55	10.00	18.70	14.57	2.88	0.83

Fuente: Registro de campo

Gráfico 7: Temperatura del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 26

En el gráfico 7, se observa la distribución de los datos obtenidos para Temperatura en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 05 río Huatanay altura Corpac con 18.75 ± 1.08 °C y el mínimo en el punto 16 río Huatanay altura

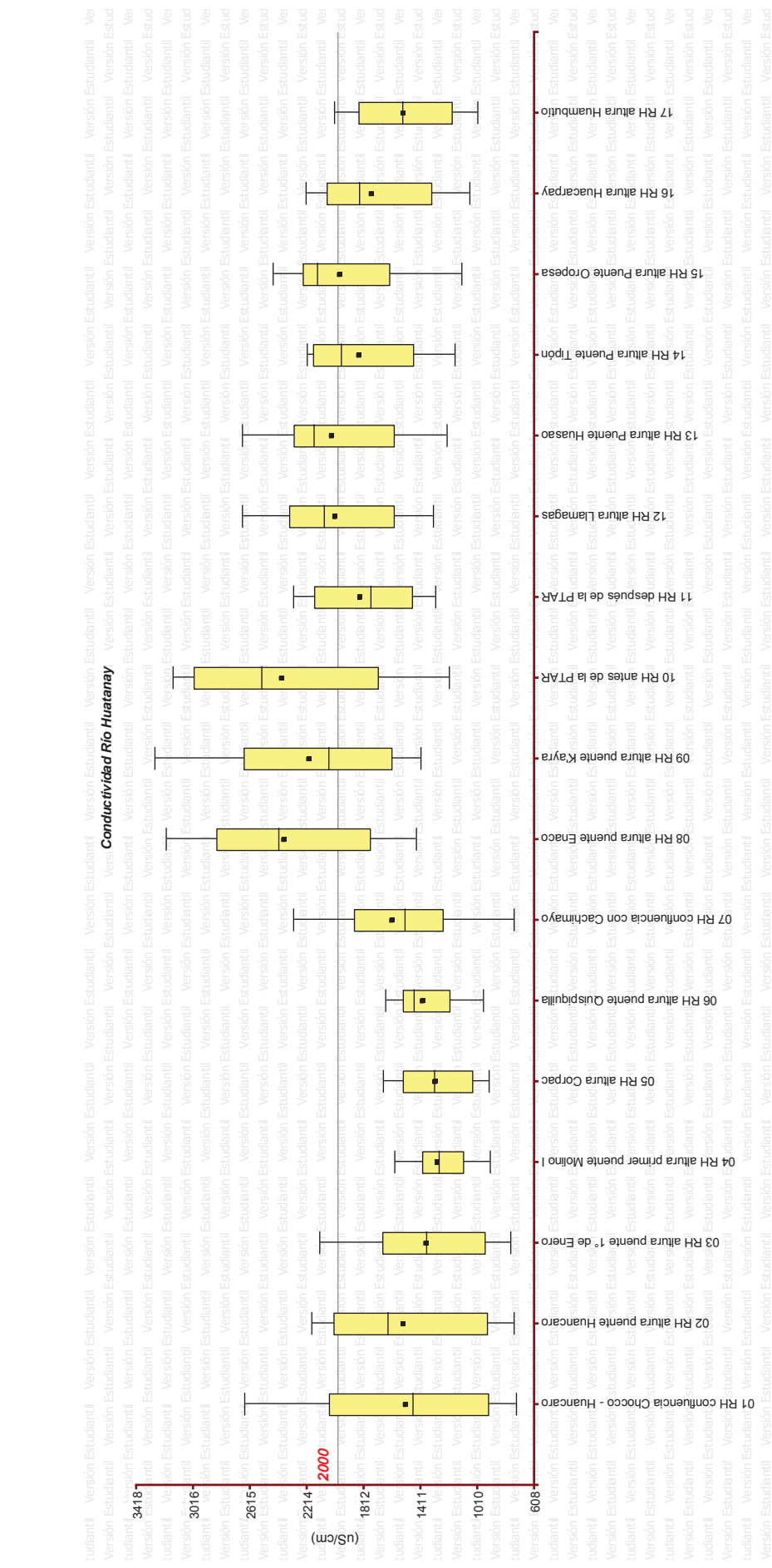
Huacarpay con 14.50 ± 0.96 °C, se observa también que, aunque la media o promedio, de todos los puntos no presentan diferencias significativas en su distribución, encontramos valores atípicos en el punto 01, 03 y 07.

Cuadro 27: Conductividad del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Conductividad						ECA
		Promedio (uS/cm)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	1514	736	2652	1470	606	175	2000
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	1534	751	2179	1642	548	158	2000
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	1373	776	2126	1374	414	120	2000
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1290	918	1595	1284	218	63	2000
5	Río Huatanay altura Corpac	1308	933	1677	1318	259	75	2000
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1397	973	1661	1462	200	58	2000
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1611	755	2310	1521	489	141	2000
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2378	1443	3205	2413	617	178	2000
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2201	1413	3290	2064	635	183	2000
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2390	1211	3160	2535	709	205	2000
11	Río Huatanay después de la PTAR	1837	1310	2309	1767	374	108	2000
12	Río Huatanay altura Llamagas	2013	1323	2671	2093	454	131	2000
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2037	1228	2673	2169	480	139	2000
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1841	1171	2210	1972	374	108	2000
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1978	1121	2456	2142	421	121	2000
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1758	1068	2220	1848	395	114	2000
17	Río Huatanay altura Huambutío	1534	1007	2021	1539	348	101	2000

Fuente: Registro de campo

Gráfico 8: Conductividad del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 27

En el gráfico 8, se observa la distribución de los datos obtenidos para Conductividad en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 10 río Huatanay antes de la PTAR con 2390 ± 205 uS/cm y el mínimo en el punto 05 río Huatanay

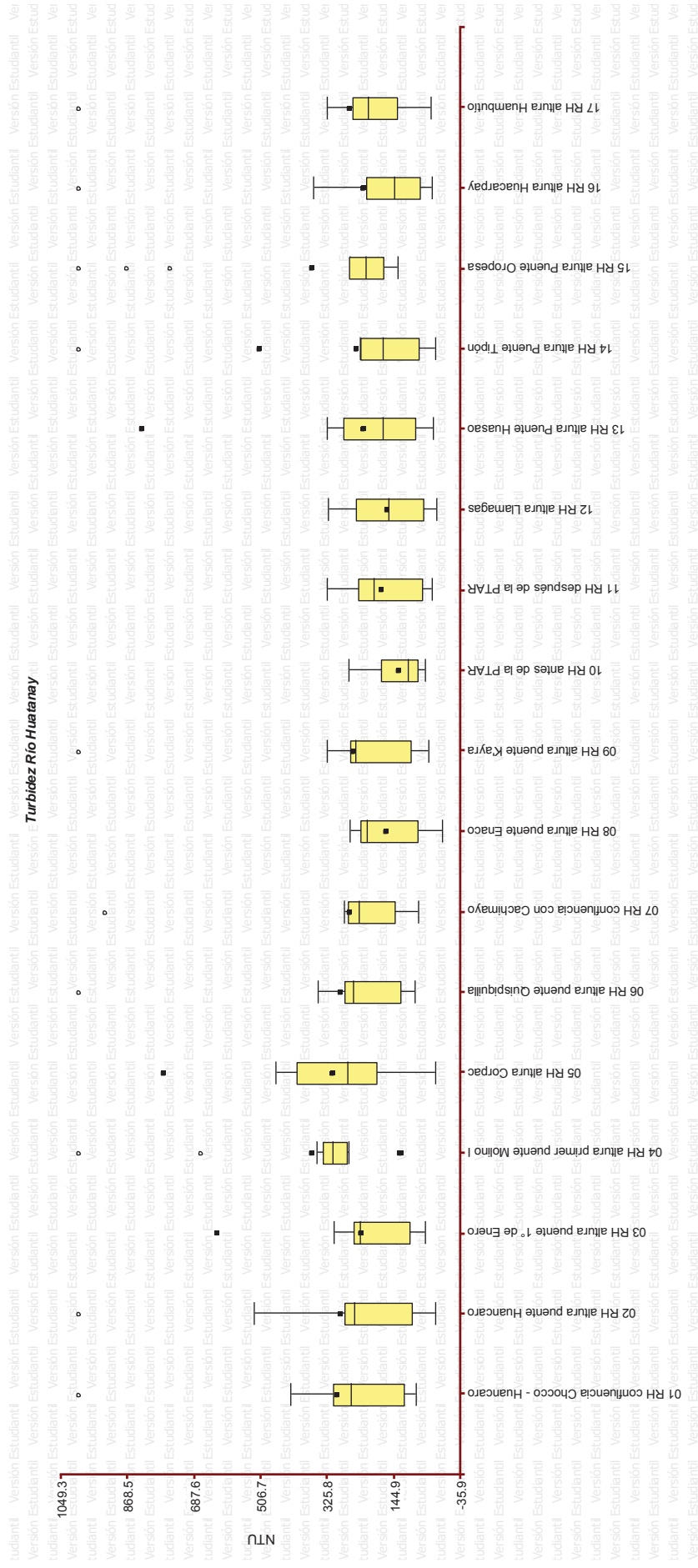
altura Corpac con 1308 ± 75 uS/cm, se observa también que la media de todos los puntos 08, 09, 10, 12 y 13, pertenecientes a la zona media, se encuentran por encima del valor de ECA para conductividad mientras que no se encontraron valores atípicos.

Cuadro 28: Turbidez del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Turbidez						
		Promedio (NTU)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	299.4	84.0	1000.0	261.5	249.6	72.1	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	291.2	32.9	1000.0	252.5	260.9	75.3	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	234.8	59.0	625.0	237.0	145.5	42.0	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	366.6	124.0	1000.0	310.0	241.2	69.6	
5	Río Huatanay altura Corpac	312.5	33.8	770.0	272.5	191.1	55.2	
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	289.2	87.9	1000.0	254.0	237.0	68.4	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	265.4	78.4	929.0	239.5	220.2	63.6	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	164.7	13.4	265.0	218.0	92.6	26.7	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	256.4	50.0	1000.0	249.5	251.1	72.5	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	132.7	58.7	268.0	107.0	71.1	20.5	
11	Río Huatanay después de la PTAR	179.5	42.0	328.0	201.0	107.0	30.9	
12	Río Huatanay altura Llamagas	162.6	28.0	324.0	160.5	103.3	29.8	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	228.4	37.2	828.0	174.0	213.7	61.7	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	245.3	31.8	1000.0	175.0	269.8	77.9	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	368.0	136.0	1000.0	221.3	311.6	89.9	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	228.0	40.8	1000.0	144.5	260.6	75.2	
17	Río Huatanay altura Huambutío	263.9	44.0	1000.0	213.8	246.8	71.2	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 9: Turbidez del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 28

En el gráfico 9, se observa la distribución de los datos obtenidos para Turbidez en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 15 río Huatanay altura Puente Oropesa con 368.0 ± 89.9 NTU y el mínimo en el punto 12 río Huatanay

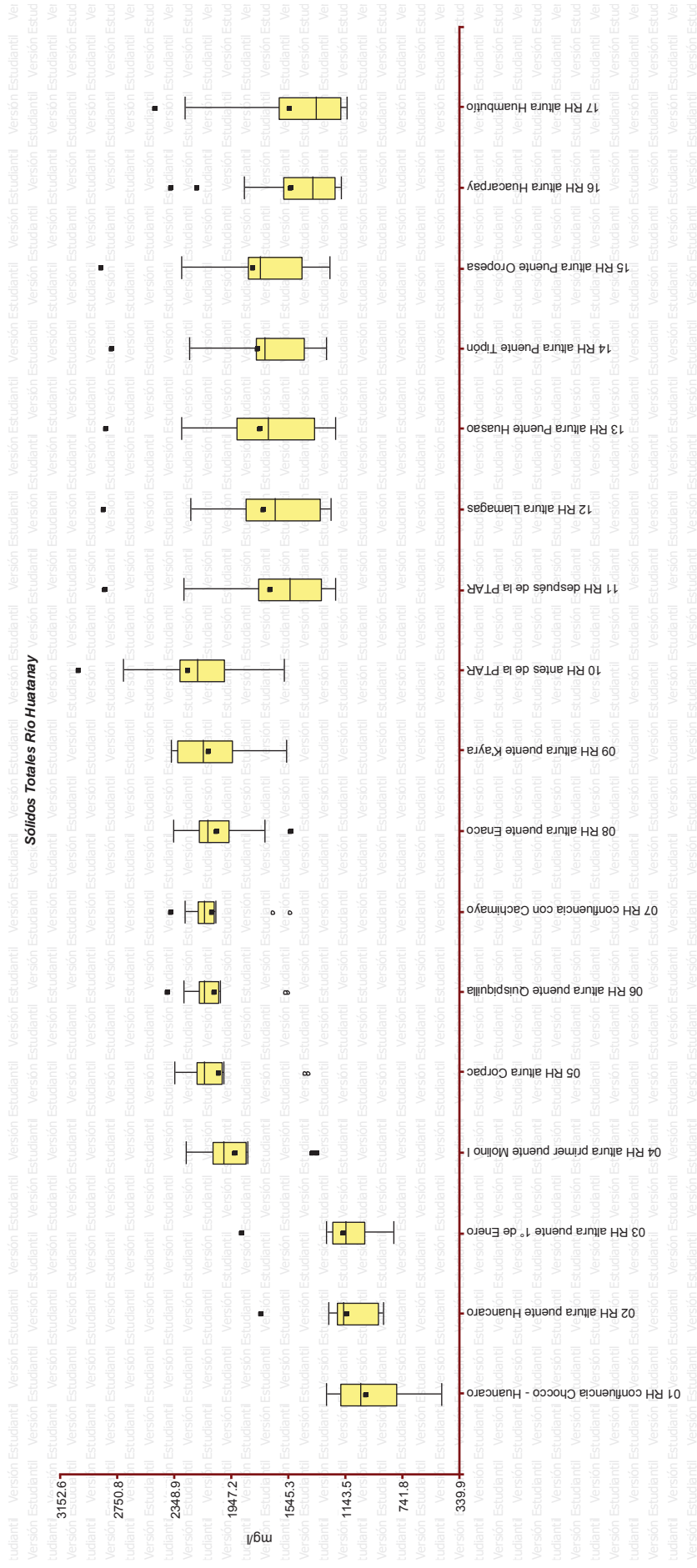
altura Llamagas con 162.6 ± 29.8 NTU, se observa también los datos a lo largo del río presenta diferencias significativas en su distribución, llegando a encontrar valores atípicos en la zona alta y baja.

Cuadro 29: Sólidos Totales del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Totales						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	998.7	467.8	1282.8	1037.8	250.3	72.2	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	1138.4	879.4	1738.0	1163.2	233.7	67.5	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	1161.3	810.0	1876.0	1144.6	270.0	77.9	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1925.5	1342.4	2265.8	2007.4	284.8	82.2	
5	Río Huatanay altura Corpac	2033.5	1404.2	2345.0	2139.7	299.8	86.6	
6	Río Huatanay altura puente Quispiguilla	2067.0	1544.8	2396.3	2142.0	257.6	74.4	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2084.0	1532.6	2375.3	2143.4	247.1	71.3	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2050.8	1529.0	2356.7	2115.8	234.4	67.7	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2109.9	1563.6	2376.8	2144.9	256.4	74.0	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2251.8	1575.8	3024.7	2191.0	393.6	113.6	
11	Río Huatanay después de la PTAR	1674.9	1219.4	2841.3	1535.0	483.3	139.5	
12	Río Huatanay altura Llamagas	1720.4	1245.2	2848.1	1638.0	467.8	135.0	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1744.1	1219.0	2831.8	1694.0	465.2	134.3	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1760.9	1281.00	2789.40	1711.0	436.0	125.9	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1793.4	1254.00	2861.70	1746.8	463.4	133.8	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1525.8	1172.00	2376.50	1378.0	404.5	116.8	
17	Río Huatanay altura Huambutío	1536.3	1137.20	2483.00	1351.0	452.4	130.6	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 10: Sólidos Totales del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 29

En el gráfico 10, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Totales en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 10 río Huatanay antes de la PTAR con 2251.8 ± 113.6 mg/L y el mínimo en el punto 01 río Huatanay

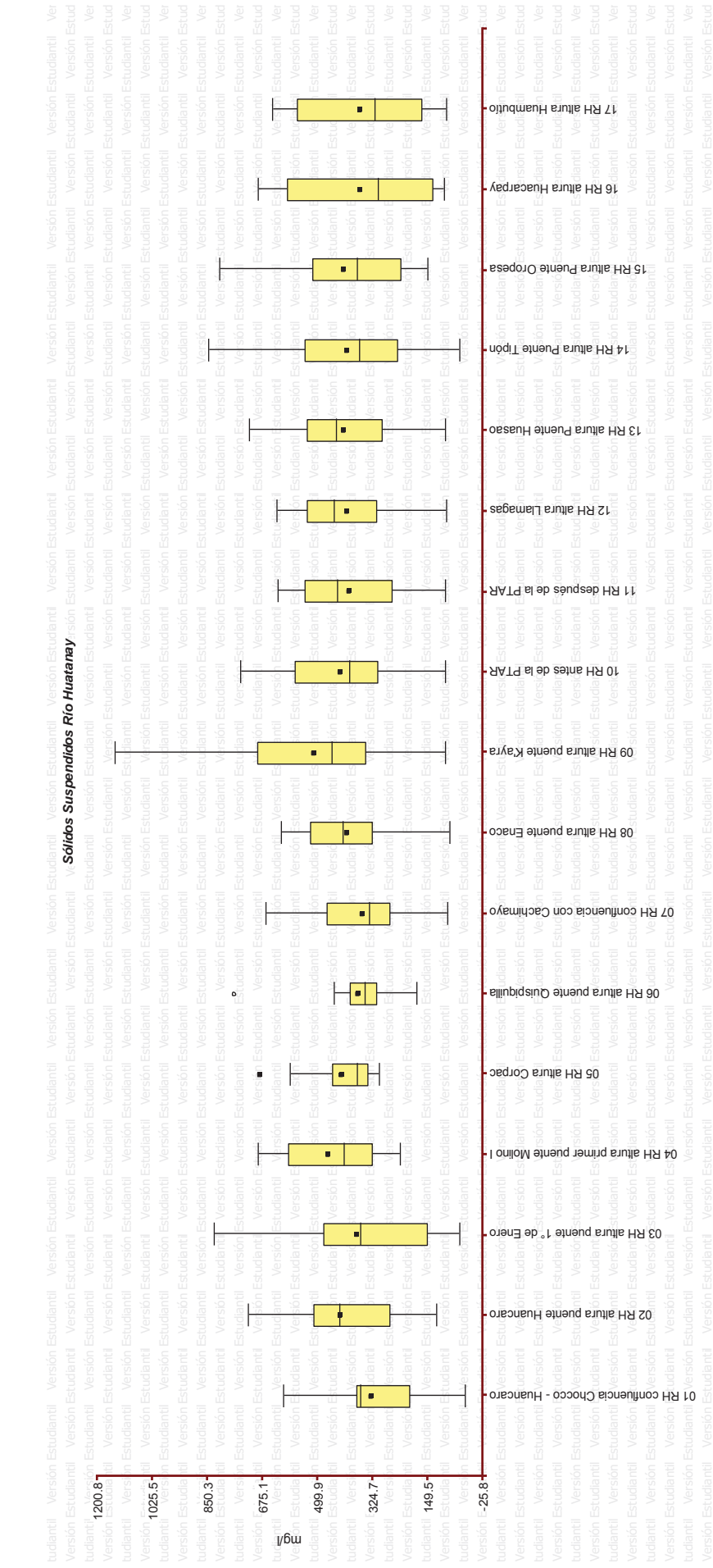
altura confluencia Chocco – Huancaro con 998.7 ± 72.2 mg/L, se observa también los mayores valores se encuentran en la zona media mientras que los más bajos en la zona alta, precisamente donde no hay mucha contaminación.

Cuadro 30: Sólidos Suspendidos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Suspendidos						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	329.2	30.0	610.0	361.9	155.7	44.9	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	425.6	120.0	720.0	430.4	157.0	45.3	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	373.1	48.0	830.0	362.6	232.0	67.0	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	465.0	238.0	690.0	414.3	158.2	45.7	
5	Río Huatanay altura Corpac	422.7	305.0	681.4	373.9	119.0	34.4	
6	Río Huatanay altura puente Quispiguilla	369.0	185.0	761.4	348.1	145.0	41.9	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	357.7	88.0	665.7	334.9	162.3	46.9	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	403.7	81.0	615.0	420.0	159.8	46.1	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	511.6	95.0	1145.0	453.6	303.2	87.5	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	424.7	95.0	745.0	399.9	195.8	56.5	
11	Río Huatanay después de la PTAR	397.5	92.5	624.6	437.5	180.2	52.0	
12	Río Huatanay altura Llamagas	405.9	90.0	629.0	446.3	171.5	49.5	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	416.1	95.0	716.8	439.9	192.7	55.6	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	404.6	48.0	847.5	367.3	232.4	67.1	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	414.6	150.0	810.7	372.9	195.7	56.5	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	361.7	98.0	690.0	307.1	218.0	62.9	
17	Río Huatanay altura Huambutío	361.9	90.0	645.0	319.3	196.6	56.8	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 11: Sólidos Suspendedos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 30

En el gráfico 11, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Suspendedos en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay puente Molino I con 465.0 ± 45.7 mg/L y el mínimo en el punto 01 río

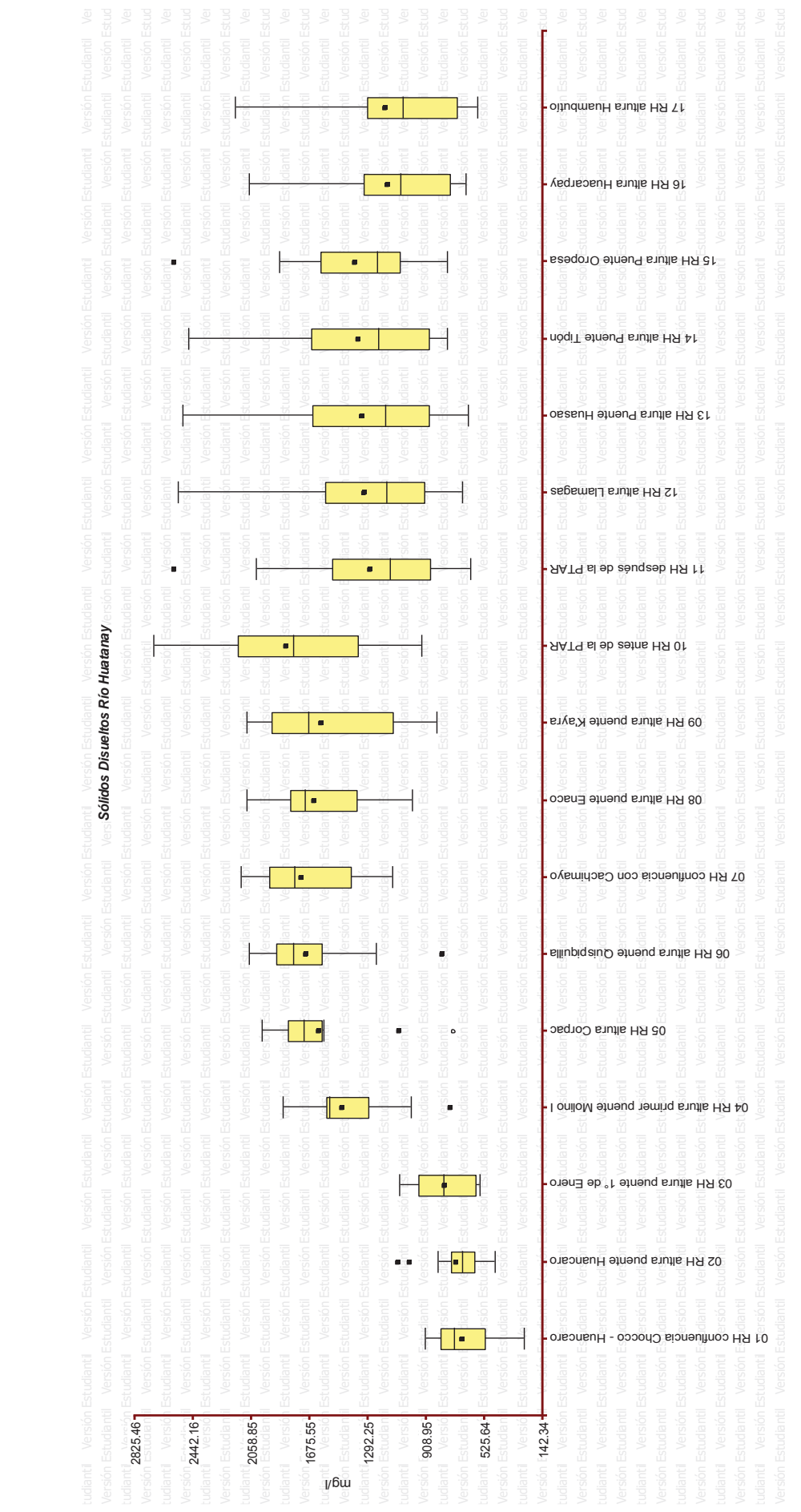
Huatanay altura confluencia Chocco – Huancaro con 329.2 ± 44.9 mg/L, se observa también los mayores valores se encuentran en la zona media donde el valor más alto registrado pertenece a K'ayra mientras que los más bajos en la zona alta de igual manera donde no hay mucha contaminación.

Cuadro 31: Sólidos Disueltos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Disueltos						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	669.6	264.3	913.2	728.8	205.8	59.4	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	712.8	460.1	1094.0	672.5	191.0	55.1	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	788.2	554.0	1087.0	790.5	197.8	57.1	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1460.5	747.8	1853.0	1541.5	322.0	93.0	
5	Río Huatanay altura Corpac	1610.9	722.8	1986.4	1714.5	357.7	103.3	
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1698.0	803.6	2075.6	1780.3	352.5	101.8	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1726.3	1134.0	2126.0	1775.0	320.2	92.4	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	1647.1	999.2	2091.0	1704.0	332.4	95.9	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	1598.3	842.0	2088.9	1686.0	432.1	124.7	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	1827.0	940.1	2703.5	1786.0	504.1	145.5	
11	Río Huatanay después de la PTAR	1277.4	621.4	2561.9	1148.8	569.0	164.3	
12	Río Huatanay altura Llamagas	1314.5	668.9	2540.0	1167.5	529.9	153.0	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1328.0	634.3	2513.3	1175.5	554.5	160.1	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1356.3	770.6	2472.6	1224.8	510.3	147.3	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1378.9	768.9	2561.6	1234.0	500.6	144.5	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1164.2	652.1	2077.8	1077.3	500.6	144.5	
17	Río Huatanay altura Huambutío	1174.3	574.2	2167.2	1060.3	544.7	157.2	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 12: Sólidos Disueltos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 31

En el gráfico 12, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Disueltos en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 10 río Huatanay antes de la PTAR con 1827.0 ± 145.5 mg/L y el mínimo en el punto 01 río Huatanay altura confluencia Chocco – Huancaro con 6696 ± 59.4 mg/L, se observa también los mayores valores se encuentran en la zona media y baja donde el valor más alto registrado pertenece al punto antes de la PTAR mientras que los más bajos en la zona alta donde no existe mucha contaminación. En cuanto a los parámetros físico a lo largo del río Huatanay se demostró que el punto de menor contaminación se encuentra en la zona alta donde está la cabecera de cuenca presentando los valores más bajos y dentro de los rangos de ECA; la zona de mayor contaminación es la media, donde se encuentra la mayor cantidad de población urbana y por ende mayor vertido de residuos y desagües.

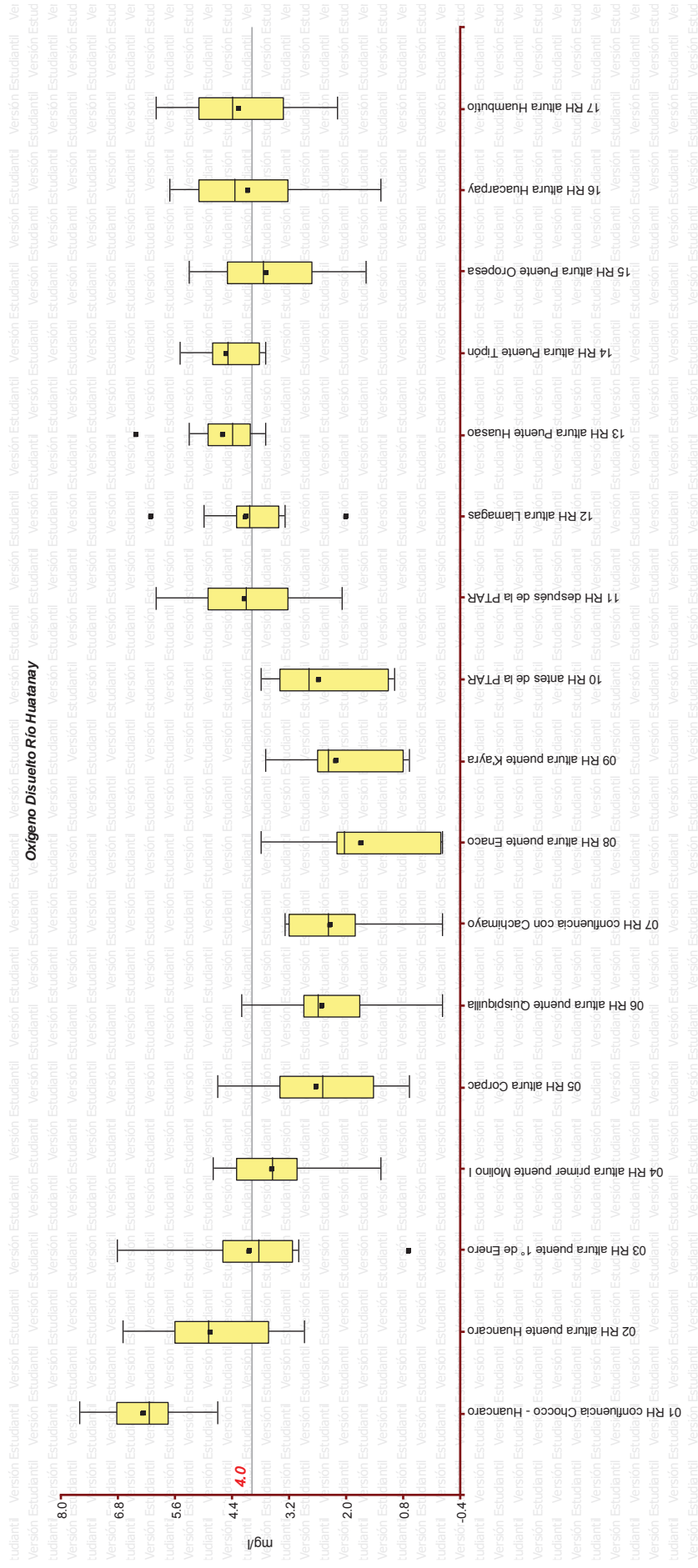
PARÁMETROS QUÍMICOS

Cuadro 32: Oxígeno Disuelto del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Oxígeno Disuelto							ECA
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar		
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	6.3	4.7	7.6	6.2	0.8	0.2	4	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	4.8	2.9	6.7	4.9	1.2	0.3	4	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	4	0.7	6.8	3.9	1.6	0.5	4	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	3.6	1.3	4.8	3.5	1.0	0.3	4	
5	Río Huatanay altura Corpac	2.6	0.7	4.7	2.5	1.3	0.4	4	
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2.5	0.0	4.2	2.6	1.1	0.3	4	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2.3	0.0	3.3	2.4	1.0	0.3	4	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	1.7	0.0	3.8	2.0	1.2	0.3	4	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.2	0.7	3.7	2.4	1.0	0.3	4	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2.6	1.0	3.8	2.8	1.0	0.3	4	
11	Río Huatanay después de la PTAR	4.1	2.1	6.0	4.1	1.1	0.3	4	
12	Río Huatanay altura Llamagas	4.1	2.0	6.1	4.0	1.0	0.3	4	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	4.6	3.7	6.4	4.4	0.8	0.2	4	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	4.5	3.7	5.5	4.5	0.6	0.2	4	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	3.7	1.6	5.3	3.8	1.2	0.3	4	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	4.1	1.3	5.7	4.3	1.3	0.4	4	
17	Río Huatanay altura Huambutío	4.3	2.2	6.0	4.4	1.2	0.4	4	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 13: Oxígeno Disuelto del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 32

En el gráfico 13, se observa la distribución de los datos obtenidos para Oxígeno Disuelto en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 01 río Huatanay altura confluencia Chocco – Huancaro con 6.3 ± 0.2 mg/L y el mínimo en el punto 08

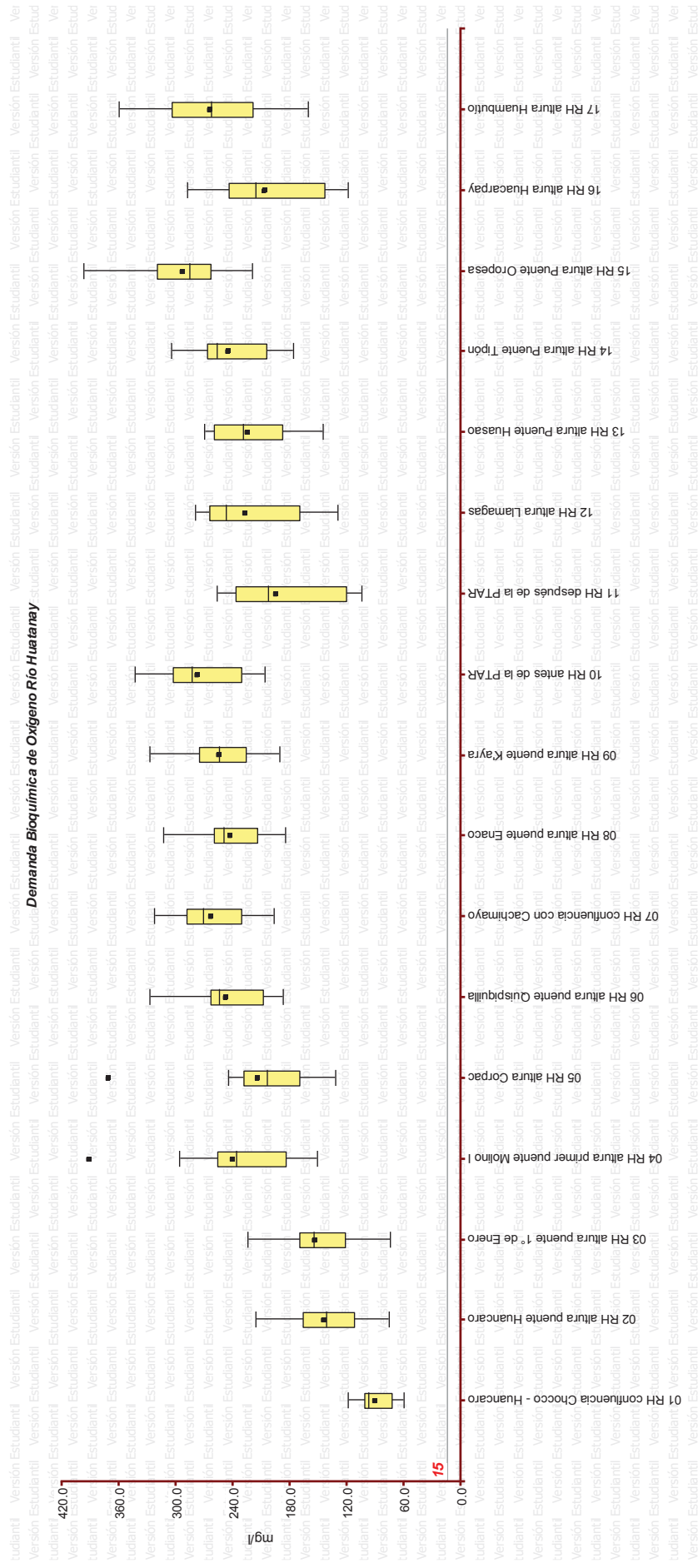
río Huatanay altura puente Enaco con 1.7 ± 0.3 mg/L, en este caso se observa que los valores que se encuentran debajo del ECA permitido se encuentran en la zona media indicando así que la calidad en esta parte del río es pésima, mejorando en la zona baja.

Cuadro 33: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno						ECA
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	90.5	60.2	118.6	97.3	19.1	5.5	15
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	143.4	75.1	215.7	141.9	38.6	11.1	15
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	153.8	74.8	224.8	154.3	46.2	13.3	15
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	239.9	151.7	391.2	236.8	62.7	18.1	15
5	Río Huatanay altura Corpac	213.8	132.1	370.7	203.8	58.9	17.0	15
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	247.4	186.7	327.6	254.1	39.9	11.5	15
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	263.4	196.8	323.0	271.1	39.6	11.4	15
8	Río Huatanay altura puente Enaco	243.0	185.3	312.6	249.8	36.5	10.5	15
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	254.3	191.4	327.6	254.7	36.6	10.6	15
10	Río Huatanay antes de la PTAR	277.3	207.0	343.2	283.1	38.8	11.2	15
11	Río Huatanay después de la PTAR	194.3	104.1	257.0	203.3	53.4	15.4	15
12	Río Huatanay altura Llamagas	226.5	129.3	279.1	246.9	51.4	14.8	15
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	224.3	144.9	269.9	229.8	41.4	11.9	15
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	245.4	176.3	304.9	256.4	38.4	11.1	15
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	293.3	220.1	396.8	285.9	49.2	14.2	15
16	Río Huatanay altura Huacarpay	206.0	119.2	288.1	216.6	59.7	17.2	15
17	Río Huatanay altura Huambutío	264.1	160.7	360.1	263.1	56.8	16.4	15

Fuente: Registro de campo

Gráfico 14: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 33

En el gráfico 14, se observa la distribución de los datos obtenidos para Demanda Bioquímica de Oxígeno en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 15 río Huatanay altura puente Oropesa con 293.3 ± 14.2 mg/L y el mínimo en el punto 01 río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro con 90.5 ± 5.5 mg/L, en este caso se observa que los valores de todos los

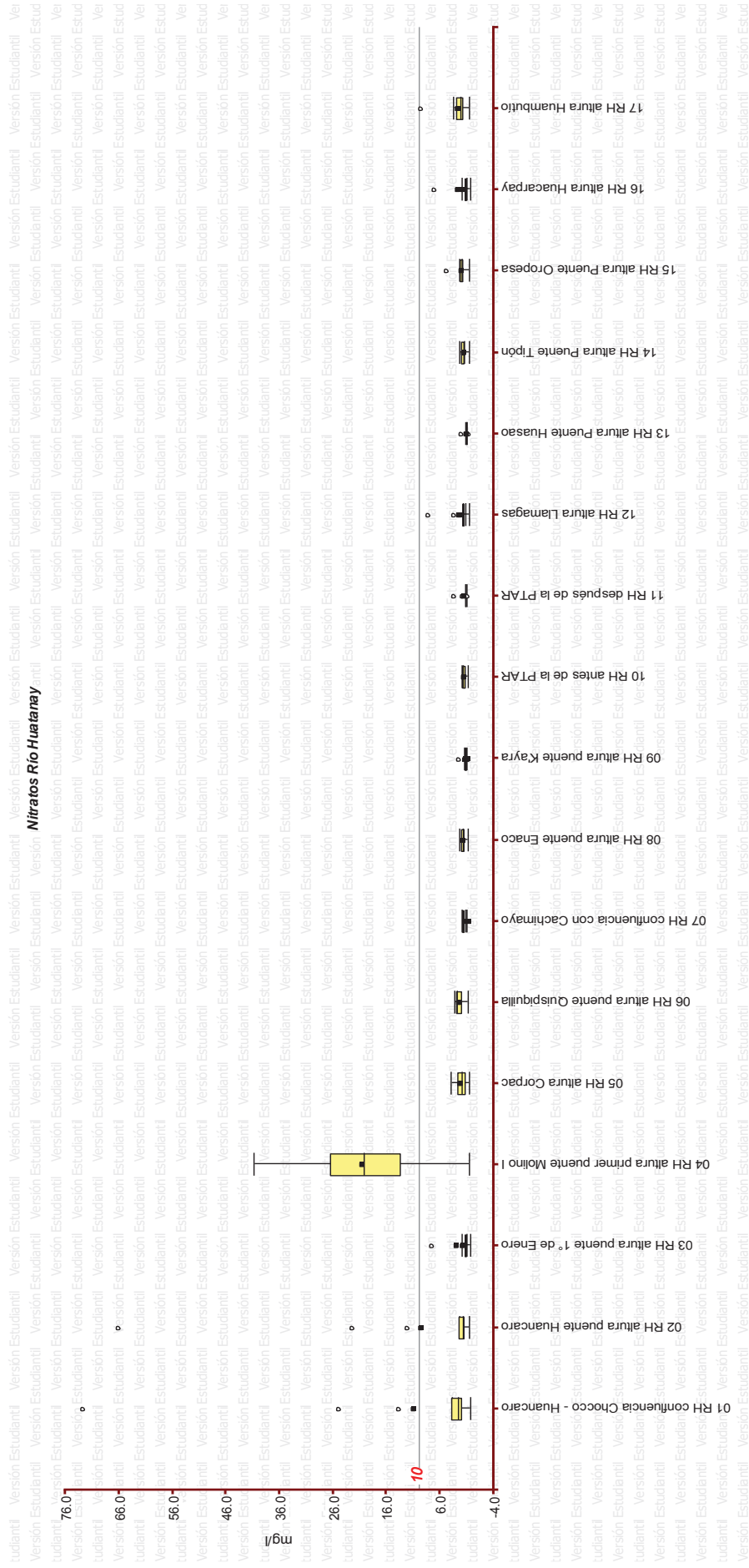
puntos se encuentran por encima del ECA permitido lo que indica que la contaminación en todo el río es evidente y con valores muy por encima.

Cuadro 34: Nitratos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Nitratos						ECA
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	10.8	0.3	72.6	2.6	20.7	6.0	10
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	9.5	0.5	66.0	1.8	18.9	5.5	10
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	1.7	0.4	7.4	1.1	1.9	0.6	10
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	20.4	0.5	40.7	20.2	11.8	3.4	10
5	Río Huatanay altura Corpac	2.1	0.5	4.0	2.0	1.0	0.3	10
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2.4	0.8	3.2	2.8	0.8	0.2	10
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1.4	0.5	2.0	1.4	0.4	0.1	10
8	Río Huatanay altura puente Enaco	1.7	0.9	2.4	1.8	0.4	0.1	10
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	1.3	0.7	2.5	1.1	0.4	0.1	10
10	Río Huatanay antes de la PTAR	1.5	0.8	2.0	1.6	0.4	0.1	10
11	Río Huatanay después de la PTAR	1.4	0.8	3.2	1.3	0.6	0.2	10
12	Río Huatanay altura Llamagas	2.1	0.6	8.2	1.4	2.0	0.6	10
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1.1	0.5	1.9	1.1	0.3	0.1	10
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1.5	0.5	2.4	1.6	0.6	0.2	10
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2.0	0.6	4.6	1.9	1.0	0.3	10
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1.7	0.4	7.0	1.1	1.8	0.5	10
17	Río Huatanay altura Huambutío	2.6	0.6	9.4	2.2	2.3	0.7	10

Fuente: Registro de campo

Gráfico 15: Nitratos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 34

En el gráfico 15, se observa la distribución de los datos obtenidos para Nitratos en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay altura puente Molino I con 20.4 ± 3.4 mg/L y el mínimo en el punto 13 río Huatanay altura

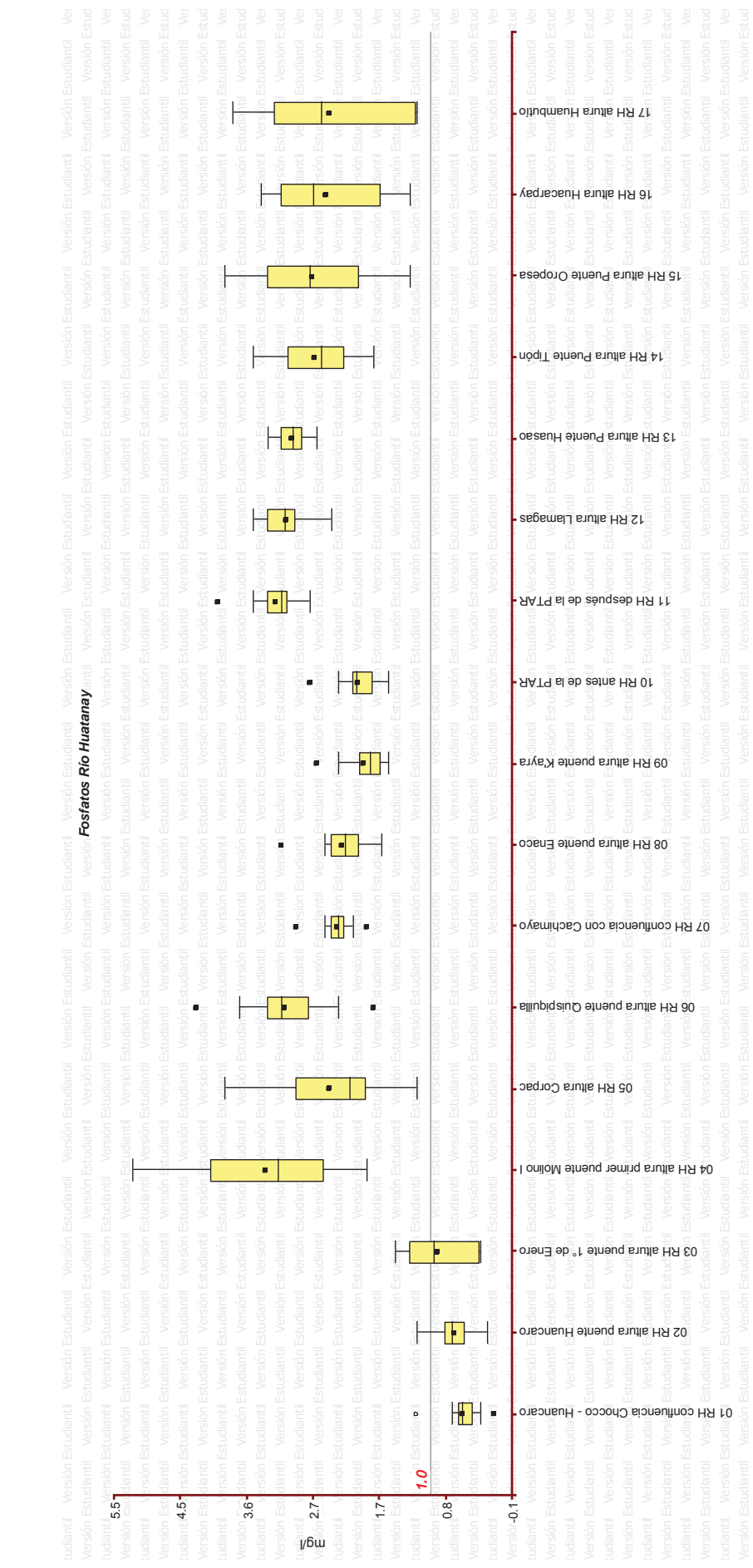
puente Huasao con 1.1 ± 0.1 mg/L, para este parámetro, todos los puntos se encuentran dentro de los valores de ECA a excepción del punto 04 a la altura del Molino I debido a que aquí se encuentra el aporte del río Saphy con alta contaminación y los puntos 01 y 02 con valores atípicos altos.

Cuadro 35: Fosfatos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Fosfatos						ECA
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	0.6	0.1	1.2	0.6	0.3	0.1	1
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	0.7	0.2	1.2	0.7	0.3	0.1	1
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	0.9	0.3	1.5	0.9	0.5	0.1	1
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	3.3	1.9	5.2	3.1	1.1	0.3	1
5	Río Huatanay altura Corpac	2.4	1.2	3.9	2.1	0.8	0.2	1
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	3.1	1.8	4.3	3.1	0.6	0.2	1
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2.3	1.9	2.9	2.3	0.2	0.1	1
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2.3	1.7	3.1	2.2	0.3	0.1	1
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.0	1.6	2.6	1.9	0.3	0.1	1
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2.0	1.6	2.7	2.0	0.3	0.1	1
11	Río Huatanay después de la PTAR	3.2	2.7	4.0	3.1	0.3	0.1	1
12	Río Huatanay altura Llamagas	3.0	2.4	3.5	3.0	0.3	0.1	1
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	3.0	2.6	3.3	3.0	0.2	0.1	1
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2.6	1.8	3.5	2.5	0.5	0.2	1
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2.7	1.3	3.9	2.7	0.8	0.2	1
16	Río Huatanay altura Huacarpay	2.5	1.3	3.4	2.6	0.7	0.2	1
17	Río Huatanay altura Huambutío	2.4	1.2	3.8	2.5	1.0	0.3	1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 16: Fosfatos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 35

En el gráfico 16, se observa la distribución de los datos obtenidos para Fosfatos en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay altura puente Molino I con 3.3 ± 0.3 mg/L y el mínimo en el punto 01 río Huatanay

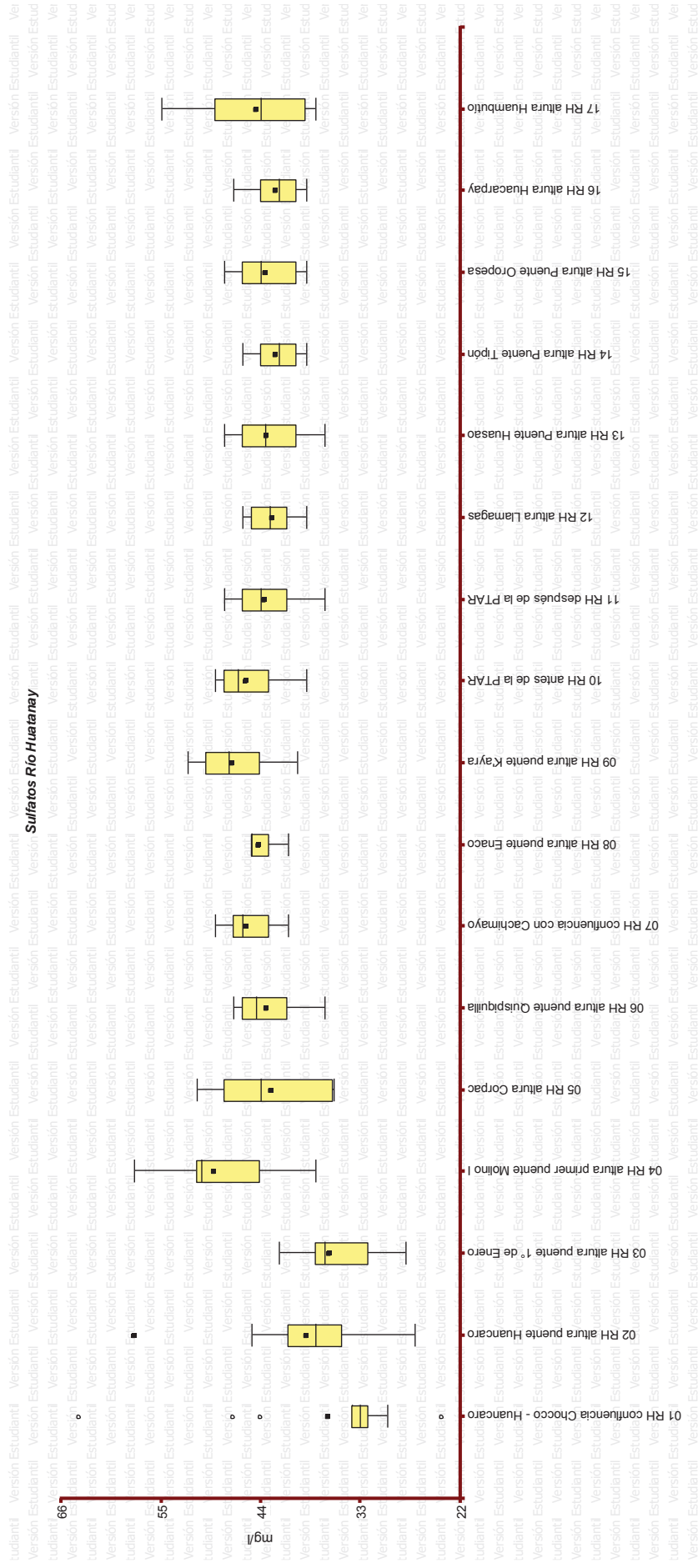
confluencia Chocco – Huancaro con 0.6 ± 0.1 mg/L, en este caso, todos los puntos se encuentran por encima de los valores de ECA a excepción de los primeros tres puntos de la zona alta que presentan menor cantidad de fosfatos.

Cuadro 36: Sulfatos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sulfatos						ECA
		Promedio (mg/l)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	37	24	64	33	11	3	300
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	39	27	58	38	8	2	300
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	37	28	42	37	4	1	300
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	49	38	58	51	5	2	300
5	Río Huatanay altura Corpac	43	36	51	44	6	2	300
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	43	37	47	45	3	1	300
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	46	41	49	46	2	1	300
8	Río Huatanay altura puente Enaco	44	41	45	45	1	0	300
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	47	40	52	48	4	1	300
10	Río Huatanay antes de la PTAR	46	39	49	47	3	1	300
11	Río Huatanay después de la PTAR	44	37	48	44	3	1	300
12	Río Huatanay altura Llamagas	43	39	46	43	2	1	300
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	43	37	48	44	3	1	300
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	42	39	46	42	2	1	300
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	44	39	48	44	3	1	300
16	Río Huatanay altura Huacarpay	42	39	47	42	3	1	300
17	Río Huatanay altura Huambutío	45	38	55	44	6	2	300

Fuente: Registro de campo

Gráfico 17: Sulfatos del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 36

En el gráfico 17, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sulfatos en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay altura puente Molino I con 49 ± 2 mg/L y el mínimo en el punto 01 río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro con 37 ± 3 mg/L, en este caso, todos los puntos se encuentran por debajo del valor de ECA.

En los parámetros químicos se observa que el punto que presenta mayor contaminación pertenece a la zona media a la altura del puente Molino I debido a que aquí encontramos el aporte del río Saphy que recoge todos los desagües del casco urbano, mientras que el punto de menor contaminación sigue siendo la cabecera de cuenca en la zona alta.

Para la demanda bioquímica de oxígeno todos los puntos se encuentran muy por encima de los valores de ECA, teniendo como valor mínimo 90.5 mg/L en la confluencia Chocco – Huancaro y un valor máximo de 293.3 mg/L, por lo cual se contradice el reporte mencionado por el Centro Guamán Poma de Ayala de 4.18 mg/L; también se observa que los valores del río antes y después de la PTAR disminuyen esto por el aporte de la planta, en cuanto a los nitratos el único punto que está por encima del valor de ECA es en el río Huatanay altura primer puente Molino I debido a que a esta altura se vierten las aguas del río Saphy y el valor incrementado es a causa de la materia orgánica que se encuentra en mayor concentración, también que los valores reportados por el Centro Guamán Poma de Ayala para el parámetro nitratos se incrementó de 0.24 mg/L en el 2004 a 1,1 mg/L como valor mínimo del 2014 al 2015; mientras que las concentraciones de fosfatos son menores en los tres primeros puntos de la parte alta y a partir de esta zona el río presenta valores por encima del ECA ya que se vierten aguas residuales de uso doméstico, lavaderos de carros y aguas producto de la infiltración de regadío de campos de cultivo, y referente a los sulfatos todos los puntos del río se encuentran muy por debajo de los ECA debido a que a lo largo del río no hay presencia de actividades mineras ni producción de yeso ni en el lecho presencia de rocas sulfatadas.

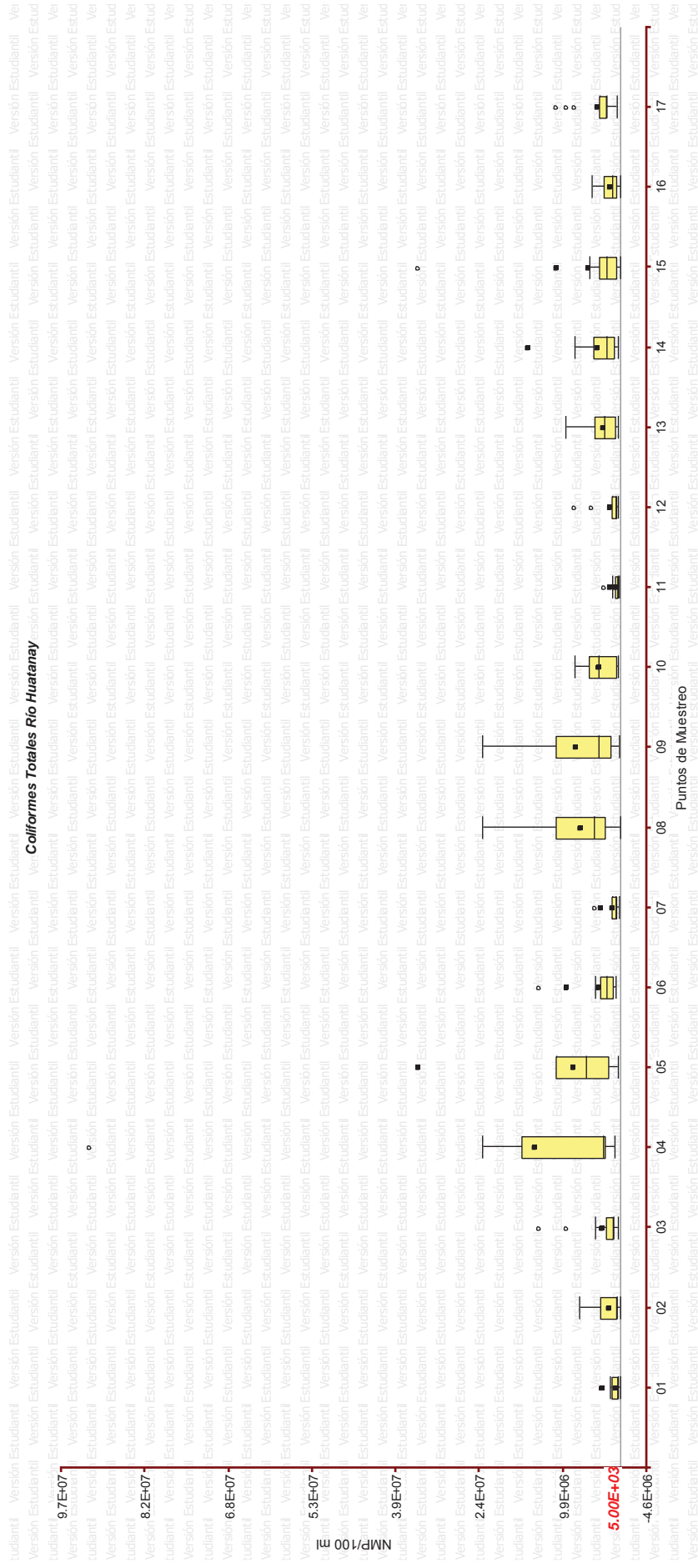
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Cuadro 37: Coliformes Totales del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Totales							ECA
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar		
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	7.9E+05	2.3E+04	3.2E+06	4.5E+05	9.5E+05	2.8E+05	5.00E+03	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	2.0E+06	4.3E+04	7.0E+06	5.9E+05	2.4E+06	6.9E+05	5.00E+03	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	3.2E+06	4.3E+05	1.4E+07	1.1E+06	4.2E+06	1.2E+06	5.00E+03	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1.5E+07	9.3E+05	9.2E+07	3.0E+06	2.6E+07	7.5E+06	5.00E+03	
5	Río Huatanay altura Corpac	8.1E+06	4.3E+05	3.5E+07	6.0E+06	9.5E+06	2.8E+06	5.00E+03	
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	3.7E+06	6.8E+05	1.4E+07	2.4E+06	4.0E+06	1.2E+06	5.00E+03	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1.4E+06	1.4E+05	4.3E+06	7.3E+05	1.4E+06	4.1E+05	5.00E+03	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	6.9E+06	2.4E+04	2.4E+07	4.6E+06	7.0E+06	2.0E+06	5.00E+03	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	7.6E+06	2.3E+05	2.4E+07	3.7E+06	8.6E+06	2.5E+06	5.00E+03	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	3.7E+06	3.5E+05	7.9E+06	3.8E+06	2.9E+06	8.5E+05	5.00E+03	
11	Río Huatanay después de la PTAR	7.2E+05	1.4E+05	2.7E+06	3.2E+05	7.9E+05	2.3E+05	5.00E+03	
12	Río Huatanay altura Llamagas	1.7E+06	4.3E+05	7.9E+06	7.9E+05	2.3E+06	6.7E+05	5.00E+03	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	3.0E+06	4.5E+05	9.4E+06	2.8E+06	2.7E+06	7.8E+05	5.00E+03	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	4.0E+06	4.3E+05	1.6E+07	2.4E+06	4.4E+06	1.3E+06	5.00E+03	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	5.4E+06	2.4E+04	3.5E+07	2.3E+06	9.8E+06	2.8E+06	5.00E+03	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1.8E+06	4.3E+04	4.9E+06	1.4E+06	1.6E+06	4.6E+05	5.00E+03	
17	Río Huatanay altura Huambutío	4.0E+06	4.9E+05	1.1E+07	2.4E+06	3.4E+06	9.9E+05	5.00E+03	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 18: Coliformes Totales del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 37

En el gráfico 18, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes totales en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay altura puente Molino I con $1.5E+07 \pm 7.5E+06$ NMP/100 ml y el mínimo en

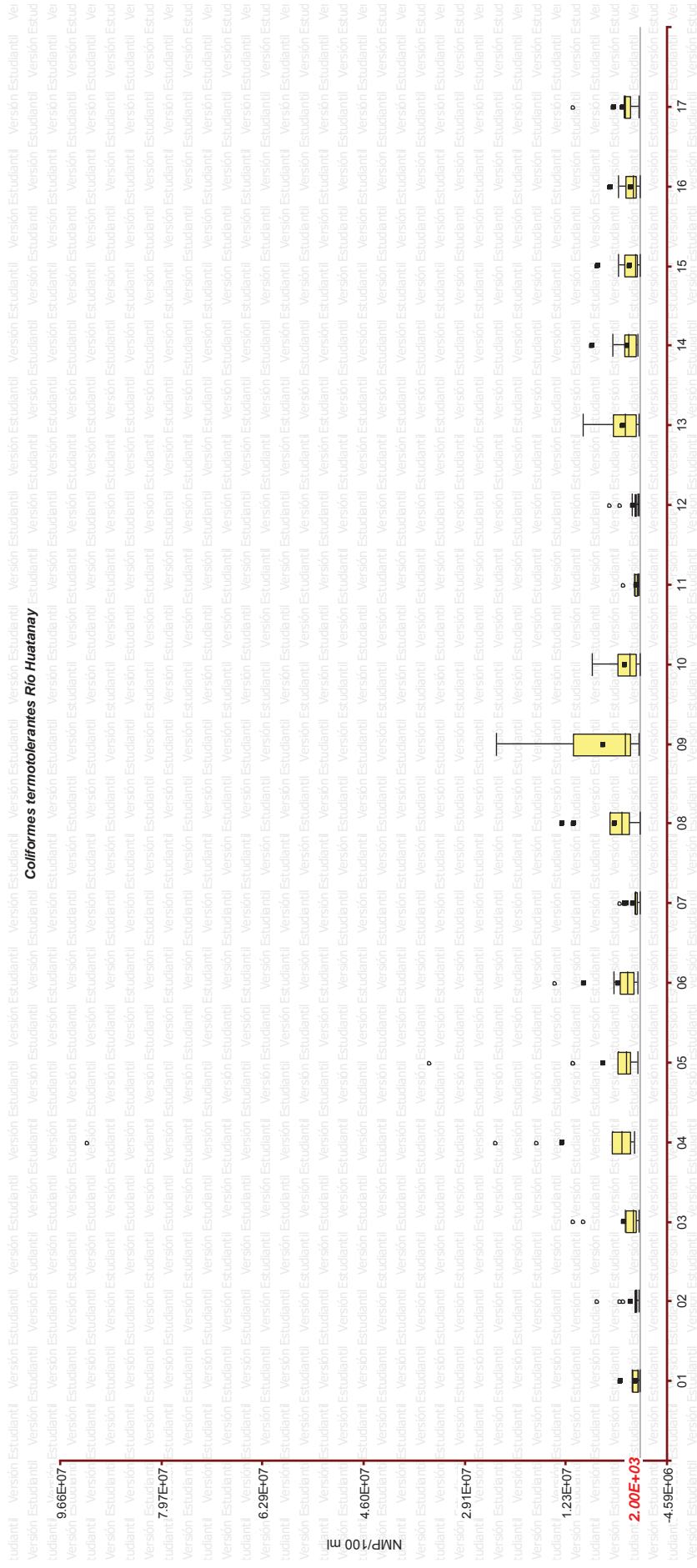
el punto 01 río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro con $7.9E+05 \pm 2.8E+05$ NMP/100 ml, en este caso, todos los puntos se encuentran muy por encima del valor de ECA siendo el punto a la altura del molino I es más contaminado.

Cuadro 38: Coliformes Termotolerantes del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Termotolerantes							ECA
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar		
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	6.93E+05	9.00E+03	3.20E+06	3.25E+05	9.44E+05	2.72E+05	2.00E+03	
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	1.41E+06	2.00E+05	7.00E+06	4.90E+05	2.03E+06	5.85E+05	2.00E+03	
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	2.66E+06	2.30E+05	1.10E+07	1.12E+06	3.58E+06	1.03E+06	2.00E+03	
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1.29E+07	9.30E+05	9.20E+07	2.95E+06	2.59E+07	7.49E+06	2.00E+03	
5	Río Huatanay altura Corpac	6.14E+06	4.30E+05	3.50E+07	2.30E+06	9.78E+06	2.82E+06	2.00E+03	
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	3.49E+06	4.30E+05	1.40E+07	2.05E+06	4.10E+06	1.18E+06	2.00E+03	
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1.03E+06	5.40E+04	3.30E+06	7.30E+05	1.04E+06	3.01E+05	2.00E+03	
8	Río Huatanay altura puente Enaco	4.23E+06	2.40E+04	1.30E+07	3.00E+06	4.00E+06	1.15E+06	2.00E+03	
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	6.10E+06	2.30E+05	2.40E+07	2.40E+06	7.47E+06	2.16E+06	2.00E+03	
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2.44E+06	3.30E+04	7.90E+06	1.70E+06	2.47E+06	7.13E+05	2.00E+03	
11	Río Huatanay después de la PTAR	6.24E+05	1.70E+05	2.70E+06	3.35E+05	7.13E+05	2.06E+05	2.00E+03	
12	Río Huatanay altura Llamagas	1.11E+06	9.30E+04	4.90E+06	4.50E+05	1.47E+06	4.23E+05	2.00E+03	
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2.82E+06	2.20E+05	9.40E+06	2.45E+06	2.79E+06	8.05E+05	2.00E+03	
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2.16E+06	4.00E+05	7.90E+06	1.85E+06	2.19E+06	6.33E+05	2.00E+03	
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1.73E+06	2.40E+04	7.00E+06	7.95E+05	2.07E+06	5.98E+05	2.00E+03	
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1.52E+06	4.30E+04	4.90E+06	1.09E+06	1.51E+06	4.37E+05	2.00E+03	
17	Río Huatanay altura Huambutío	2.82E+06	1.40E+05	1.10E+07	2.40E+06	2.80E+06	8.09E+05	2.00E+03	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 19: Coliformes Termotolerantes del río Huatanay: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 38

En el gráfico 19, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo, donde el máximo valor se encuentra en el punto 04 río Huatanay altura puente Molino I con $1.29E+07 \pm 7.49E+06$ NMP/100 ml y el mínimo en el punto 01 río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro con $6.93E+05 \pm 2.72E+05$ NMP/100 ml, todos los puntos se encuentran muy por encima del valor de ECA al igual de los coliformes totales, siendo el punto a la altura del molino I es más contaminado incluso presentando un valor atípico muy alto.

En cuanto a los parámetros bacteriológicos, todos los puntos a lo largo del río se encuentran por encima de los valores de ECA, de igual manera con los coliformes termotolerantes, esto debido a la presencia de las descargas residuales; la concentración más alta de ambos parámetros se presenta a la altura de río Huatanay altura primer puente Molino I por la presencia del aporte del río Saphy que contiene descargas cloacales. Los reportes de coliformes totales realizados por el Centro Guamán Poma de Ayala (2004) se han incrementado de $17.2E+03$ NMP/ml a $7.18E+05$ NMP/ml en la actualidad debido al crecimiento poblacional y a un inadecuado destino de las aguas residuales.

5.2.2 AFLUENTES

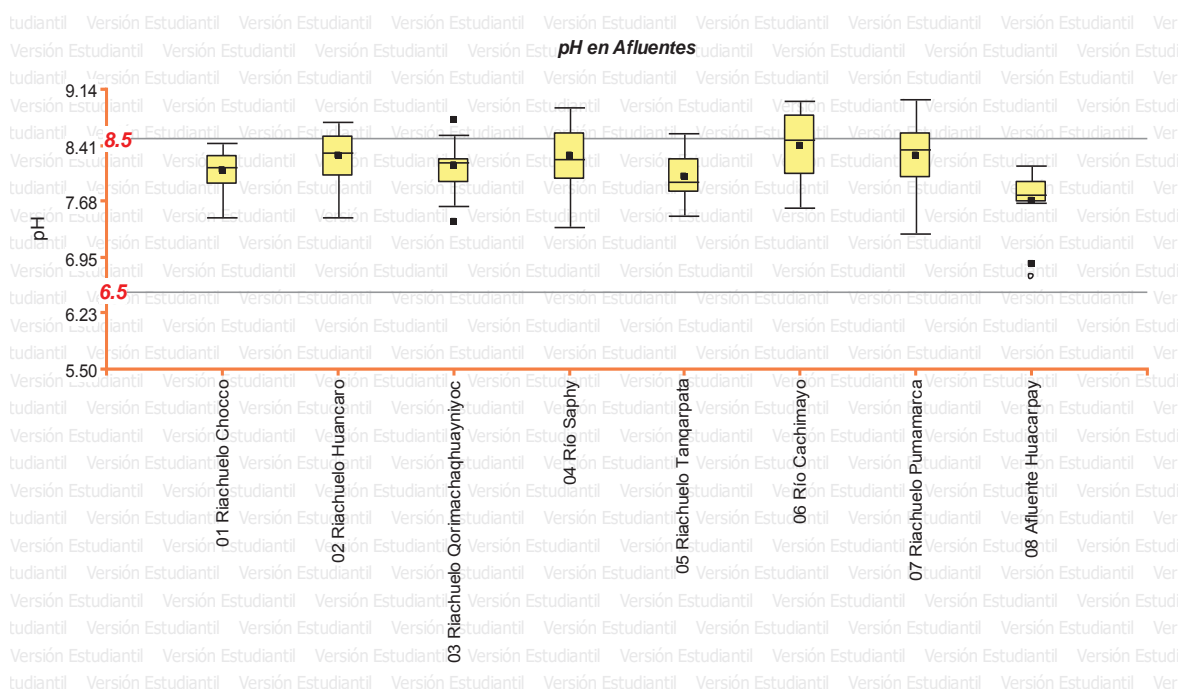
PARÁMETROS FÍSICOS

Cuadro 39: pH en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	pH						ECA	
		Promedio	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA Min	ECA Max
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	8.09	7.47	8.44	8.13	0.27	0.08	6.5	8.5
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	8.28	7.47	8.71	8.32	0.36	0.10	6.5	8.5
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	8.14	7.41	8.73	8.18	0.37	0.11	6.5	8.5
4	Río Saphy antes de su desembocadura	8.27	7.35	8.90	8.23	0.43	0.12	6.5	8.5
5	Riachuelo Tanqarpata	7.99	7.49	8.56	7.95	0.33	0.10	6.5	8.5
6	Río Cachimayo	8.41	7.61	8.99	8.49	0.48	0.14	6.5	8.5
7	Riachuelo Pumamarca	8.28	7.26	9.02	8.36	0.48	0.14	6.5	8.5
8	Afluente Huacarpay	7.69	6.70	8.15	7.78	0.46	0.13	6.5	8.5

Fuente: Registro de campo

Gráfico 20: pH en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 39

En el gráfico 20, se observa la distribución de los datos obtenidos para pH en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Cachimayo con 8.41 ± 0.14 y el mínimo en el afluente Huacarpay con 7.69 ± 0.13 ,

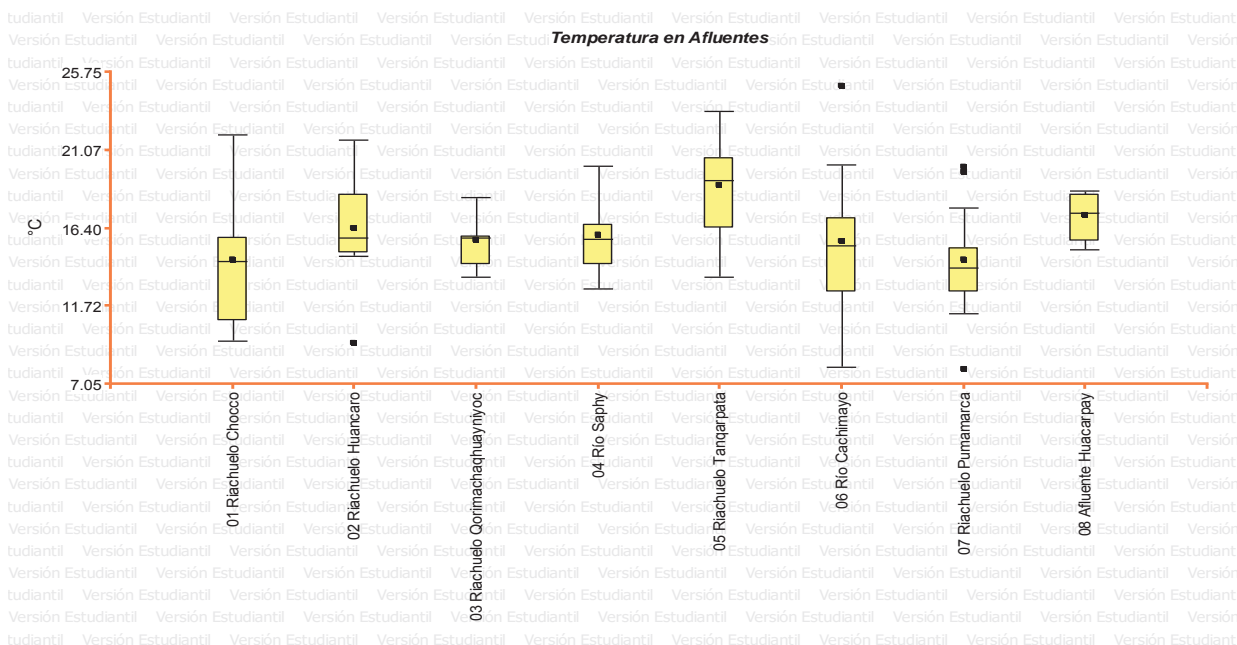
todos los puntos presentan valores menores dentro del ECA min, sin embargo, la mayoría de afluentes superan los valores máximos de ECA.

Cuadro 40: Temperatura en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Temperatura					
		Promedio (°C)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	14.49	9.60	22.00	14.40	3.57	1.03
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	16.35	9.50	21.70	15.80	3.01	0.87
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	15.62	13.50	18.20	15.80	1.29	0.37
4	Río Saphy antes de su desembocadura	16.00	12.80	20.10	15.70	2.13	0.61
5	Riachuelo Tanqarpata	18.95	13.50	23.40	19.25	3.10	0.89
6	Río Cachimayo	15.60	8.10	24.90	15.35	4.32	1.25
7	Riachuelo Pumamarca	14.46	7.90	20.00	14.00	3.41	0.98
8	Afluente Huacarpay	17.13	15.10	18.60	17.30	1.34	0.39

Fuente: Registro de campo

Gráfico 21: Temperatura en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 40

En el gráfico 21, se observa la distribución de los datos obtenidos para Temperatura en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el

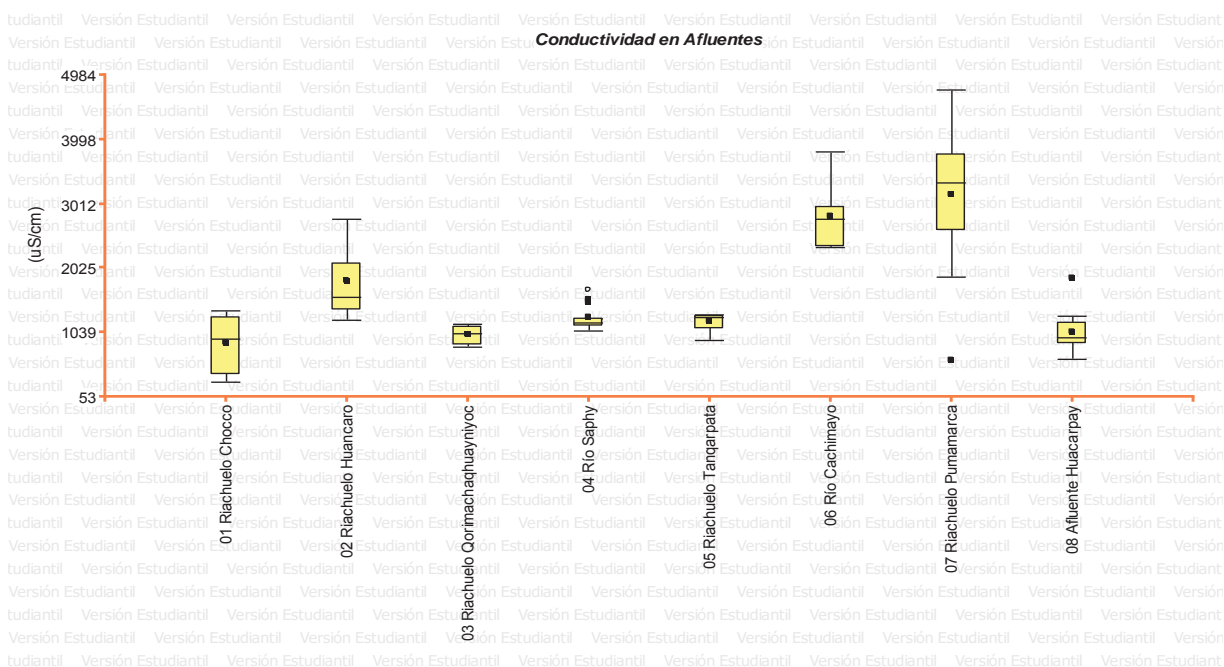
riachuelo Tanqarpata con 18.95 ± 0.89 °C y el mínimo en el riachuelo Pumamarca con 14.46 ± 0.98 °C.

Cuadro 41: Conductividad en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Conductividad					
		Promedio (uS/cm)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	874	277	1383	944	442	128
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	1825	1221	2772	1583	538	155
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	998	807	1174	1025	141	41
4	Río Saphy antes de su desembocadura	1270	1055	1676	1196	191	55
5	Riachuelo Tanqarpata	1201	910	1305	1261	130	37
6	Río Cachimayo	2813	2350	3805	2786	435	126
7	Riachuelo Pumamarca	3152	614	4760	3331	1228	354
8	Afluente Huacarpay	1042	622	1863	961	327	95

Fuente: Registro de campo

Gráfico 22: Conductividad en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 41

En el gráfico 22, se observa la distribución de los datos obtenidos para Conductividad en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se

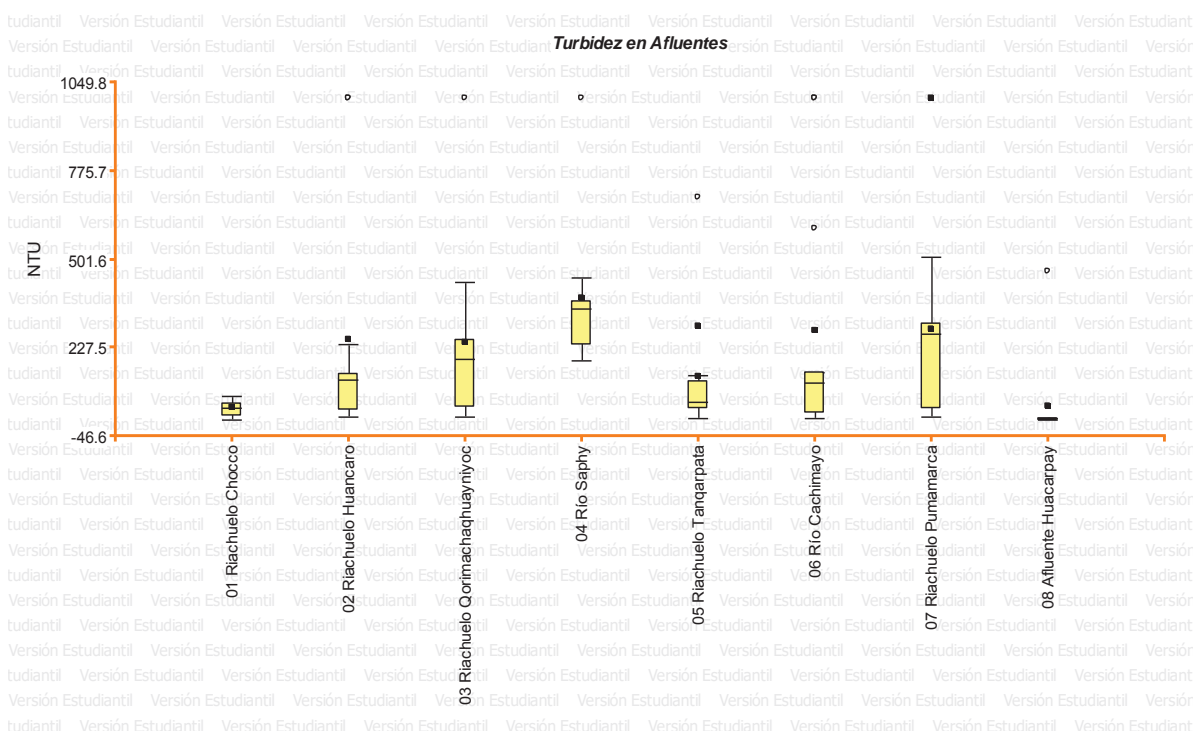
encuentra en el riachuelo Pumamarca con 3152 ± 354 uS/cm debido a que sus aguas discurren por campos de cultivo y se mezclan con aguas subterráneas lo que le aporta iones e incrementa su conductividad y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 874 ± 128 uS/cm.

Cuadro 42: Turbidez en Afluentes Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Turbidez					
		Promedio (NTU)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	39.6	3.3	79.0	40.7	25.7	7.4
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	253.5	12.0	1000.0	128.5	354.4	102.3
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	241.2	11.0	1000.0	193.5	269.3	77.7
4	Río Saphy antes de su desembocadura	381.8	188.0	1000.0	350.0	209.6	60.5
5	Riachuelo Tanqarpata	134.6	9.4	691.0	57.5	191.5	55.3
6	Río Cachimayo	281.0	7.5	1000.0	119.0	369.3	106.6
7	Riachuelo Pumamarca	285.3	12.0	1000.0	271.5	275.7	79.6
8	Afluyente Huacarpay	44.6	3.2	464.0	6.2	132.1	38.1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 23: Turbidez en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 42

En el gráfico 23, se observa la distribución de los datos obtenidos para Turbidez en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río

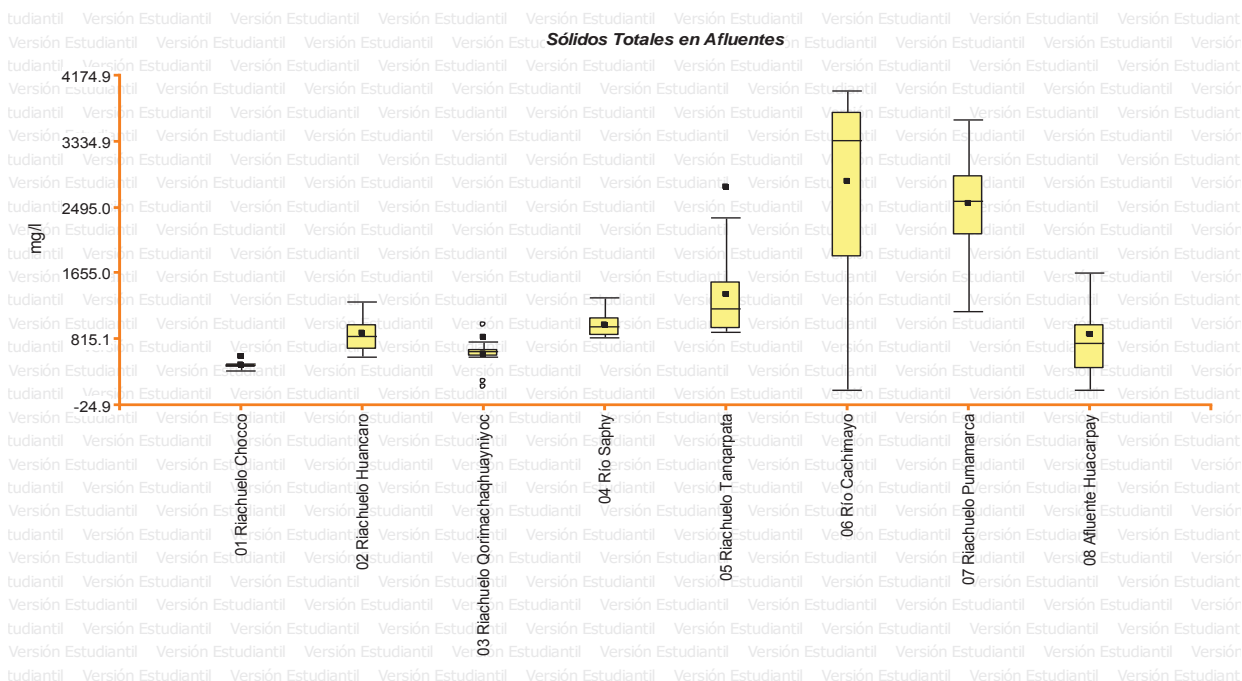
Saphy antes de su desembocadura con 381.8 ± 60.5 NTU ya que contiene mayor cantidad de materia orgánica y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 39.6 ± 7.4 NTU.

Cuadro 43: Sólidos Totales en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Totales					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	485.1	408.0	598.0	478.7	59.0	17.0
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	883.2	598.0	1298.0	845.6	224.6	64.8
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	632.4	206.0	994.0	660.1	215.2	62.1
4	Río Saphy antes de su desembocadura	1002.9	832.4	1338.0	977.9	160.8	46.4
5	Riachuelo Tanqarpata	1385.1	902.0	2757.8	1199.0	603.5	174.2
6	Río Cachimayo	2877.4	166.0	3984.0	3342.8	1202.1	347.0
7	Riachuelo Pumamarca	2536.1	1176.0	3613.6	2573.1	615.4	177.7
8	Afluente Huacarpay	815.2	176.0	1659.6	765.1	472.3	136.3

Fuente: Registro de campo

Gráfico 24: Sólidos Totales en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 43

En el gráfico 24, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Totales en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se

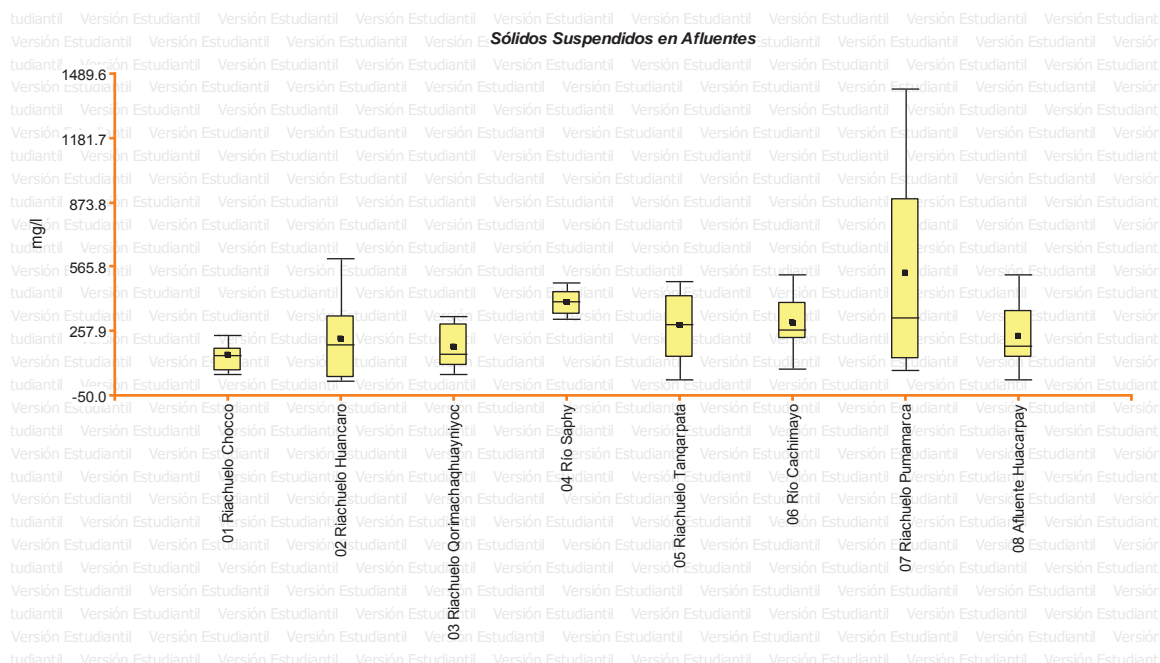
encuentra en el río Cachimayo con 2877.4 ± 347.0 mg/L y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 485.1 ± 17.0 mg/L.

Cuadro 44: Sólidos Suspendidos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Suspendidos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	142.3	51.6	240.0	142.5	62.3	18.0
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	219.0	20.0	604.0	195.1	183.6	53.0
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	182.8	55.0	328.0	146.7	103.7	29.9
4	Río Saphy antes de su desembocadura	395.8	318.0	490.0	398.7	59.8	17.3
5	Riachuelo Tanqarpata	285.8	30.0	496.0	294.4	162.7	47.0
6	Río Cachimayo	296.0	79.0	530.0	268.4	141.1	40.7
7	Riachuelo Pumamarca	535.1	75.0	1419.6	325.4	466.8	134.8
8	Afluyente Huacarpay	233.0	25.0	529.1	186.4	143.6	41.5

Fuente: Registro de campo

Gráfico 25: Sólidos Suspendidos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 44

En el gráfico 25, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Suspendidos en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se

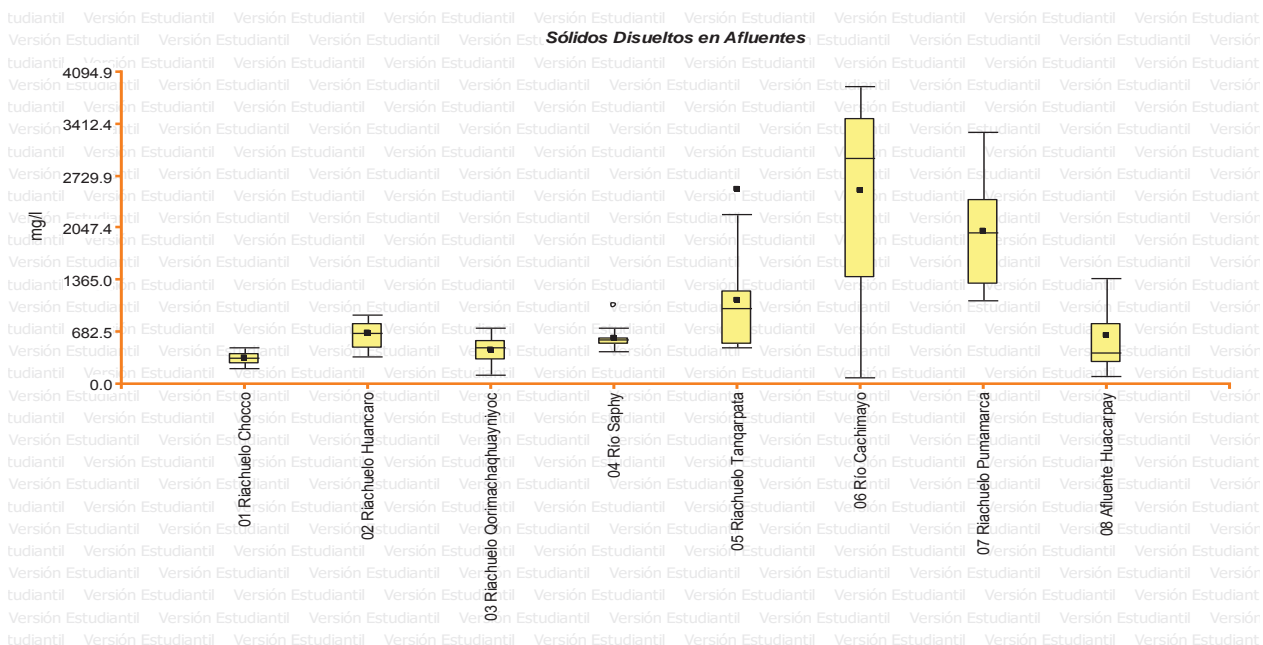
encuentra en el riachuelo Pumamarca con 535.1 ± 134.8 mg/L debido a la remoción de tierra de actividades agrícolas y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 142.3 ± 18.0 mg/L.

Cuadro 45: Sólidos Disueltos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Disueltos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	342.9	213.4	474.0	350.0	84.0	24.2
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	664.2	365.0	908.4	675.0	183.6	53.0
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	449.6	112.0	739.3	476.4	196.0	56.6
4	Río Saphy antes de su desembocadura	607.1	430.0	1020.0	580.0	154.9	44.7
5	Riachuelo Tanqarpata	1099.3	472.8	2559.8	994.0	686.9	198.3
6	Río Cachimayo	2615.9	87.0	3904.0	2969.8	1223.9	353.3
7	Riachuelo Pumamarca	1993.5	1090.0	3304.4	1986.5	707.7	204.3
8	Afluyente Huacarpay	631.6	95.0	1388.8	404.7	436.6	126.0

Fuente: Registro de campo

Gráfico 26: Sólidos Disueltos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 45

En el gráfico 26, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Disueltos en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se

encuentra en el río Cachimayo con 2615.9 ± 353.3 mg/L debido a la presencia alta de sales en sus aguas y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 342.9 ± 24.2 mg/L.

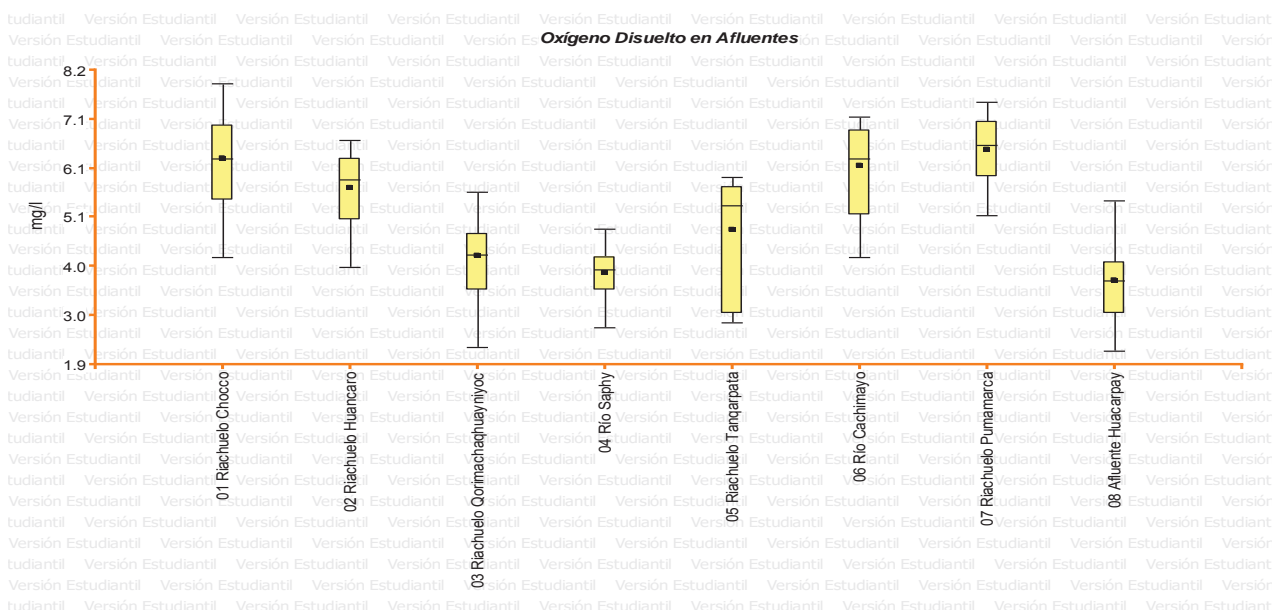
PARÁMETROS QUÍMICOS

Cuadro 46: Oxígeno Disuelto en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Oxígeno Disuelto					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	6.3	4.2	7.9	6.3	1.2	0.3
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	5.7	4.0	6.7	5.8	0.8	0.2
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	4.2	2.3	5.6	4.3	0.9	0.3
4	Río Saphy antes de su desembocadura	3.9	2.7	4.8	4.0	0.7	0.2
5	Riachuelo Tanqarpata	4.8	2.8	5.9	5.3	1.2	0.4
6	Río Cachimayo	6.2	4.2	7.2	6.3	0.9	0.3
7	Riachuelo Pumamarca	6.5	5.1	7.5	6.6	0.8	0.2
8	Afluyente Huacarpay	3.7	2.2	5.4	3.7	0.9	0.3

Fuente: Registro de campo

Gráfico 27: Oxígeno Disuelto en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 46

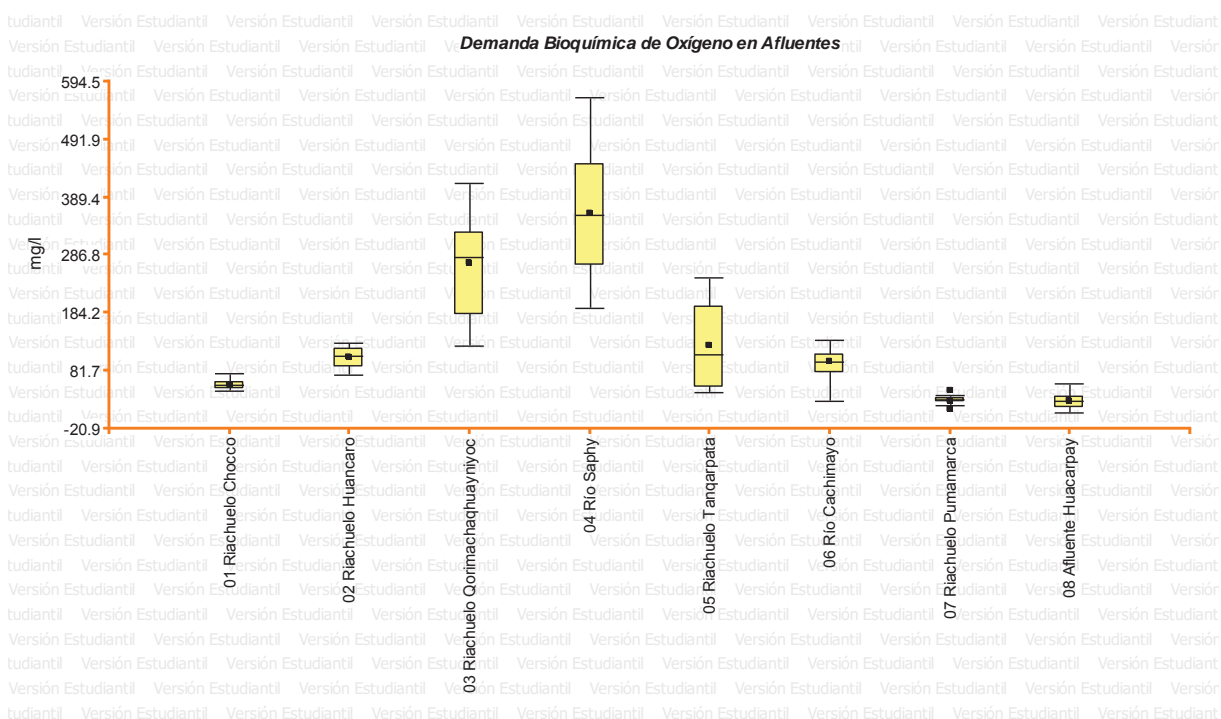
En el gráfico 27, se observa la distribución de los datos obtenidos para Oxígeno Disuelto en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el riachuelo Pumamarca con 6.5 ± 0.3 mg/L que es el afluente más oxigenado y el mínimo en el afluente Huacarpay con 3.7 ± 0.3 mg/L.

Cuadro 47: Demanda Bioquímica de Oxígeno en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	57.4	44.9	76.1	56.3	10.5	3.0
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	104.5	74.6	129.8	108.4	19.4	5.6
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	271.6	125.8	414.8	283.6	84.4	24.4
4	Río Saphy antes de su desembocadura	360.4	193.1	566.5	358.0	119.3	34.4
5	Riachuelo Tanqarpata	126.2	44.5	247.3	111.4	73.1	21.1
6	Río Cachimayo	97.1	28.6	136.8	96.8	30.3	8.8
7	Riachuelo Pumamarca	29.3	12.2	45.7	29.7	8.3	2.4
8	Afluente Huacarpay	27.8	7.1	58.2	28.0	14.8	4.3

Fuente: Registro de campo

Gráfico 28: Demanda Bioquímica Oxígeno en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 47

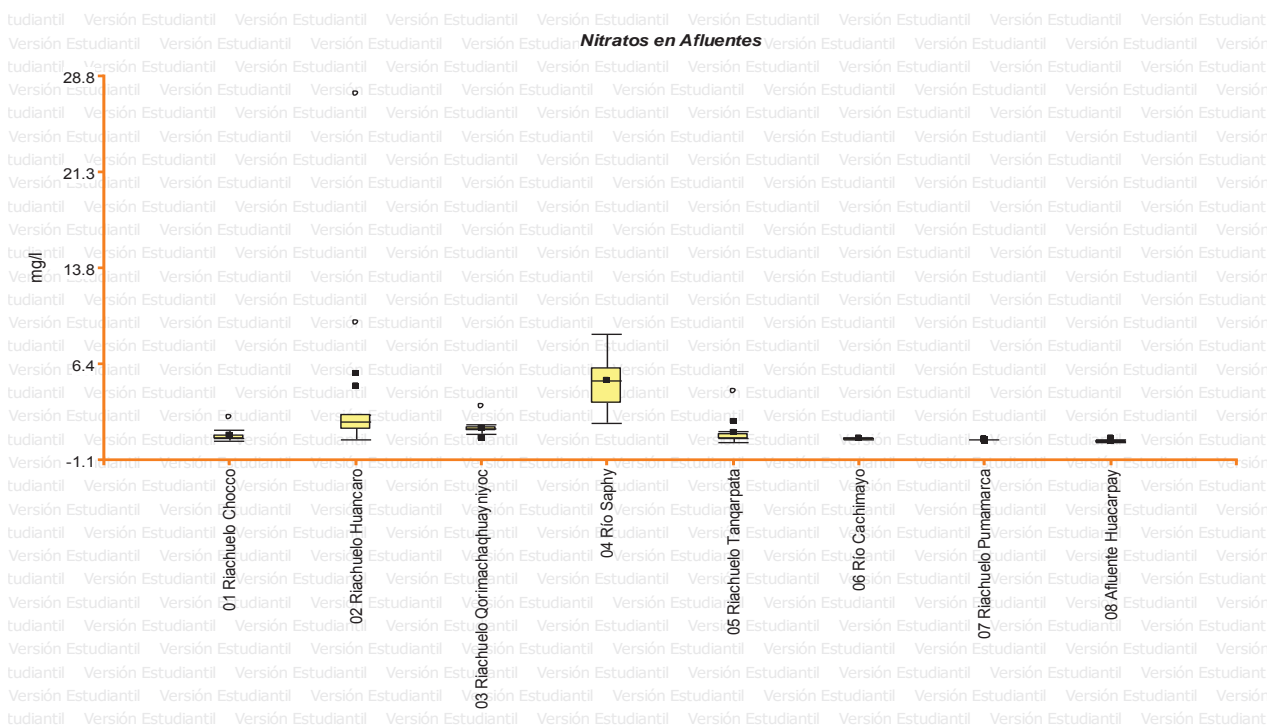
En el gráfico 28, se observa la distribución de los datos obtenidos para Demanda Bioquímica de Oxígeno en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Saphy antes de su desembocadura con 360.4 ± 34.4 mg/L que es el afluente más contaminado y el mínimo en el afluente Huacarpay con 27.8 ± 4.3 mg/L.

Cuadro 48: Nitratos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Nitratos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	0.8	0.4	2.3	0.6	0.5	0.2
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	4.7	0.5	27.4	1.9	7.6	2.2
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	1.4	0.6	3.1	1.4	0.6	0.2
4	Río Saphy antes de su desembocadura	5.2	1.8	8.7	5.1	1.9	0.6
5	Riachuelo Tanqarpata	1.1	0.3	4.3	0.6	1.1	0.3
6	Río Cachimayo	0.6	0.5	0.7	0.6	0.1	0.0
7	Riachuelo Pumamarca	0.5	0.4	0.5	0.5	0.0	0.0
8	Afluente Huacarpay	0.4	0.3	0.7	0.4	0.1	0.0

Fuente: Registro de campo

Gráfico 29: Nitratos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 49

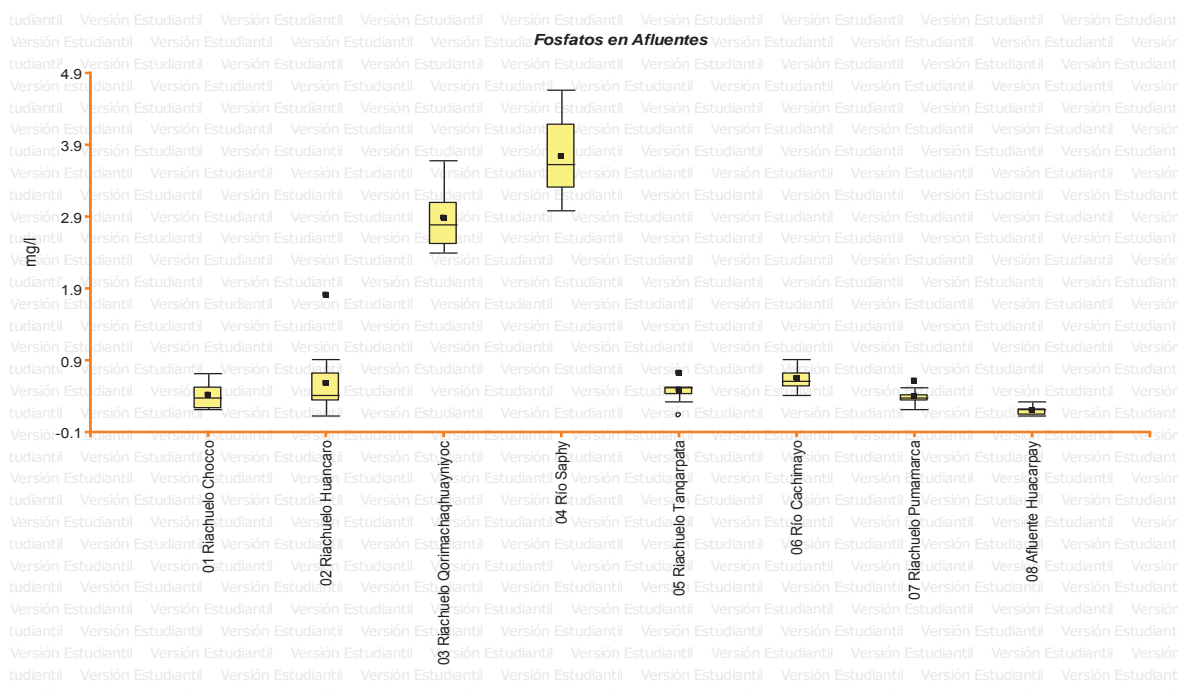
En el gráfico 29, se observa la distribución de los datos obtenidos para Nitratos en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Saphy antes de su desembocadura con 5.2 ± 0.6 mg/L que aparte de ser el afluente más contaminado también vierte agua con detergentes y el mínimo en el afluente Huacarpay con 0.4 ± 0.0 mg/L.

Cuadro 49: Fosfatos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Fosfatos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	0.4	0.2	0.7	0.3	0.2	0.1
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	0.6	0.1	1.8	0.4	0.5	0.1
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	2.9	2.4	3.7	2.8	0.4	0.1
4	Río Saphy antes de su desembocadura	3.8	3.0	4.7	3.6	0.6	0.2
5	Riachuelo Tanqarpata	0.5	0.1	0.7	0.5	0.2	0.0
6	Río Cachimayo	0.6	0.4	0.9	0.6	0.1	0.0
7	Riachuelo Pumamarca	0.4	0.2	0.6	0.3	0.1	0.0
8	Afluente Huacarpay	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0

Fuente: Registro de campo

Gráfico 30: Fosfatos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 49

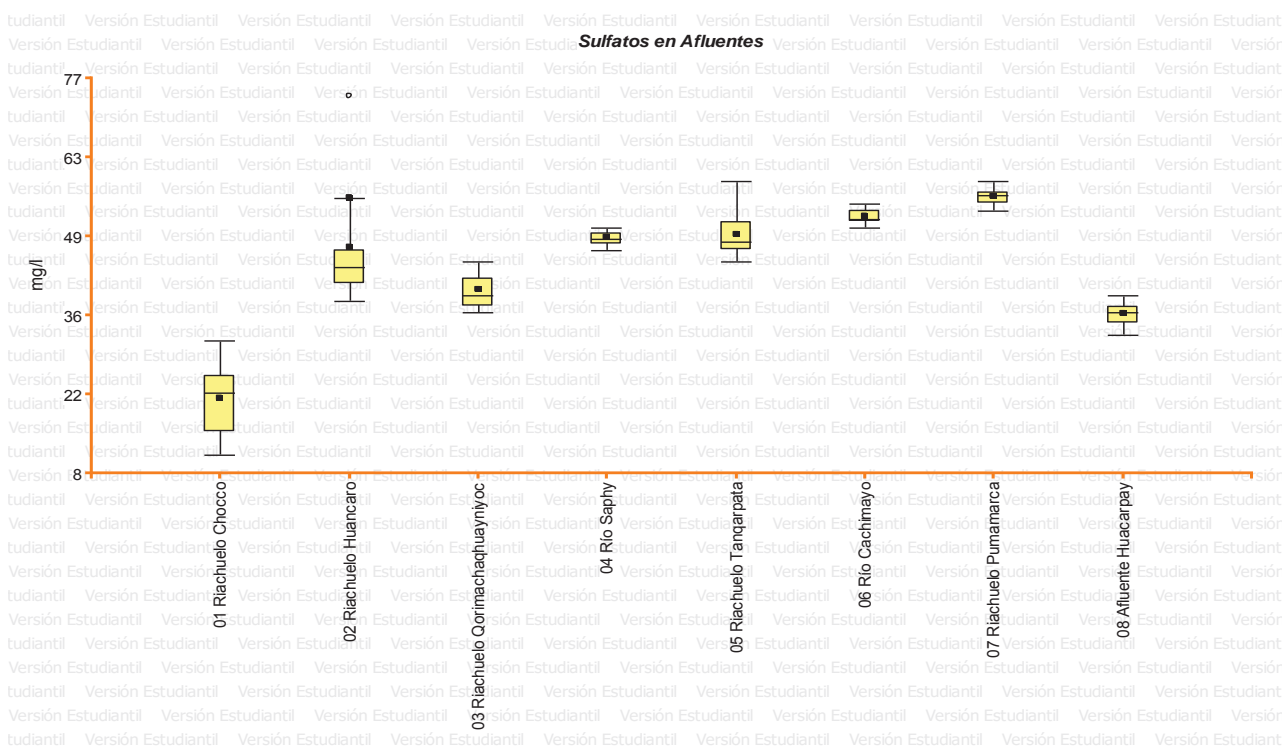
En el gráfico 30, se observa la distribución de los datos obtenidos para Fosfatos en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Saphy antes de su desembocadura con 3.8 ± 0.2 mg/L y el mínimo en el afluente Huacarpay con 0.2 ± 0.0 mg/L.

Cuadro 50: Sulfatos en afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sulfatos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	21	11	31	22	6	2
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	47	38	74	44	10	3
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	40	36	45	39	3	1
4	Río Saphy antes de su desembocadura	49	47	51	49	1	0
5	Riachuelo Tanqarpata	49	45	59	49	4	1
6	Río Cachimayo	53	51	55	53	1	0
7	Riachuelo Pumamarca	56	54	59	57	1	0
8	Afluente Huacarpay	36	32	39	36	2	1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 31: Sulfatos en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 50

En el gráfico 31, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sulfatos en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en riachuelo Pumamarca con 56 ± 0 mg/L y el mínimo en el riachuelo Chocco, punto de afluencia con 21 ± 2 mg/L.

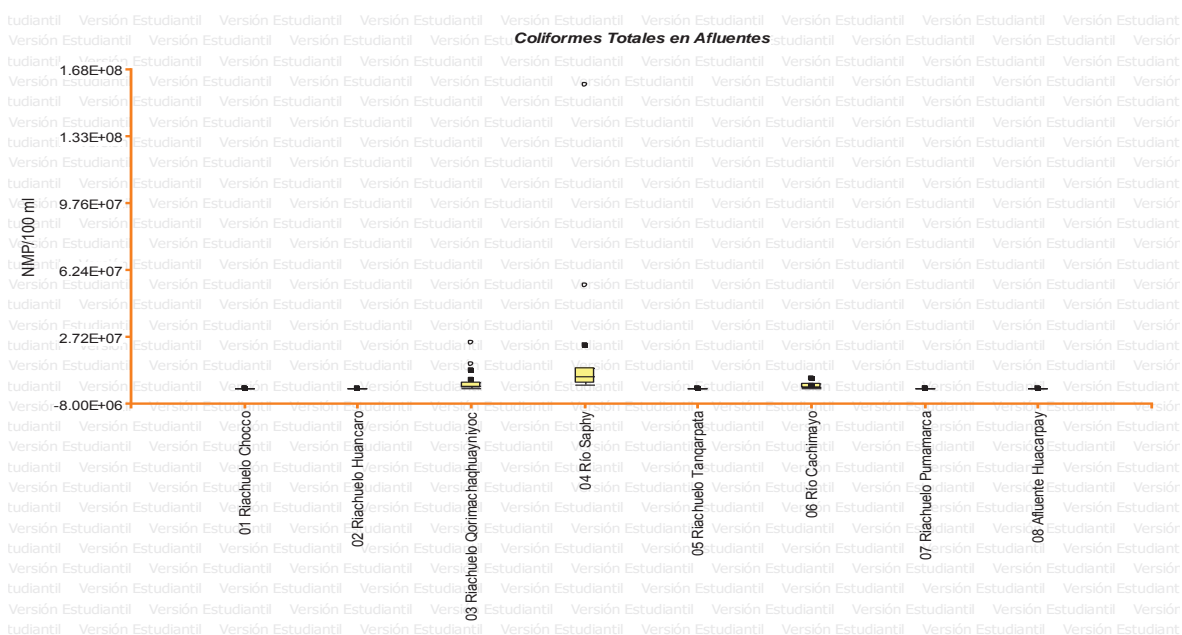
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Cuadro 51: Coliformes Totales en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Totales					
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	4.88E+04	2.30E+03	2.30E+05	4.15E+04	5.87E+04	1.70E+04
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	7.51E+04	2.00E+04	1.70E+05	5.35E+04	5.18E+04	1.49E+04
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	4.76E+06	3.30E+05	2.40E+07	1.12E+06	7.27E+06	2.10E+06
4	Río Saphy antes de su desembocadura	2.28E+07	2.10E+06	1.60E+08	6.25E+06	4.55E+07	1.31E+07
5	Riachuelo Tanqarpata	1.13E+05	1.70E+03	3.30E+05	9.30E+04	1.09E+05	3.14E+04
6	Río Cachimayo	1.70E+06	1.70E+05	5.40E+06	6.40E+05	1.90E+06	5.49E+05
7	Riachuelo Pumamarca	1.07E+04	4.30E+02	3.30E+04	7.80E+03	9.80E+03	2.83E+03
8	Afluente Huacarpay	3.66E+03	4.00E+01	7.90E+03	3.35E+03	2.62E+03	7.56E+02

Fuente: Registro de campo

Gráfico 32: Coliformes Totales en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 51

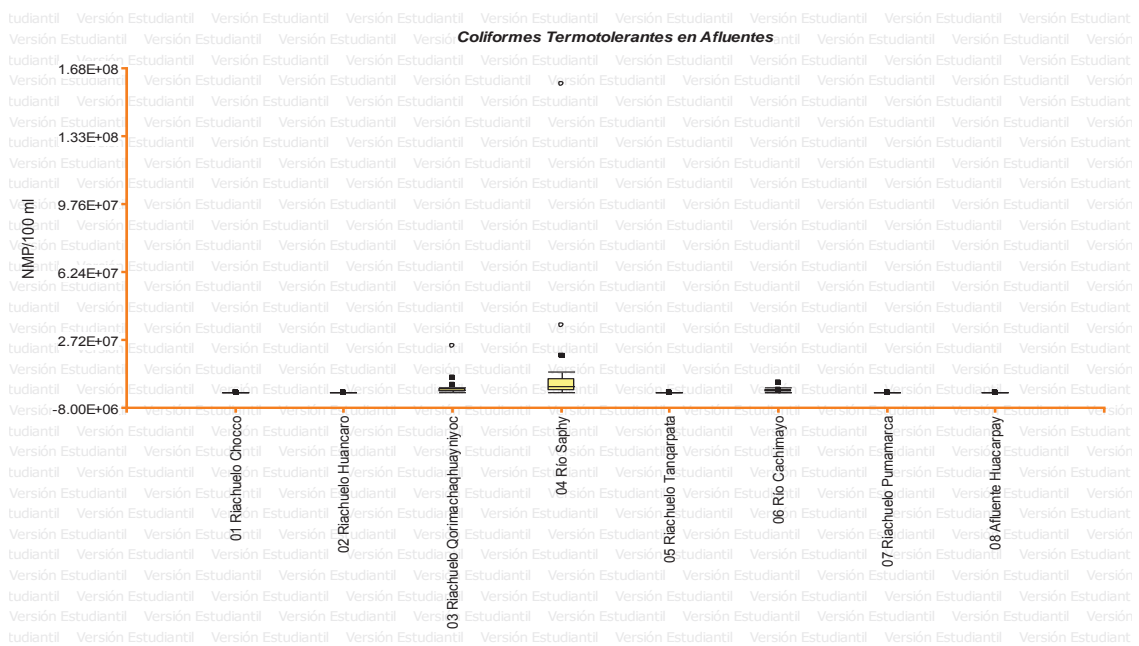
En el gráfico 32, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes totales en los puntos de muestreo de Afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Saphy antes de su desembocadura con $2.28E+07 \pm 1.31E+07$ NMP/100 ml y el mínimo en el afluente Huacarpay, punto de afluencia con $3.66E+03 \pm 7.56E+02$ NMP/100 ml. Presentando Saphy valores altos atípicos.

Cuadro 52: Coliformes Termotolerantes en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Termotolerantes					
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	4.59E+04	2.30E+03	2.30E+05	3.30E+04	5.99E+04	1.73E+04
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	6.45E+04	2.00E+04	1.70E+05	4.45E+04	4.59E+04	1.32E+04
3	Riachuelo Qorimachayuyoc	3.65E+06	3.30E+05	2.40E+07	1.12E+06	6.74E+06	1.95E+06
4	Río Saphy antes de su desembocadura	1.93E+07	2.40E+05	1.60E+08	3.50E+06	4.53E+07	1.31E+07
5	Riachuelo Tanqarpata	2.89E+04	1.70E+03	6.80E+04	2.35E+04	2.31E+04	6.66E+03
6	Río Cachimayo	1.36E+06	1.70E+05	5.40E+06	4.75E+05	1.52E+06	4.39E+05
7	Riachuelo Pumamarca	8.90E+03	4.30E+02	4.50E+04	3.90E+03	1.31E+04	3.77E+03
8	Afluente Huacarpay	2.35E+03	4.00E+01	5.40E+03	2.35E+03	1.89E+03	5.47E+02

Fuente: Registro de campo

Gráfico 33: Coliformes Termotolerantes en Afluentes: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 52

En el gráfico 33, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes totales en los puntos de muestreo de afluentes, donde el máximo valor se encuentra en el río Saphy antes de su desembocadura con $1.93E+07 \pm 1.31E+07$ NMP/100 ml y el mínimo en el afluente Huacarpay, punto de afluencia con $2.35E+03 \pm 5.47E+02$ NMP/100 ml. Presentando Saphy valores altos atípicos.

En cuanto a los parámetros bacteriológico, para ambos casos el afluente con menor valor es Huacarpay lo que demuestra que es uno de los más limpios y el de mayor Saphy desembocadura debido a la cantidad de materia orgánica que posee, cabe mencionar que Escalante R. (1997) señala que el río Cachimayo es el afluente con mayor contaminación, sin embargo, actualmente es el segundo afluente con mayor contaminación bacteriana a pesar de la intervención para su encausamiento.

5.2.3 VERTIMIENTOS

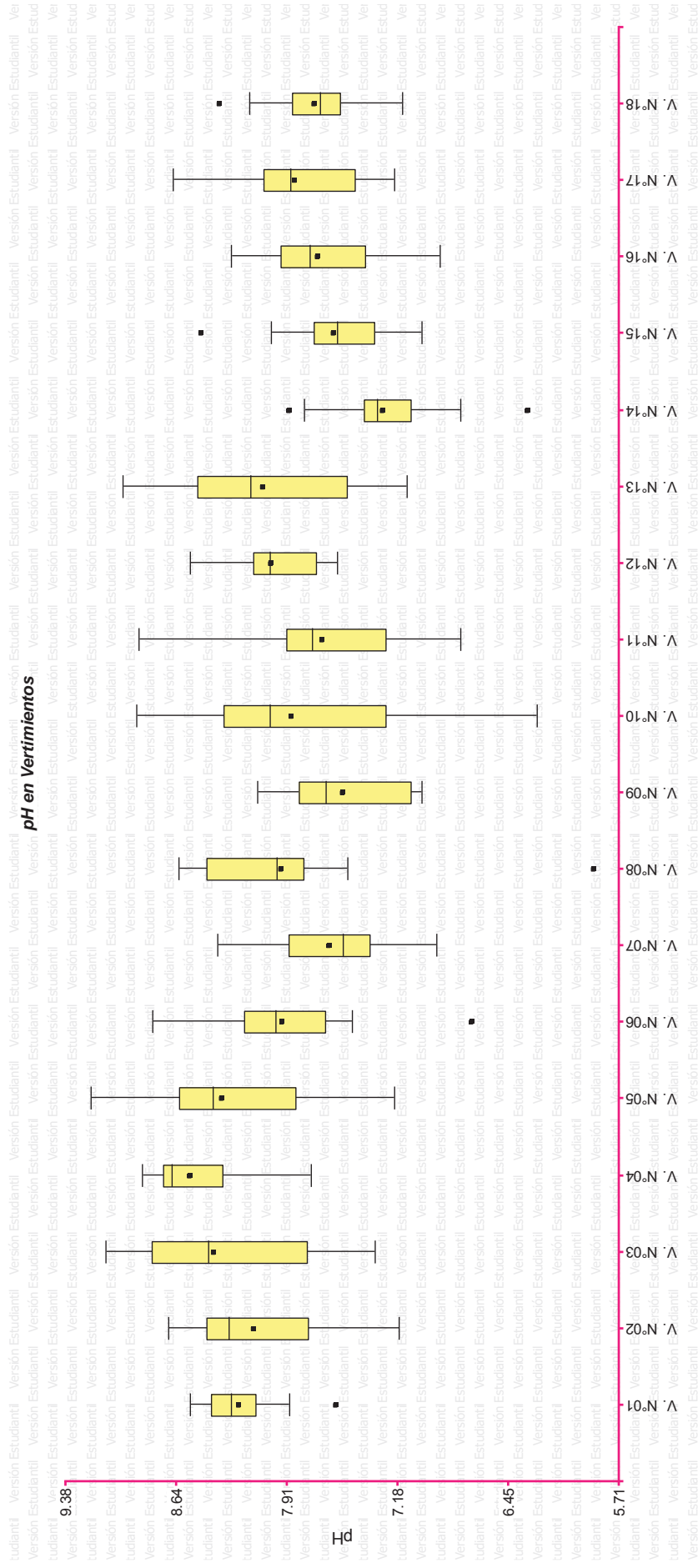
PARÁMETROS FÍSICOS

Cuadro 53: pH en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	pH					
		Promedio	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	8.23	7.59	8.55	8.29	0.26	0.08
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	8.13	7.17	8.70	8.30	0.45	0.13
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	8.40	7.33	9.11	8.44	0.59	0.17
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	8.55	7.75	8.87	8.68	0.31	0.09
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispquilla	8.34	7.20	9.21	8.40	0.62	0.18
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	7.95	6.69	8.80	7.99	0.55	0.16
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	7.63	6.92	8.37	7.54	0.46	0.13
8	Vertimiento N°08 altura Penal	7.95	5.88	8.63	7.98	0.75	0.22
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	7.54	7.02	8.11	7.66	0.42	0.12
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	7.88	6.26	8.91	8.03	0.77	0.22
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	7.67	6.76	8.89	7.75	0.56	0.16
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	8.02	7.58	8.55	8.03	0.30	0.09
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	8.07	7.12	9.00	8.15	0.56	0.16
14	Vertimiento N°14 Saylla	7.28	6.32	7.90	7.32	0.43	0.13
15	Vertimiento N°15 Huasao	7.60	7.02	8.48	7.58	0.40	0.11
16	Vertimiento N°16 Tipón	7.71	6.90	8.28	7.76	0.40	0.11
17	Vertimiento N°17 Oropesa	7.86	7.20	8.67	7.88	0.39	0.11
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	7.73	7.15	8.36	7.69	0.34	0.10

Fuente: Registro de campo

Gráfico 34: pH en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 53

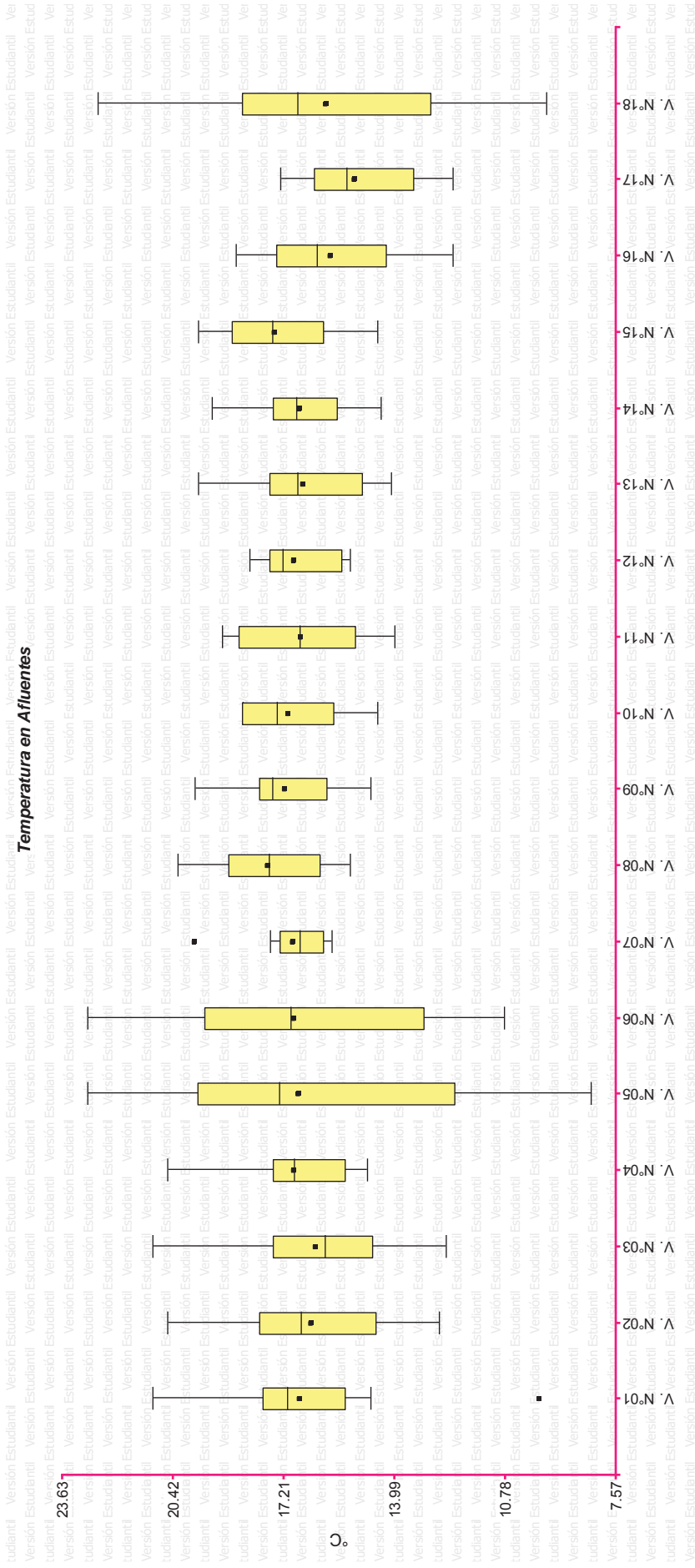
En el gráfico 34, se observa la distribución de los datos obtenidos para pH en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N°4 con 8.55 ± 0.09 y el mínimo en el N°14 con 7.28 ± 0.13 . Como se observa en el gráfico los vertimientos con pH más bajo se encuentran en la zona media y baja.

Cuadro 54: Temperatura en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Temperatura						
		Promedio (°C)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	16.73	9.80	21.00	17.10	2.86	0.82	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	16.40	12.70	20.60	16.70	2.43	0.70	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	16.27	12.50	21.00	16.00	2.21	0.64	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	16.92	14.80	20.60	16.90	1.71	0.49	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispquilla	16.77	8.30	22.90	17.35	4.64	1.34	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	16.89	10.80	22.90	17.00	3.52	1.02	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	16.93	15.80	19.80	16.75	1.11	0.32	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	17.68	15.30	20.30	17.65	1.66	0.48	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	17.18	14.70	19.80	17.55	1.53	0.44	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	17.07	14.50	18.40	17.40	1.38	0.40	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	16.73	14.00	19.00	16.75	1.76	0.51	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	16.91	15.30	18.20	17.25	1.08	0.31	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	16.65	14.10	19.70	16.80	1.77	0.51	
14	Vertimiento N°14 Saylla	16.73	14.40	19.30	16.85	1.51	0.44	
15	Vertimiento N°15 Huasao	17.46	14.50	19.70	17.55	1.69	0.49	
16	Vertimiento N°16 Tipón	15.83	12.30	18.60	16.25	1.98	0.57	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	15.15	12.30	17.30	15.40	1.69	0.49	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	15.99	9.60	22.60	16.80	3.95	1.14	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 35: Temperatura en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 54

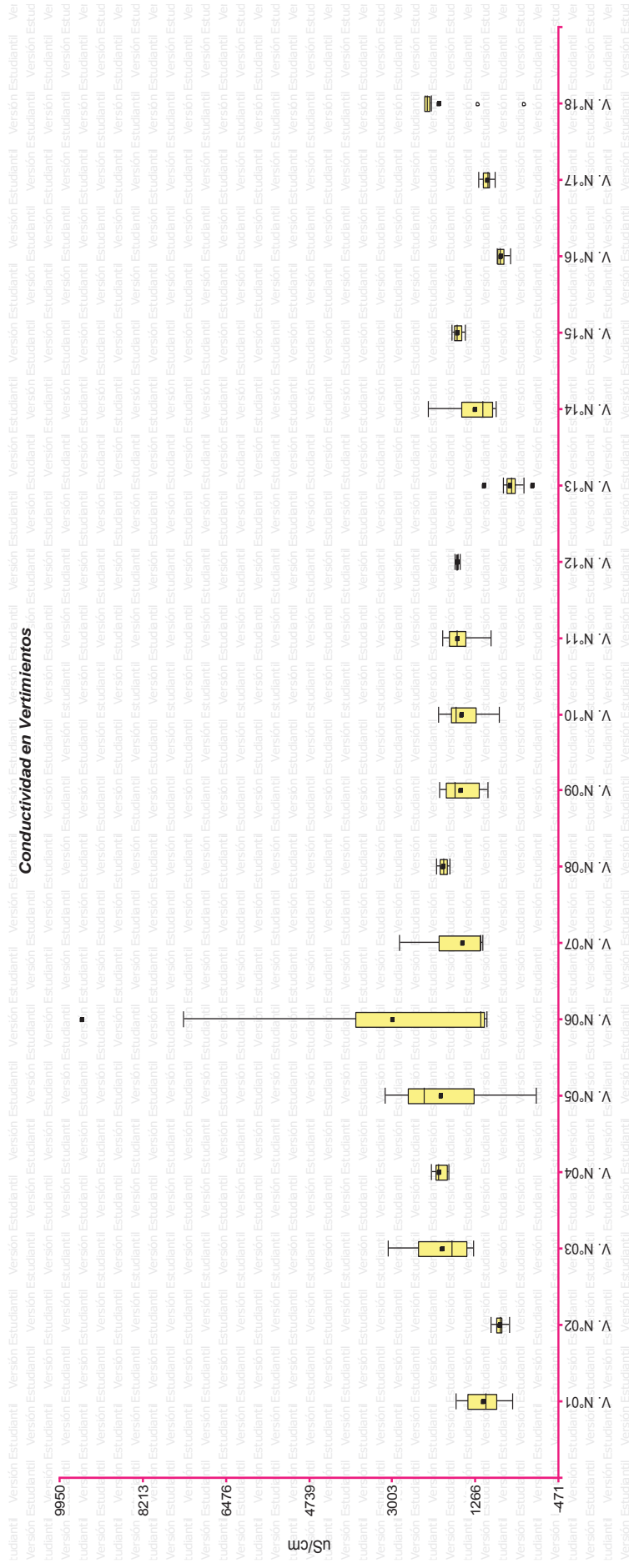
En el gráfico 35, se observa la distribución de los datos obtenidos para Temperatura en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 08 con 17.68 ± 0.48 °C y el mínimo en el vertimiento N° 17 con 15.15 ± 0.49 °C. Los afluentes mantienen una temperatura relativamente constante a lo largo del año.

Cuadro 55: Conductividad en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Conductividad					
		Promedio (uS/cm)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	1093	495	1671	1046	376	108
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	759	551	949	750	124	36
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	1966	1322	3100	1755	615	178
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	2011	1822	2200	2034	137	39
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	1978	3	3160	2337	1007	291
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	2993	1029	9476	1162	2902	838
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	1524	1121	2870	1160	581	168
8	Vertimiento N°08 altura Penal	1939	1800	2083	1934	95	27
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	1580	1020	2015	1692	359	104
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	1539	777	2040	1670	352	102
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	1636	957	1956	1666	278	80
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1639	1581	1691	1637	37	11
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	529	69	1066	524	239	69
14	Vertimiento N°14 Saylla	1272	839	2260	1116	458	132
15	Vertimiento N°15 Huasao	1627	1483	1769	1657	103	30
16	Vertimiento N°16 Tipón	725	541	821	760	89	26
17	Vertimiento N°17 Oropesa	1020	871	1201	1003	98	28
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	2015	235	2320	2270	641	185

Fuente: Registro de campo

Gráfico 36: Conductividad en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 55

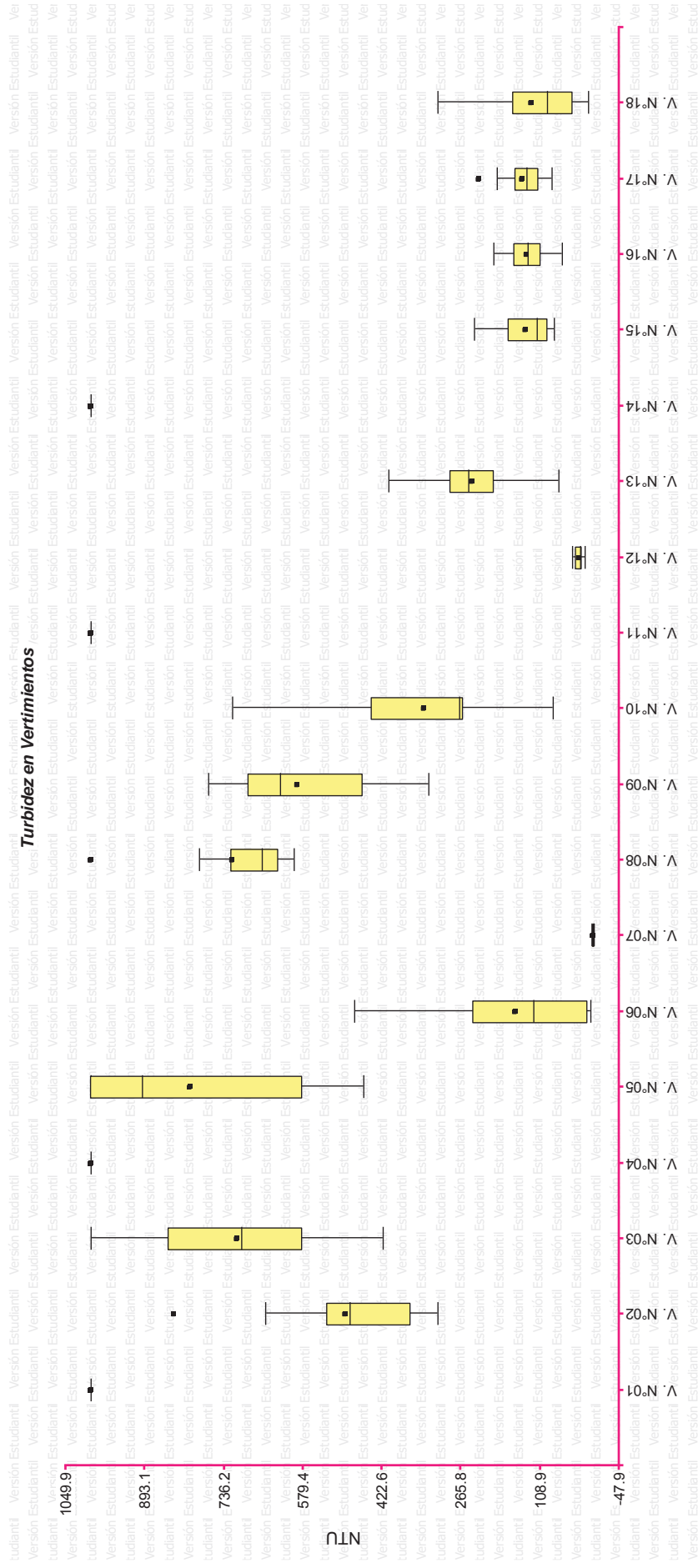
En el gráfico 36, se observa la distribución de los datos obtenidos para Conductividad en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 06 con 22993 ± 838 uS/cm debido a la cantidad de sales que tiene y el mínimo en el vertimiento N° 13 con 529 ± 69 uS/cm. De todos los vertimientos es N° 06 es el que tiene una distribución más variada de valores de conductividad.

Cuadro 56: Turbidez en Vertimientos Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Turbidez						
		Promedio (NTU)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	0.0	0.0	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	495.5	313.0	834.0	485.6	145.7	42.1	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	711.1	421.0	1000.0	702.0	176.2	50.9	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	0.0	0.0	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	803.3	458.0	1000.0	898.0	221.0	63.8	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	157.3	7.6	478.0	123.0	155.8	45.0	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	4.1	2.0	6.0	4.3	1.3	0.4	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	719.4	598.0	1000.0	661.4	140.6	40.6	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	590.4	331.0	766.0	624.5	134.6	38.9	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	338.1	84.0	720.0	268.6	169.8	49.0	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	0.0	0.0	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	31.3	21.0	44.5	28.9	8.1	2.3	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	244.8	72.0	410.3	250.8	89.9	25.9	
14	Vertimiento N°14 Saylla	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	0.0	0.0	
15	Vertimiento N°15 Huasao	137.7	80.0	239.0	115.5	52.1	15.0	
16	Vertimiento N°16 Tipón	136.1	66.0	201.0	133.6	35.6	10.3	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	144.9	85.0	231.0	135.0	41.3	11.9	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	125.5	14.0	312.0	95.0	89.1	25.7	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 37: Turbidez en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 56

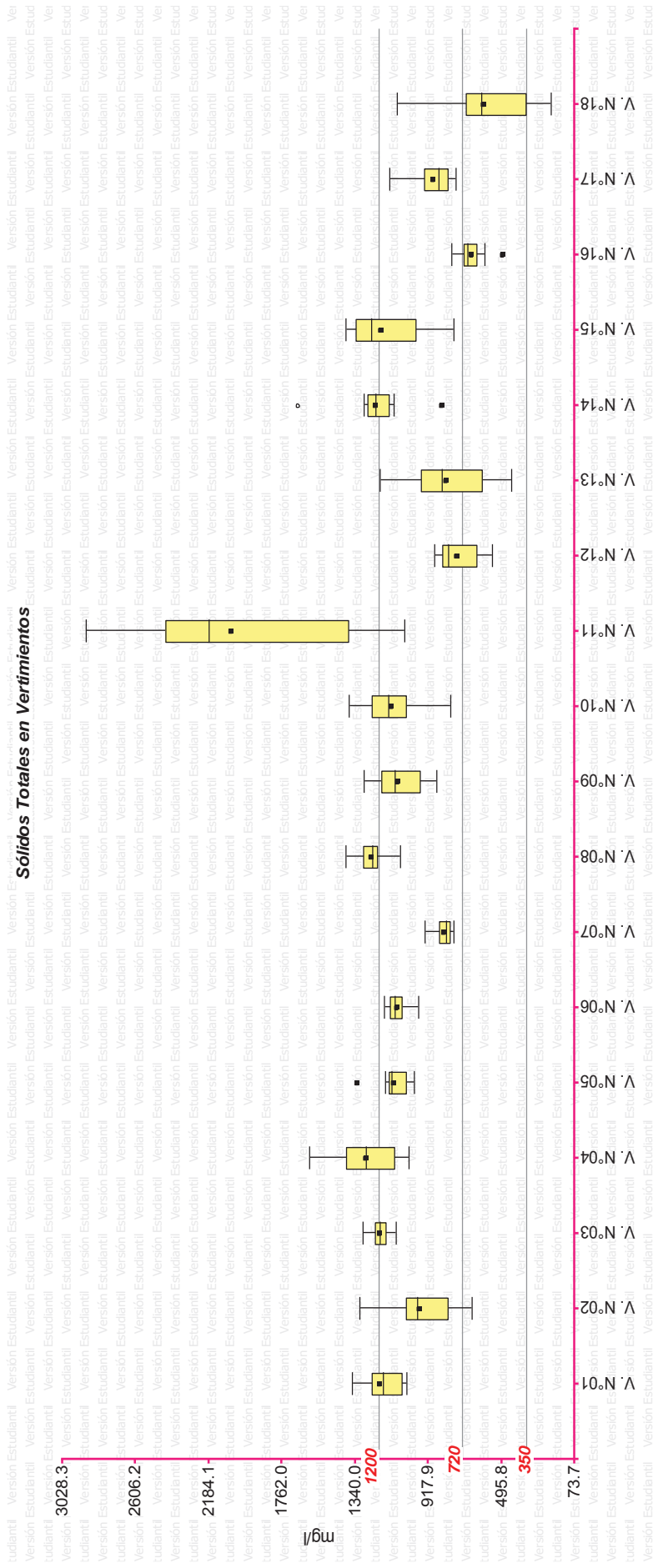
En el gráfico 37, se observa la distribución de los datos obtenidos para Turbidez en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en los vertimientos N° 01, 04, 11 y 14 con 1000.0 NTU siendo los vertimientos con mayor cantidad de materia y el mínimo en el vertimiento N° 07 con 4.1 ± 0.4 NTU.

Cuadro 57: Sólidos Totales en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Totales								Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil		
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	1193.7	1042.5	1354.0	1179.0	109.2	31.5	1200	720	350		
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	965.8	664.0	1312.0	981.0	170.2	49.1	1200	720	350		
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	1197.3	1106.0	1292.0	1194.5	53.7	15.5	1200	720	350		
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	1277.7	1027.0	1602.0	1279.5	184.9	53.4	1200	720	350		
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	1119.2	1002.0	1328.0	1126.5	86.4	25.0	1200	720	350		
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	1100.6	972.0	1172.0	1108.5	55.0	15.9	1200	720	350		
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	826.0	770.0	936.0	811.0	51.8	14.9	1200	720	350		
8	Vertimiento N°08 altura Penal	1244.8	1081.5	1392.0	1240.5	75.7	21.8	1200	720	350		
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	1090.7	872.0	1291.0	1111.5	133.9	38.6	1200	720	350		
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	1129.3	788.0	1375.5	1150.0	165.9	47.9	1200	720	350		
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	2056.4	1054.0	2894.0	2180.5	575.9	166.3	1200	720	350		
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	750.7	549.0	879.0	802.0	118.0	34.1	1200	720	350		
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	816.6	438.0	1198.0	839.0	246.4	71.1	1200	720	350		
14	Vertimiento N°14 Saylla	1219.5	838.0	1664.0	1223.0	185.7	53.6	1200	720	350		
15	Vertimiento N°15 Huasao	1189.8	773.0	1393.5	1243.5	195.7	56.5	1200	720	350		
16	Vertimiento N°16 Tipón	667.8	488.0	786.0	692.5	75.3	21.7	1200	720	350		
17	Vertimiento N°17 Oropesa	888.9	756.0	1138.0	859.3	111.5	32.2	1200	720	350		
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	595.7	208.0	1095.0	609.0	285.0	82.3	1200	720	350		

Fuente: Registro de campo

Gráfico 38: Sólidos Totales en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 57

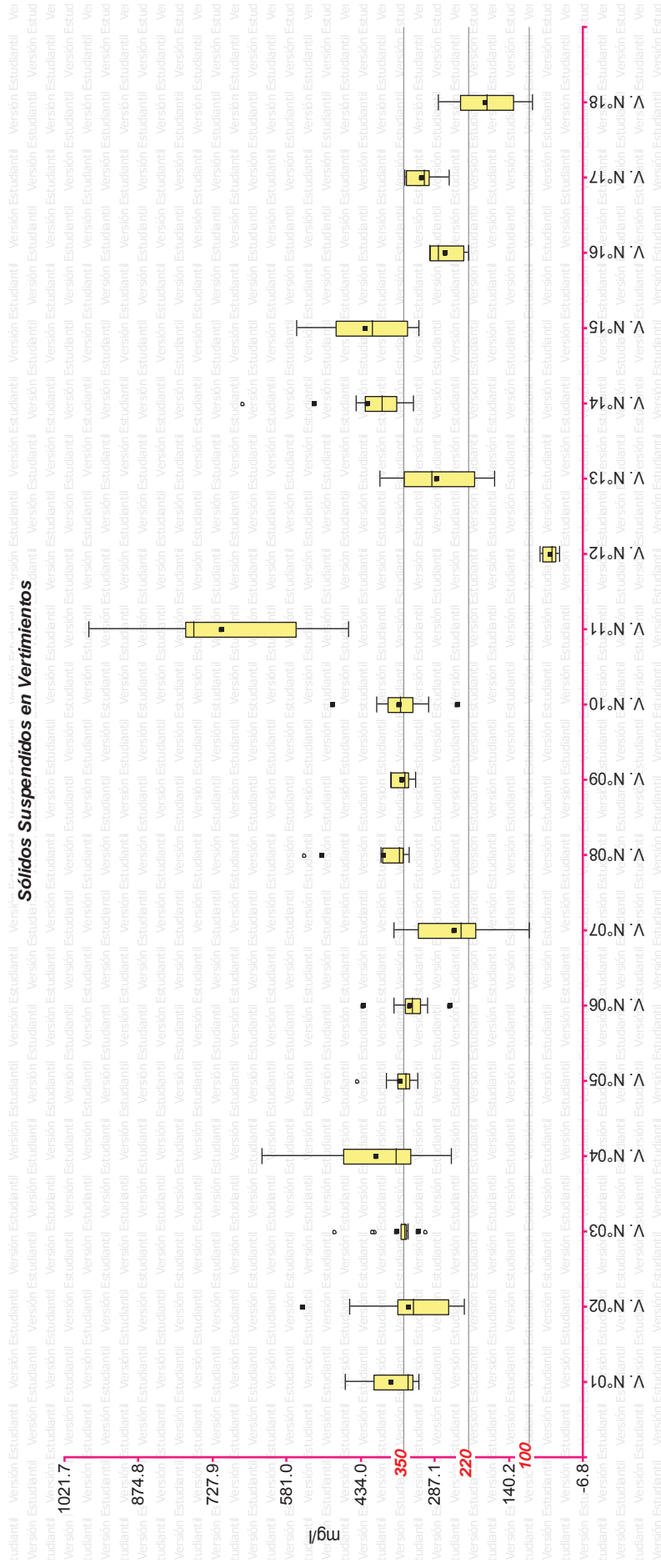
En el gráfico 38, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos totales y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 con $2056.4 \pm 166.3 \text{ mg/L}$ y el mínimo en el vertimiento N° 18 con $595.7 \pm 82.3 \text{ mg/L}$. Según las concentraciones, la mayoría de vertimientos se encuentra con concentraciones fuertes mientras que solo dos presentan concentraciones medias, lo que nos indica que en sus aportes son altos contaminantes.

Cuadro 58: Sólidos Suspendedos en Vertimientos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Suspendedos								Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil		
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	372.4	320.0	465.0	341.8	54.0	15.6	350	220	100		
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	339.0	230.0	550.0	330.3	91.4	26.4	350	220	100		
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	362.6	305.0	485.0	347.3	48.7	14.0	350	220	100		
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	403.0	255.0	630.0	365.1	102.9	29.7	350	220	100		
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	356.3	322.5	440.0	345.7	32.5	9.4	350	220	100		
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	336.3	257.5	429.4	332.5	41.3	11.9	350	220	100		
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	248.9	100.0	370.0	235.0	83.8	24.2	350	220	100		
8	Vertimiento N°08 altura Penal	388.7	340.0	545.0	358.6	67.5	19.5	350	220	100		
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	351.9	325.0	376.5	347.0	18.3	5.3	350	220	100		
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	358.2	242.5	490.0	355.9	59.9	17.3	350	220	100		
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	710.6	460.0	975.0	766.4	147.2	42.5	350	220	100		
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	58.7	40.0	80.0	54.9	14.8	4.3	-	-	-		
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	284.0	170.0	396.3	294.1	82.4	23.8	350	220	100		
14	Vertimiento N°14 Saylla	419.7	330.0	667.5	393.1	93.9	27.1	350	220	100		
15	Vertimiento N°15 Huasao	425.4	320.0	562.5	412.5	82.7	23.9	350	220	100		
16	Vertimiento N°16 Tipón	266.6	220.0	298.7	280.0	32.1	9.3	350	220	100		
17	Vertimiento N°17 Oropesa	312.8	260.0	347.5	308.1	30.8	8.9	350	220	100		
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	186.5	95.0	280.0	185.0	66.0	19.1	350	220	100		

Fuente: Registro de campo

Gráfico 39: Sólidos Suspendedos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 58

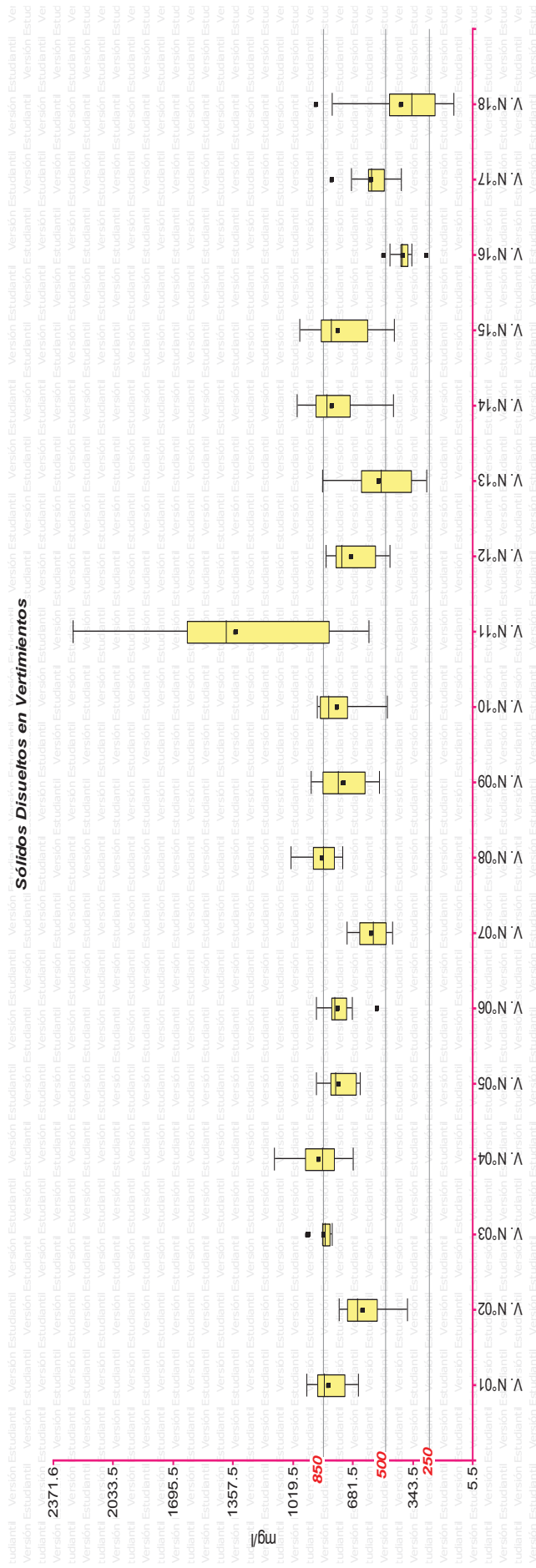
En el gráfico 39, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Suspendedos y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 con 710.6 ± 17.3 mg/L y el mínimo en el vertimiento N° 12 la Salida de la PTAR con 58.7 ± 4.3 mg/L. En este caso de igual manera la mayoría de vertimientos presentan concentraciones fuertes de sólidos suspendidos, mientras que sólo uno presenta concentración media.

Cuadro 59: Sólidos Disueltos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Disueltos							Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	821.3	653.8	944.4	844.0	85.6	24.7	850	500	250	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	626.8	378.0	762.0	659.3	130.5	37.7	850	500	250	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	847.2	801.0	938.0	838.8	45.4	13.1	850	500	250	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	874.7	683.3	1127.0	855.5	119.4	34.5	850	500	250	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	762.9	640.6	888.0	780.4	79.0	22.8	850	500	250	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	764.3	542.6	888.5	788.0	87.4	25.2	850	500	250	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	577.1	462.0	718.0	569.0	84.9	24.5	850	500	250	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	856.1	739.0	1032.4	851.3	80.9	23.3	850	500	250	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	738.8	532.0	918.5	766.0	130.9	37.8	850	500	250	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	771.1	488.0	885.5	822.3	134.0	38.7	850	500	250	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	1345.7	594.0	2264.0	1398.7	502.0	144.9	850	500	250	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	692.1	475.4	835.2	746.1	125.7	36.3	850	500	250	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	532.7	268.0	853.0	524.9	182.7	52.7	850	500	250	
14	Vertimiento N°14 Saylla	799.8	453.0	996.5	829.5	143.3	41.4	850	500	250	
15	Vertimiento N°15 Huasao	764.4	448.3	982.0	803.9	159.1	45.9	850	500	250	
16	Vertimiento N°16 Tipón	401.2	268.0	511.0	403.3	59.9	17.3	850	500	250	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	576.0	411.0	803.0	578.5	104.3	30.1	850	500	250	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	409.2	113.0	890.0	351.5	239.7	69.2	850	500	250	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 40: Sólidos Disueltos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 59

En el gráfico 40, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sólidos Disueltos y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 con 1345.7 ± 144.9 mg/L y el mínimo en el vertimiento N° 16 con 401.2 ± 17.3 mg/L. La mayoría de vertimientos presenta concentraciones fuertes mientras que sólo dos concentraciones medias.

Según los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR para pH (8.5), temperatura (35) y sólidos suspendidos (150), el vertimiento N° 12 Salida de la PTAR- San Jerónimo sí cumple con los rangos establecidos.

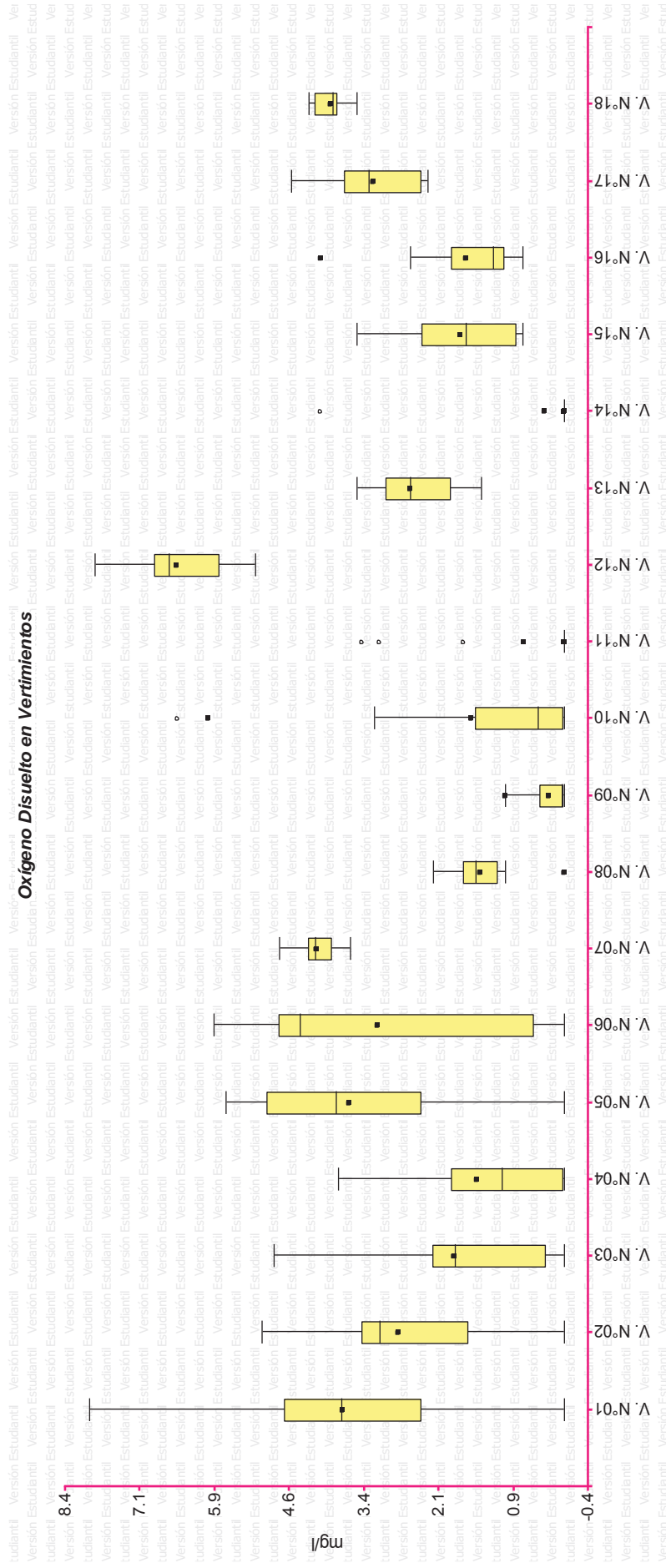
PARÁMETROS QUÍMICOS

Cuadro 60: Oxígeno Disuelto en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Oxígeno Disuelto					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	3.7	0.0	8.0	3.8	2.0	0.6
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	2.8	0.0	5.1	3.1	1.6	0.5
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	1.9	0.0	4.9	1.9	1.5	0.4
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	1.5	0.0	3.8	1.1	1.5	0.4
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	3.6	0.0	5.7	3.9	1.9	0.5
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	3.1	0.0	5.9	4.5	2.4	0.7
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	4.2	3.6	4.8	4.2	0.4	0.1
8	Vertimiento N°08 altura Penal	1.4	0.0	2.2	1.5	0.6	0.2
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	0.3	0.0	1.0	0.1	0.4	0.1
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	1.6	0.0	6.5	0.5	2.4	0.7
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	0.7	0.0	3.4	0.0	1.3	0.4
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	6.5	5.2	7.9	6.7	0.7	0.2
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	2.6	1.4	3.5	2.6	0.6	0.2
14	Vertimiento N°14 Saylla	0.3	0.0	4.1	0.0	1.2	0.3
15	Vertimiento N°15 Huasao	1.7	0.7	3.5	1.6	0.9	0.3
16	Vertimiento N°16 Tipón	1.7	0.7	4.1	1.2	1.0	0.3
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.2	2.3	4.6	3.3	0.8	0.2
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	3.9	3.5	4.3	3.9	0.3	0.1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 41: Oxígeno Disuelto en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 60

En el gráfico 41, se observa la distribución de los datos obtenidos para Oxígeno Disuelto y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 12 Salida de la PTAR con 6.5 ± 0.2 mg/L lo que

indica que las aguas que son vertidas por la PTAR son altamente oxigenadas y significan un aporte positivo al río y el mínimo en el vertimiento N° 14 con 0.3 ± 0.3 mg/L.

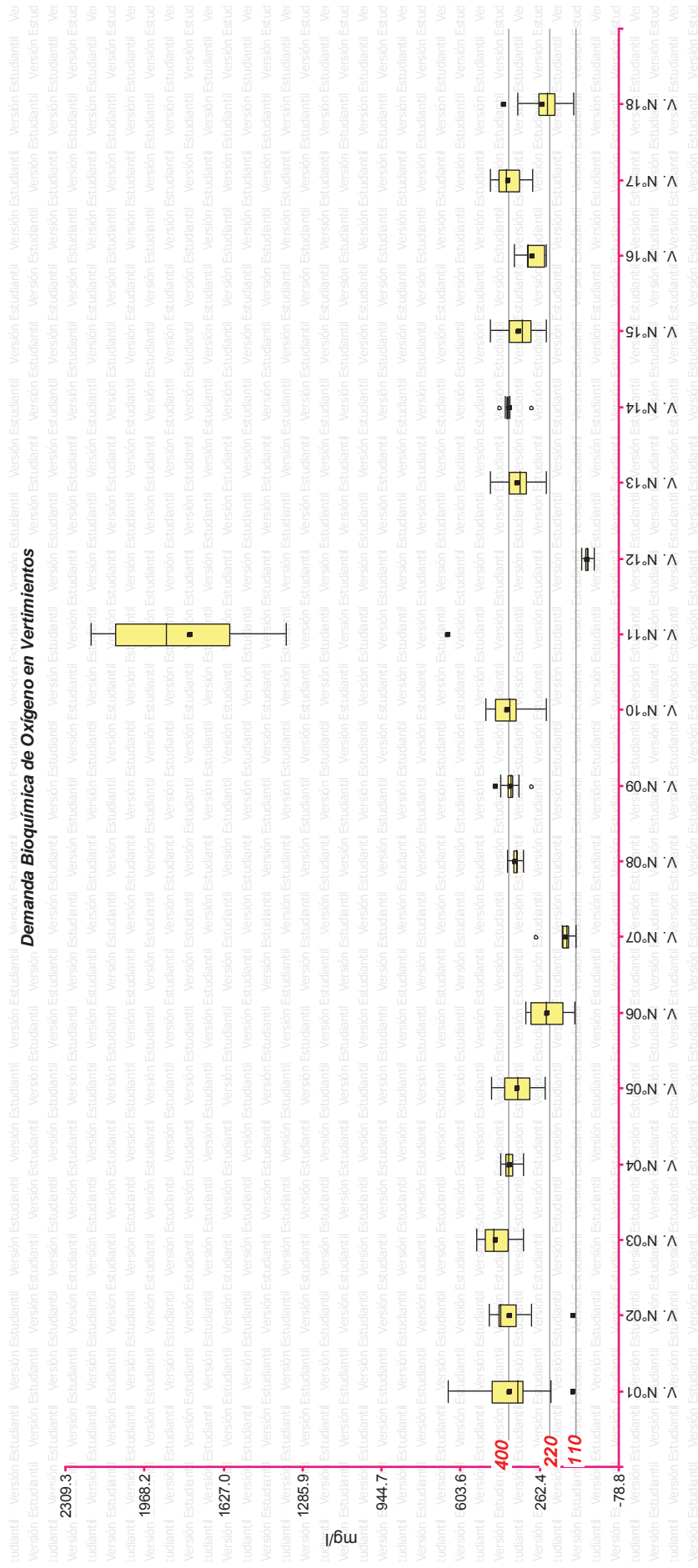
Cuadro 61: Demanda Bioquímica de Oxígeno en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno							(*) Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	392.0	118.8	657.5	359.1	145.8	42.1	400	220	110	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	393.5	118.7	482.6	431.9	100.9	29.1	400	220	110	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	451.3	337.2	535.8	464.9	56.9	16.4	400	220	110	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	394.3	335.8	434.1	396.6	25.6	7.4	400	220	110	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	359.2	239.3	474.6	357.9	70.1	20.2	400	220	110	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	232.5	114.4	324.1	238.4	77.5	22.4	400	220	110	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	154.9	110.8	273.7	147.6	41.0	11.8	400	220	110	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	368.3	336.3	405.8	365.6	23.2	6.7	400	220	110	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	387.7	295.1	453.5	391.4	39.9	11.5	400	220	110	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	401.5	234.1	495.2	395.2	73.6	21.2	400	220	110	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	1771.2	657.9	2200.8	1874.3	428.4	123.7	400	220	110	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	60.2	29.8	81.4	60.0	14.4	4.1	400	220	110	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	358.4	237.2	476.7	351.4	71.3	20.6	400	220	110	
14	Vertimiento N°14 Saylla	393.2	293.5	435.0	394.0	34.0	9.8	400	220	110	
15	Vertimiento N°15 Huasao	354.2	235.6	476.1	342.1	71.5	20.6	400	220	110	
16	Vertimiento N°16 Tipón	295.3	235.2	374.6	314.9	51.8	15.0	400	220	110	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	401.0	296.4	476.9	408.1	54.1	15.6	400	220	110	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	249.1	119.6	419.7	230.1	82.4	23.8	400	220	110	

(*) Fuente: Metcalf & Eddy, 2003

Fuente: Registro de campo

Gráfico 42: Demanda Bioquímica de Oxígeno en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 61

En el gráfico 42, se observa la distribución de los datos obtenidos para Demanda Bioquímica de Oxígeno y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 Camal de K'ayra con $1771.2 \pm 123.7 \text{ mg/L}$ lo que indica que las aguas que son vertidas por el Camal presentan altos niveles de materia orgánica que perjudica al

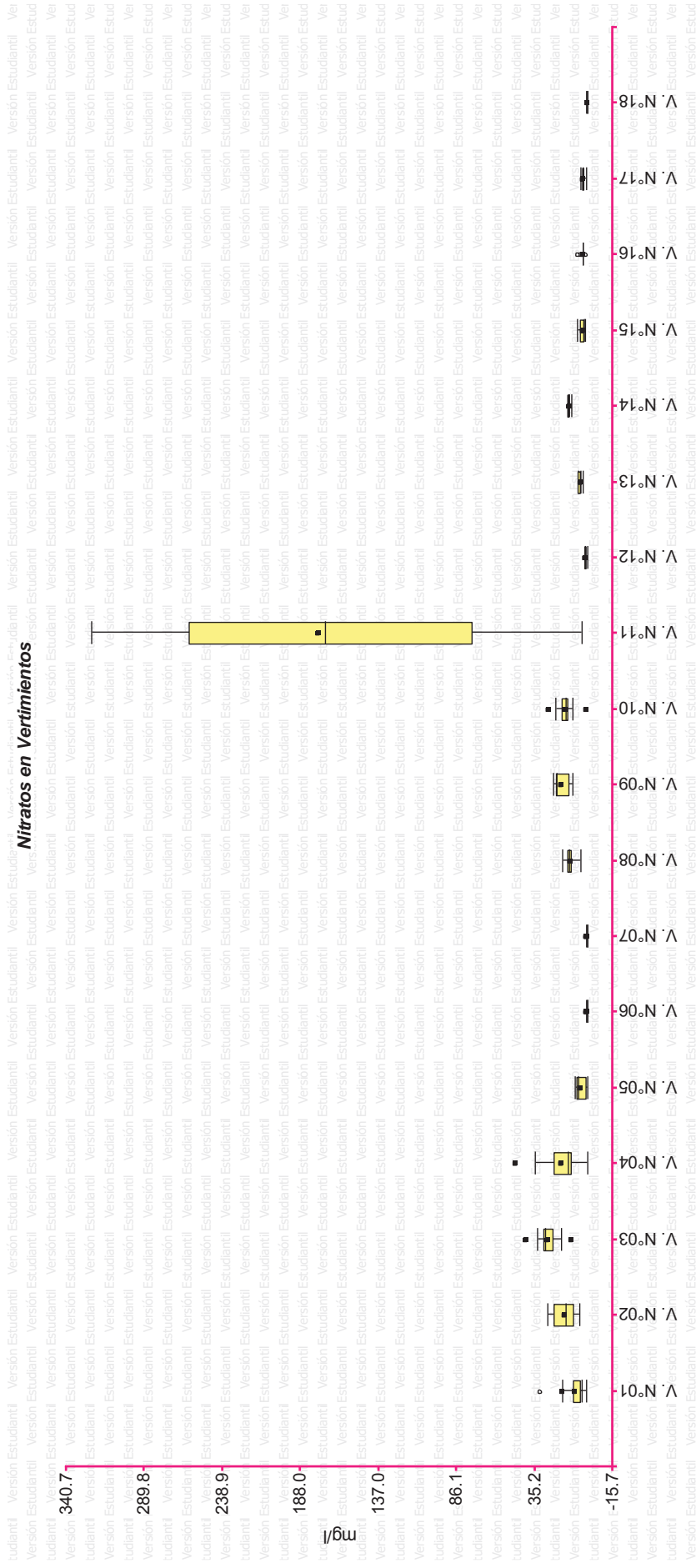
río y el mínimo en el Vertimiento N° 12 Salida de la PTAR con 60.2 ± 4.1 mg/L siendo este el que menos aporte de DBO da al río. Por otro lado, nuevamente la mayoría de vertimientos presentan concentraciones fuertes.

Cuadro 62: Nitratos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Nitratos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayocq	8.9	1.6	30.9	4.5	8.6	2.5
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	15.7	5.7	26.4	15.2	7.1	2.1
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	26.8	10.8	40.9	28.0	7.7	2.2
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	17.5	0.9	47.4	13.2	13.1	3.8
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	5.0	0.5	8.7	6.7	3.1	0.9
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	1.0	0.8	1.4	1.0	0.2	0.0
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	1.0	0.7	1.6	0.9	0.3	0.1
8	Vertimiento N°08 altura Penal	12.1	5.2	17.1	12.8	3.1	0.9
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	17.7	10.3	22.8	20.4	4.5	1.3
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	15.1	1.1	25.9	14.9	6.1	1.8
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	176.5	4.1	324.5	171.7	108.9	31.4
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1.8	0.9	2.5	1.9	0.5	0.2
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	5.4	3.9	6.9	5.3	1.1	0.3
14	Vertimiento N°14 Saylla	12.6	11.1	13.5	12.8	0.8	0.2
15	Vertimiento N°15 Huasao	3.8	2.0	7.3	2.7	1.8	0.5
16	Vertimiento N°16 Tipón	4.0	1.4	6.6	3.9	1.2	0.3
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.3	1.1	5.0	3.5	1.2	0.3
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.9	0.6	1.1	1.0	0.1	0.0

Fuente: Registro de campo

Gráfico 43: Nitratos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 62

En el gráfico 43, se observa la distribución de los datos obtenidos para Nitratos y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 Camal de K'aya con 176.5 ± 31.4 mg/L lo que indica que

las aguas que son vertidas por el Camal presentan altos niveles de materia orgánica y el mínimo en el vertimiento N° 18 altura Huacarpay con 0.9 ± 0.0 mg/L.

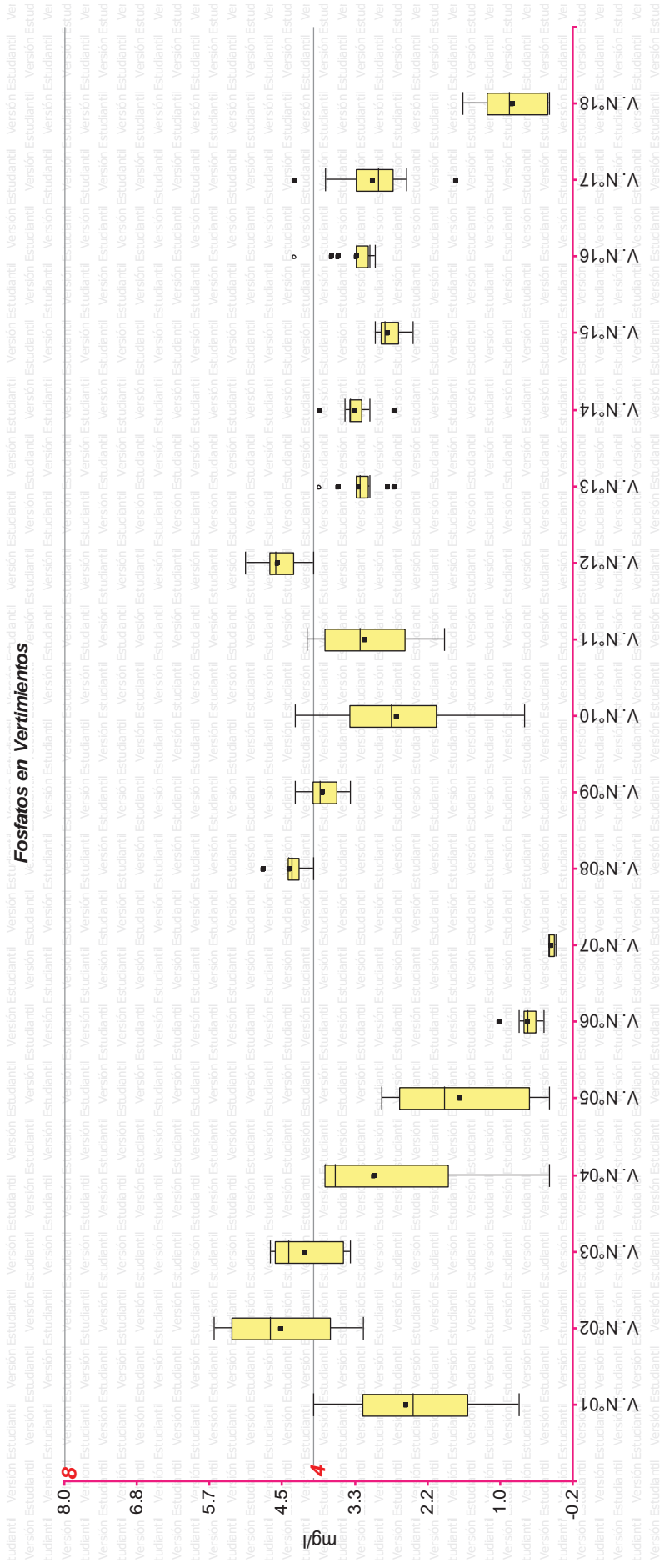
Cuadro 63: Fosfatos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Fosfatos							(*) Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	2.5	0.7	4.0	2.4	1.1	0.3	15	8	4	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	4.5	3.2	5.6	4.7	0.8	0.2	15	8	4	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	4.1	3.4	4.7	4.4	0.5	0.2	15	8	4	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	3.0	0.2	3.8	3.6	1.2	0.3	15	8	4	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	1.6	0.2	2.9	1.9	1.0	0.3	15	8	4	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	0.6	0.3	1.0	0.6	0.2	0.1	15	8	4	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	15	8	4	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	4.4	4.0	4.8	4.3	0.3	0.1	15	8	4	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	3.9	3.4	4.3	3.9	0.3	0.1	15	8	4	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	2.7	0.6	4.3	2.8	1.0	0.3	15	8	4	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	3.2	1.9	4.1	3.3	0.7	0.2	15	8	4	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	4.6	4.0	5.1	4.6	0.3	0.1	15	8	4	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	3.3	2.7	3.9	3.3	0.4	0.1	15	8	4	
14	Vertimiento N°14 Saylla	3.3	2.7	3.9	3.4	0.3	0.1	15	8	4	
15	Vertimiento N°15 Huasao	2.8	2.4	3.0	2.9	0.2	0.0	15	8	4	
16	Vertimiento N°16 Tipón	3.3	3.0	4.3	3.1	0.4	0.1	15	8	4	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.0	1.7	4.3	3.0	0.7	0.2	15	8	4	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.8	0.2	1.6	0.8	0.5	0.1	15	8	4	

(*) Fuente: Metcalf & Eddy, 2003

Fuente: Registro de campo

Gráfico 44: Fosfatos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 63

En el gráfico 44, se observa la distribución de los datos obtenidos para Fosfatos y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 02 con 4.5 ± 0.2 mg/L y el mínimo en el vertimiento N° 07 altura Huacarpay con 0.2 ± 0.0 mg/L. En cuanto a las concentraciones la mayoría presenta débil y cuatro puntos media.

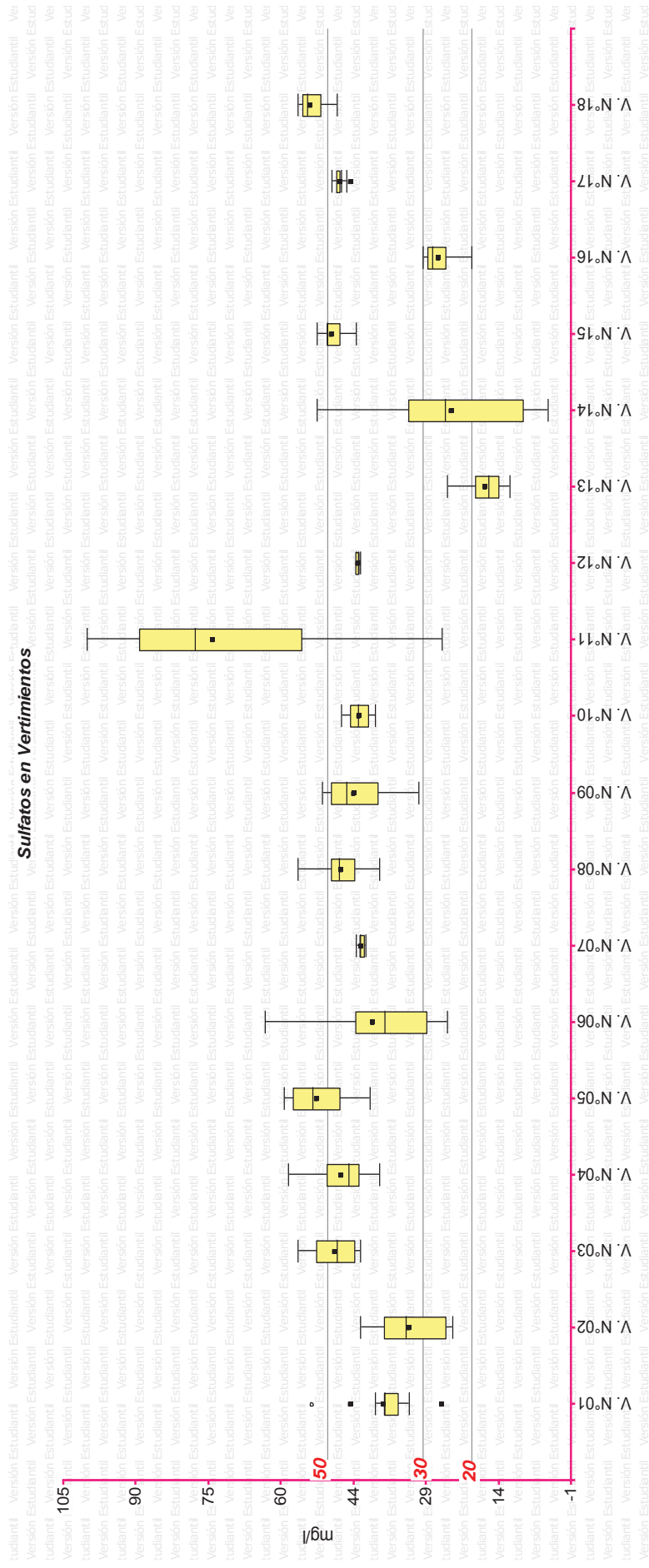
Cuadro 64: Sulfatos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sulfatos							(*) Concentración		
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayocq	38	26	53	38	6	2	50	30	20	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	33	24	43	34	7	2	50	30	20	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	48	43	56	48	4	1	50	30	20	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	47	39	58	46	6	2	50	30	20	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	52	41	59	53	6	2	50	30	20	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	40	25	63	38	12	4	50	30	20	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	43	42	44	43	1	0	50	30	20	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	47	39	56	48	4	1	50	30	20	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	44	31	51	46	6	2	50	30	20	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	43	40	47	44	2	1	50	30	20	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	74	26	100	78	23	7	50	30	20	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	43	43	44	44	1	0	50	30	20	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	17	12	25	17	4	1	50	30	20	
14	Vertimiento N°14 Saylla	24	4	52	26	15	4	50	30	20	
15	Vertimiento N°15 Huasao	49	44	52	50	2	1	50	30	20	
16	Vertimiento N°16 Tipón	27	20	30	28	3	1	50	30	20	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	47	45	49	47	1	0	50	30	20	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	53	48	56	54	2	1	50	30	20	

(*) Fuente: Metcalf & Eddy, 2003

Fuente: Registro de campo

Gráfico 45: Sólidos Disueltos en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 64

En el gráfico 45, se observa la distribución de los datos obtenidos para Sulfatos y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 11 camal de K'ayra con 74 ± 7 mg/L y el mínimo en el vertimiento N° 13 altura Angostura con 17 ± 1 mg/L. En cuanto a las concentraciones la mayoría presenta concentración fuerte dos vertimientos concentración media y un vertimiento débil.

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

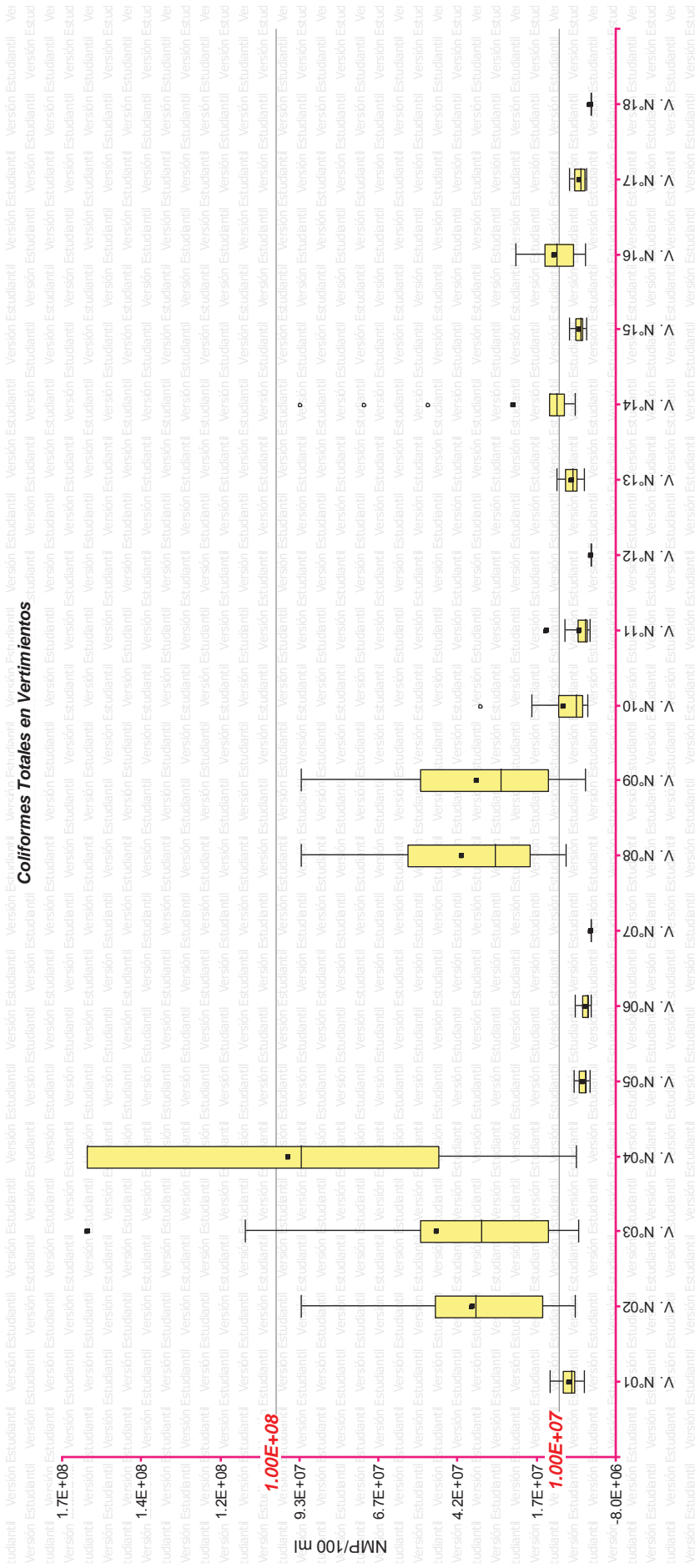
Cuadro 65: Coliformes Totales en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Totales								(*) Concentración		
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	Fuerte	Media	Débil		
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	7.03E+06	2.00E+06	1.30E+07	6.20E+06	3.79E+06	1.09E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	3.78E+07	4.90E+06	9.20E+07	3.65E+07	2.54E+07	7.32E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	4.91E+07	4.10E+06	1.60E+08	3.50E+07	4.56E+07	1.32E+07	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	9.61E+07	4.70E+06	1.60E+08	9.20E+07	5.70E+07	1.65E+07	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispiquilla	2.49E+06	2.00E+05	5.40E+06	1.90E+06	1.78E+06	5.14E+05	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	1.79E+06	1.30E+05	4.90E+06	1.11E+06	1.65E+06	4.76E+05	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	3.77E+04	2.00E+02	3.60E+03	2.00E+02	9.68E+02	2.79E+02	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
8	Vertimiento N°08 altura Penal	4.09E+07	7.90E+06	9.20E+07	3.05E+07	2.64E+07	7.63E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	3.64E+07	1.70E+06	9.20E+07	2.85E+07	2.93E+07	8.46E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	8.87E+06	1.10E+06	3.50E+07	4.68E+06	1.03E+07	2.96E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	3.61E+06	2.00E+05	1.40E+07	1.90E+06	4.21E+06	1.22E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	2.51E+03	1.10E+03	5.40E+03	2.20E+03	1.25E+03	3.61E+02	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	6.32E+06	2.20E+06	1.10E+07	5.75E+06	2.83E+06	8.17E+05	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
14	Vertimiento N°14 Saylla	2.48E+07	4.90E+06	9.20E+07	1.10E+07	2.97E+07	8.58E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
15	Vertimiento N°15 Huasao	3.65E+06	1.40E+06	7.00E+06	3.30E+06	1.72E+06	4.96E+05	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
16	Vertimiento N°16 Tipón	1.15E+07	1.70E+06	2.40E+07	1.09E+07	7.20E+06	2.08E+06	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.70E+06	1.30E+06	7.00E+06	3.10E+06	2.30E+06	6.63E+05	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	4.52E+04	4.50E+02	2.00E+05	2.00E+04	6.03E+04	1.74E+04	1.00E+09	1.00E+08	1.00E+07		

(*) Fuente: Metcalf & Eddy, 2003

Fuente: Registro de campo

Gráfico 46: Coliformes Totales en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 65

En el gráfico 46, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes totales y sus concentraciones en los puntos de muestreo de vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 04 altura los Carrizos con $9.61E+07 \pm 1.65E+07$

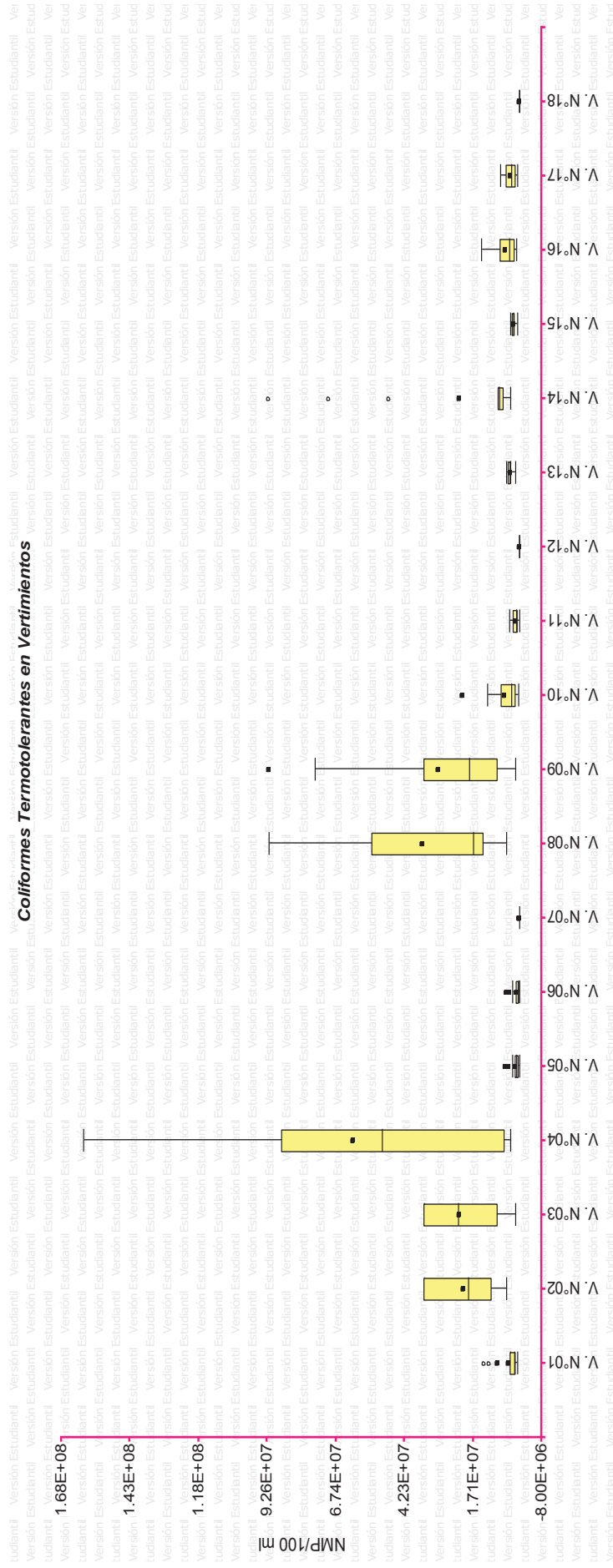
NMP/100 ml y el mínimo en el vertimiento N° 12 Salida de la PTAR con 2.51E+03 ± 3.61E+02 NMP/100ml. En cuanto a las concentraciones la mayoría presenta concentración débil

Cuadro 66: Coliformes Termotolerantes en Vertimientos: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Termotolerantes						
		Promedi o NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	
1	Vertimiento N°01 altura puente Iscayrumichayoc	3.99E+06	6.80E+05	1.30E+07	2.00E+06	4.26E+06	1.23E+06	
2	Vertimiento N°02 antes del puente 1° de Enero	2.07E+07	4.90E+06	3.50E+07	1.90E+07	1.16E+07	3.34E+06	
3	Vertimiento N°03 después del puente 1° de Enero	2.21E+07	1.40E+06	3.50E+07	2.25E+07	1.23E+07	3.56E+06	
4	Vertimiento N°04 altura los carrizos	6.12E+07	3.30E+06	1.60E+08	5.05E+07	5.66E+07	1.63E+07	
5	Vertimiento N°05 altura puente Quispquilla	1.70E+06	1.70E+05	5.40E+06	1.25E+06	1.63E+06	4.72E+05	
6	Vertimiento N°06 altura Sol de Oro	1.19E+06	2.10E+04	4.90E+06	3.45E+05	1.64E+06	4.73E+05	
7	Vertimiento N°07 altura puente Enaco	2.33E+02	2.00E+02	4.00E+02	2.00E+02	6.51E+01	1.88E+01	
8	Vertimiento N°08 altura Penal	3.58E+07	4.90E+06	9.20E+07	1.70E+07	2.95E+07	8.52E+06	
9	Vertimiento N°09 altura Aucaypampa	2.99E+07	1.70E+06	9.20E+07	1.85E+07	2.96E+07	8.53E+06	
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	5.64E+06	4.00E+05	2.10E+07	2.85E+06	6.18E+06	1.79E+06	
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	1.54E+06	2.00E+05	3.90E+06	1.35E+06	1.10E+06	3.18E+05	
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1.78E+03	2.20E+02	3.50E+03	1.80E+03	1.26E+03	3.64E+02	
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	3.51E+06	1.70E+06	4.90E+06	3.30E+06	8.90E+05	2.57E+05	
14	Vertimiento N°14 Saylla	2.22E+07	3.30E+06	9.20E+07	7.35E+06	3.03E+07	8.76E+06	
15	Vertimiento N°15 Huasao	2.28E+06	9.20E+05	3.30E+06	2.30E+06	8.11E+05	2.34E+05	
16	Vertimiento N°16 Tipón	5.18E+06	1.10E+06	1.40E+07	3.90E+06	4.10E+06	1.18E+06	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.37E+06	9.20E+05	7.00E+06	3.05E+06	2.04E+06	5.89E+05	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	4.51E+04	2.00E+02	2.00E+05	2.00E+04	6.02E+04	1.74E+04	

Fuente: Registro de campo

Gráfico 47: Coliformes Termotolerantes en Vertimientos: Período diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 66

En el gráfico 47, se observa la distribución de los datos obtenidos para Coliformes termotolerantes y sus concentraciones en los puntos de muestreo de Vertimientos, donde el máximo valor se encuentra en el vertimiento N° 04 altura los Carrizos con 6.12E+07 ± 1.63E+07 NMP/100 ml y el mínimo en el vertimiento N° 12 Salida de la PTAR con 1.78E+03 ± 3.64E+02NMP/100ml. Al igual que en el parámetro anterior es el aporte de la PTAR en el presenta menor cantidad de contaminación.

En el cuadro 67 se observan las especies de enterobacterias encontradas a lo largo del río Huatanay, obtenidas tanto en la época de lluvias como en la de secas; para ambas temporadas la bacteria más recurrente es *Escherichia coli*, es decir la bacteria que aparece en todos los puntos de muestreo, a excepción de río Huatanay altura Puente Oropesa (punto de muestreo 15) y río Huatanay altura Huacarpay (punto 16), donde no se encontró esta bacteria para la época de secas. Entre las bacterias de mayor riesgo se encontró a *Yersinia pestis* y *Vibrio cholerae*, su recurrencia es mínima debido a que las condiciones del medio no son favorables, pero aun así su presencia indica fuentes de contaminación muy peligrosas para la salud y el medio ambiente, que habiéndose reportado a *Salmonella* por Cáceres A. (1994) y a *Vibrio cholerae* por Gonzalo C. (1997) como las más recurrentes, actualmente aún no se han tomado estrategias ni medidas de control para estas especies.

5.3.2 AFLUENTES

**Cuadro 68: Diversidad de especies de enterobacterias de los Afluentes:
Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015**

N°	PUNTOS DE MUESTREO	ÉPOCA LLUVIAS								ÉPOCA DE SECAS							
		<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Enterobacter agglomerans</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Providencia alcalifaciens</i>	<i>Salmonella paratyphi</i>	<i>Serratia rubidaea</i>	<i>Vibrio cholerae</i>	Número de Especies	<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Enterobacter agglomerans</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	x	x	x						3	x				x		2
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia			x					x	x	3		x		x		2
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	x		x		x				3				x	x	x	3
4	Río Saphy antes de su desembocadura	x		x	x	x				4			x		x		2
5	Riachuelo Tanqarpata			x						1					x		1
6	Río Cachimayo		x	x				x		3		x	x		x	x	4
7	Riachuelo Pumamarca	x		x						2	x		x		x		3
8	Afluente Huacarpay			x			x			2	x			x	x		3

Fuente: Anexo 59.

En el cuadro 68 se observan las especies de enterobacterias encontradas en los afluentes que vierten sus aguas al río Huatanay a lo largo de su trayecto, se identificó 9 especies de enterobacterias para la época de lluvias y 6 especies en la época de secas; para ambas temporadas se observa que la bacteria presente en todos los puntos sin excepción es *Escherichia coli*. Para la época de lluvias en cuanto al afluente Saphy se encuentran mayor cantidad de especies (4 especies) y dentro de ellas la de mayor riesgo *Klebsiela pneumoniae*. Sin embargo, el riachuelo Tanqarpata presentó únicamente *Escherichia coli*.

Para la época de secas el río Cachimayo presenta mayor cantidad de especies (4 especies) y la que presenta menor cantidad sigue siendo el riachuelo Tanqarpata con *Escherichia coli*; todas estas bacterias indicadoras de contaminación influyen en la calidad bacteriana del río Huatanay.

En el cuadro 69 se observan las especies de enterobacterias encontradas en todos los vertimientos que aportan al río Huatanay a lo largo de su trayecto, obtenidas tanto en la época de lluvias como en la de secas; para ambas temporadas se identificó a *Escherichia coli* en todos los puntos de muestreo, por otro también se identificó que los vertimientos que presentan mayor cantidad de especies son N° 03, 04, 08, 15, 16 y 17.

Entre las bacterias que representan mayor peligro en la época de lluvias son *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* y *Yersinia enterocolitica*. Y para la época de secas son: *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella paratyphi* y *Vibrio cholerae*.

5.4 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA – ICA

5.4.1 ICA DEL RÍO HUATANAY

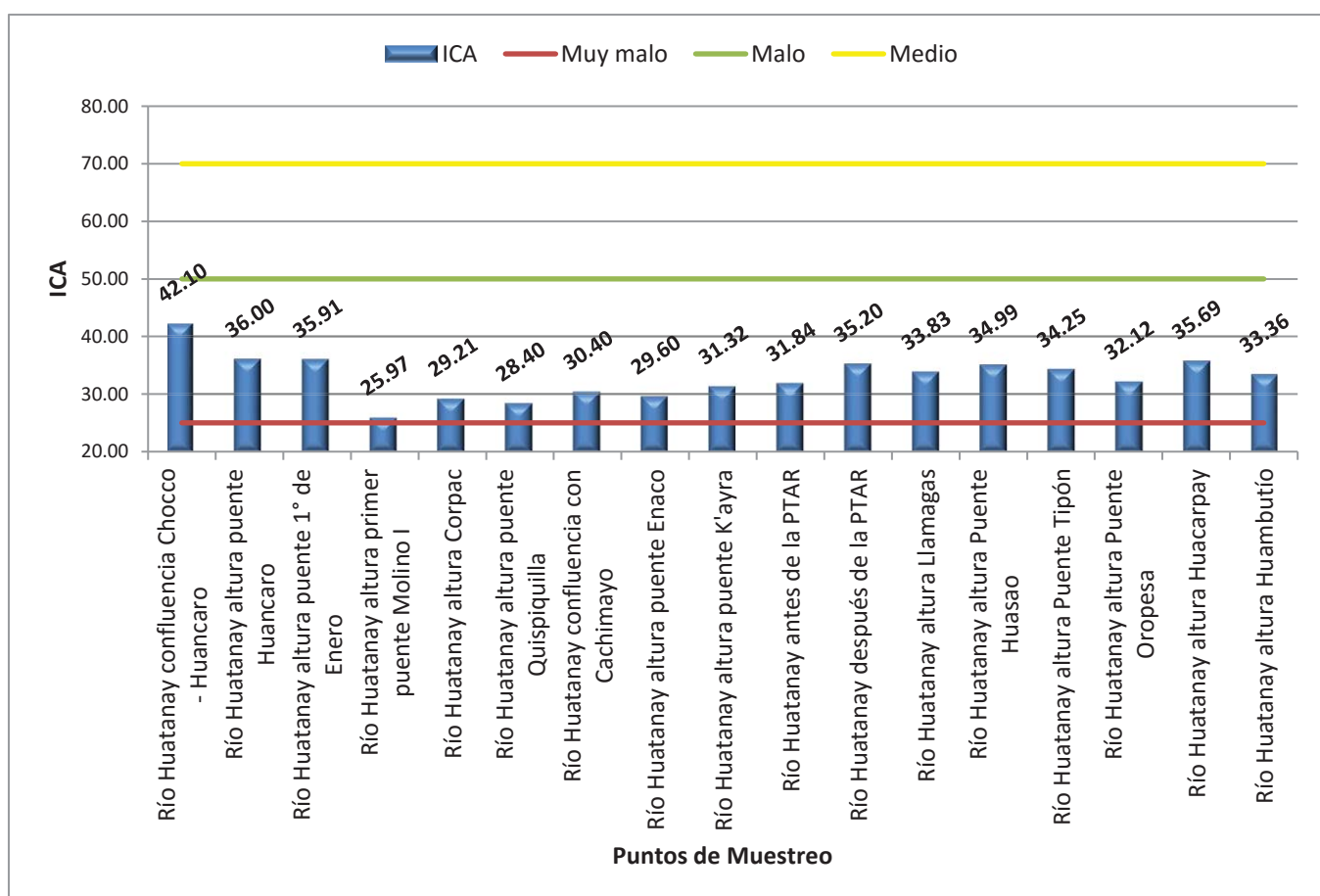
Cuadro 70: ICA del río Huatanay- Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Promedio	Valor cualitativo
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	42.10	Malo
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	36.00	Malo
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	35.91	Malo
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	25.97	Malo
5	Río Huatanay altura Corpac	29.21	Malo
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	28.40	Malo
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	30.40	Malo
8	Río Huatanay altura puente Enaco	29.60	Malo
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	31.32	Malo
10	Río Huatanay antes de la PTAR	31.84	Malo
11	Río Huatanay después de la PTAR	35.20	Malo
12	Río Huatanay altura Llamagas	33.83	Malo
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	34.99	Malo
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	34.25	Malo
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	32.12	Malo
16	Río Huatanay altura Huacarpay	35.69	Malo
17	Río Huatanay altura Huambutío	33.36	Malo

Fuente: Anexo 61, 62.

El cuadro 70 muestra los valores promedio de índice de calidad de agua ICA para los puntos de muestreo a lo largo del río Huatanay, los valores varían desde 25.97 en el río Huatanay altura primer puente Molino I hasta 42.10 en el río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro, en cuanto a la valoración cualitativa de los ICAs de cada punto todos se encuentran en el rango de MALO. Lo mismo que se expresa en el siguiente cuadro

Gráfico 48: ICA del río Huatanay



Fuente: Anexo 61, 62

En el gráfico 48 se observa la distribución de los valores de ICA a lo largo del río y su calidad, donde efectivamente, la calidad del río es mala.

5.4.2 ICA DE LOS AFLUENTES

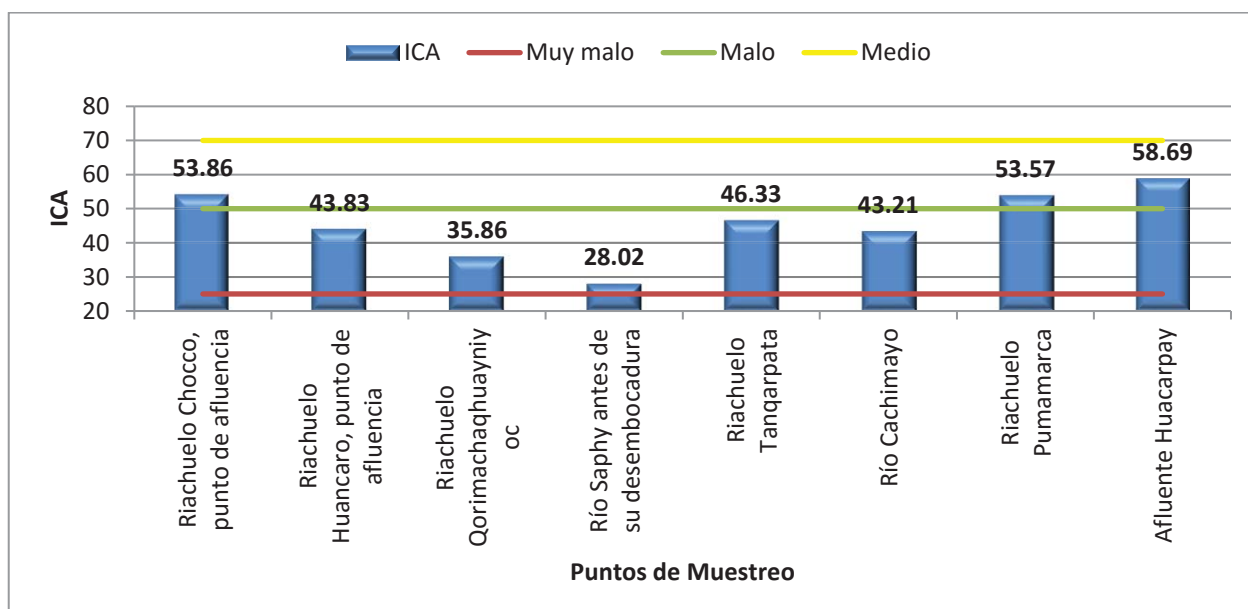
Cuadro 71: ICA de los Afluentes- Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Promedio	Valor Cualitativo
1	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	53.86	Medio
2	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	43.83	Malo
3	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	35.86	Malo
4	Río Saphy antes de su desembocadura	28.02	Malo
5	Riachuelo Tanqarpata	46.33	Malo
6	Río Cachimayo	43.21	Malo
7	Riachuelo Pumamarca	53.57	Medio
8	Afluente Huacarpay	58.69	Medio

Fuente: Anexo 65, 66.

El cuadro 71 muestra los valores promedios de ICA que presentan los afluentes que aportan al río Huatanay a lo largo de su recorrido, los mismos que varían de 28.02 río Saphy antes de su desembocadura cuyo valor cualitativo es MALO debido a que recibe todas las aguas residuales del casco monumental; hasta 58.69 afluente Huacarpay calificado como MEDIO ya que proviene de las aguas de la laguna que presenta mediana contaminación. Como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 49: ICA de los Afluentes - Diciembre 2014 a Noviembre 2015



Fuente: Anexo 65, 66.

En el gráfico 49 se observa la distribución de los valores de ICA en todos los afluentes muestreados y su calidad.

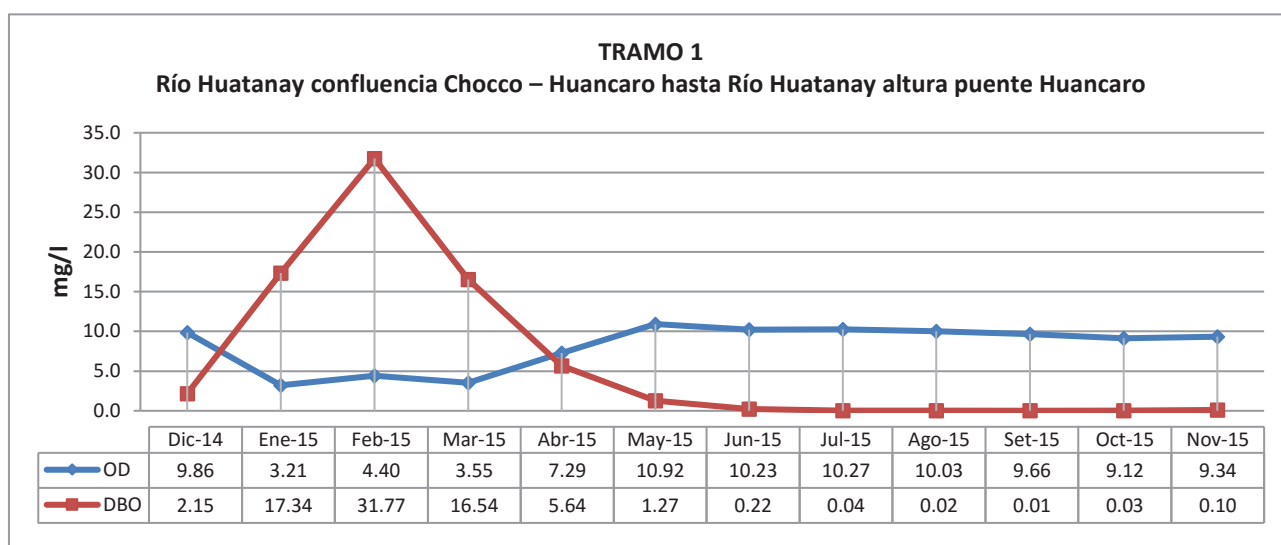
5.5 MODELAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTTO Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

5.5.1 MODELAMIENTO DE OD Y DBO EN EL RÍO HUATANAY

SECCIÓN 1

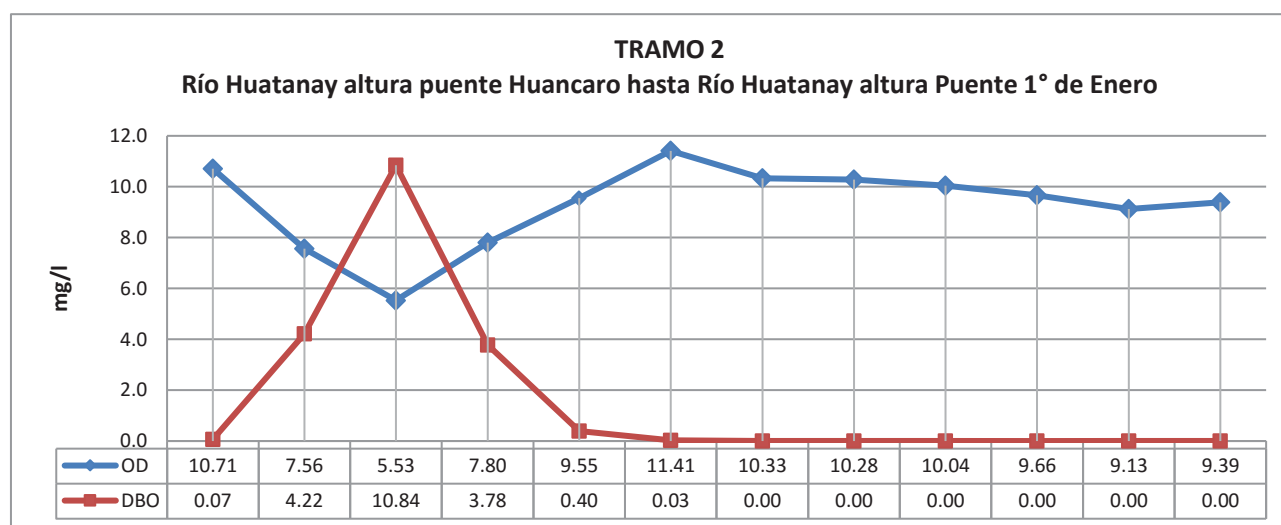
Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay Puente Molino 1

Gráfico 50: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno - Tramo 1



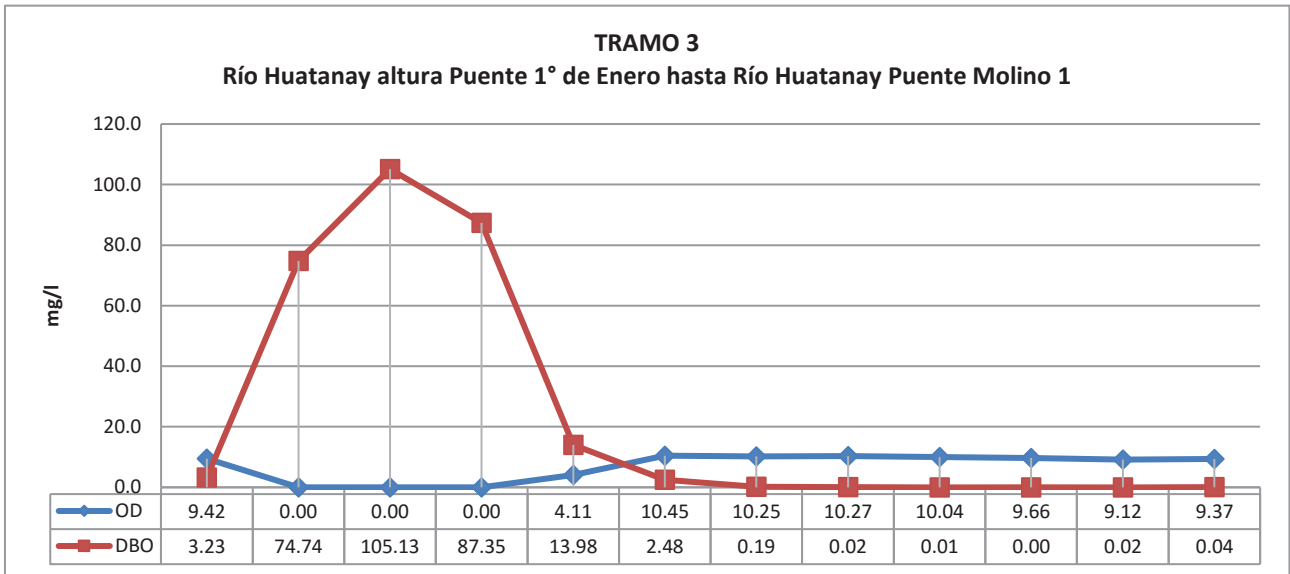
Fuente: Anexo 69

Gráfico 51: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 69

Gráfico 52: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



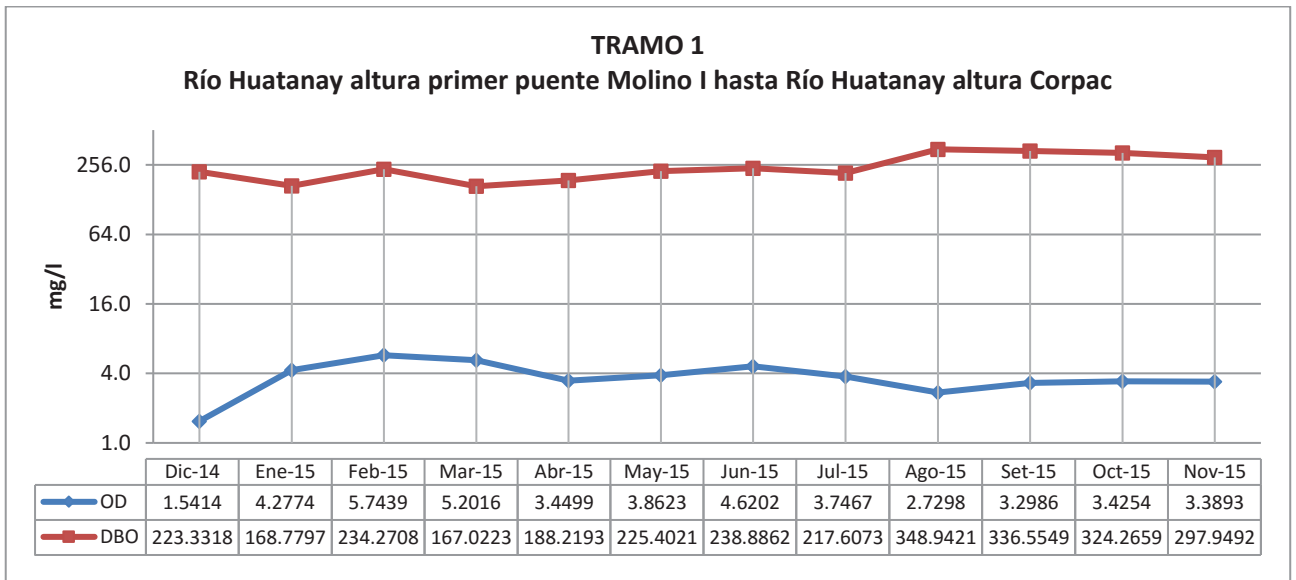
Fuente: Anexo 69.

En los gráficos correspondientes a la Sección 1: río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta río Huatanay Puente Molino 1, divididos en tres tramos, se observa que en los meses de febrero los valores de DBO son altos mientras que los de OD sufren una disminución coincidiendo con los meses de lluvias, para posteriormente a partir de abril el OD comienza a subir y el DBO baja hasta mantenerse estable el resto del año; en esta sección se tiene la presencia del vertimiento N° 1 en el tramo 1, en el tramo 3 se encuentra el vertimiento N° 2 y el aporte del riachuelo Qorimachahuyaniyoc

SECCIÓN 2

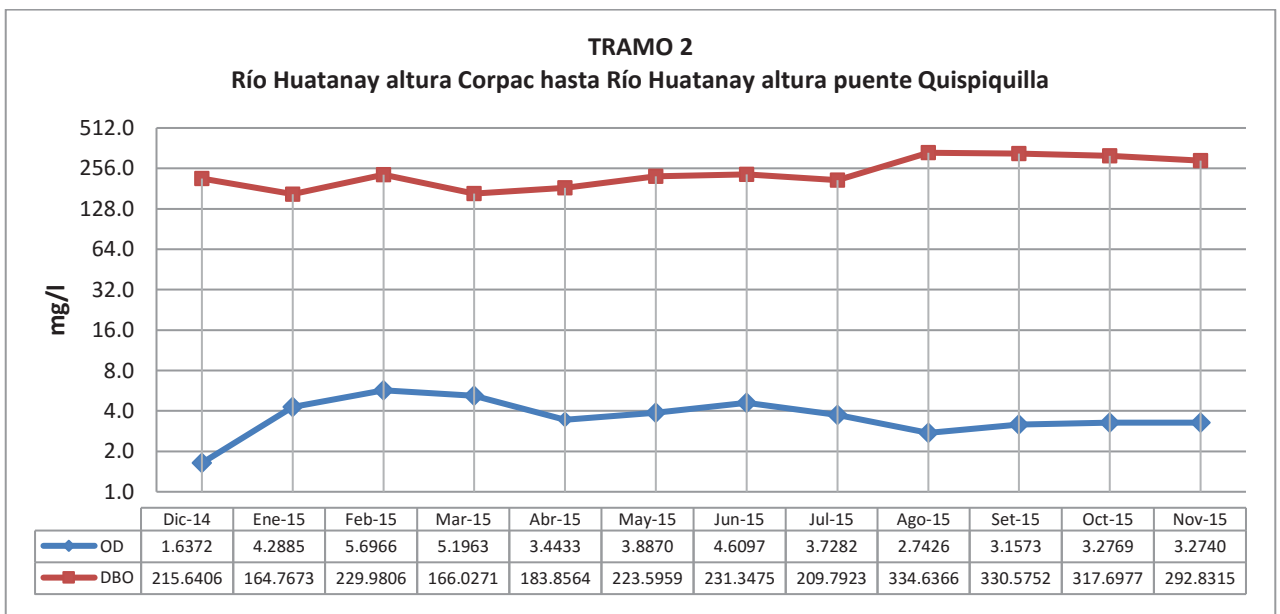
Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo

Gráfico 53: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



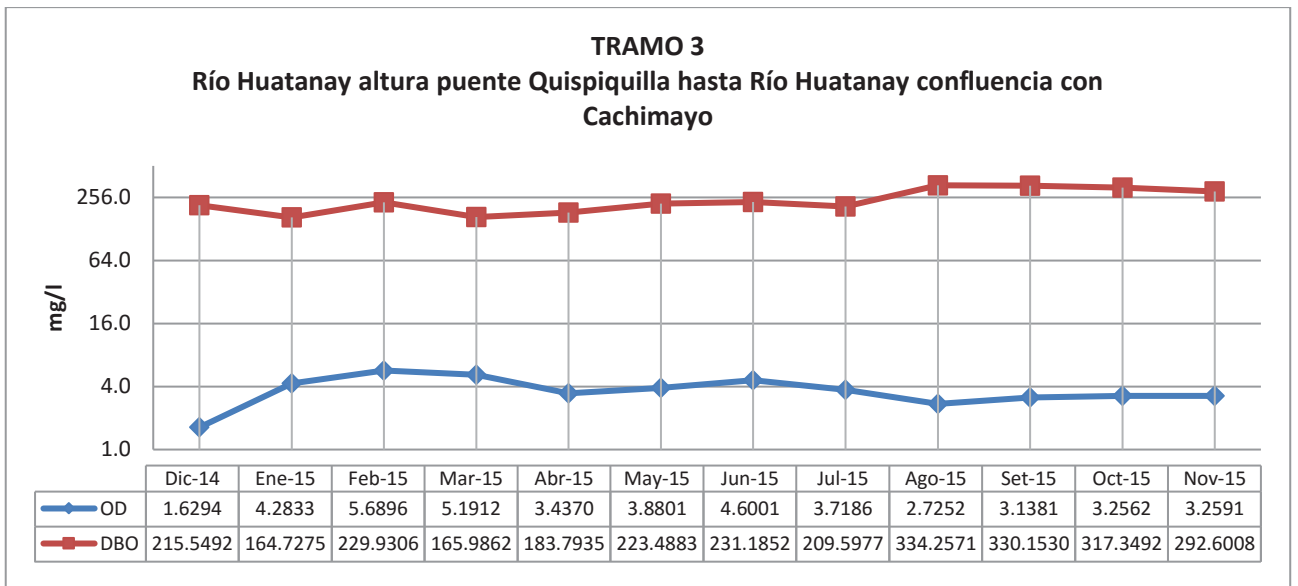
Fuente: Anexo 70.

Gráfico 54: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 70.

Gráfico 55: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



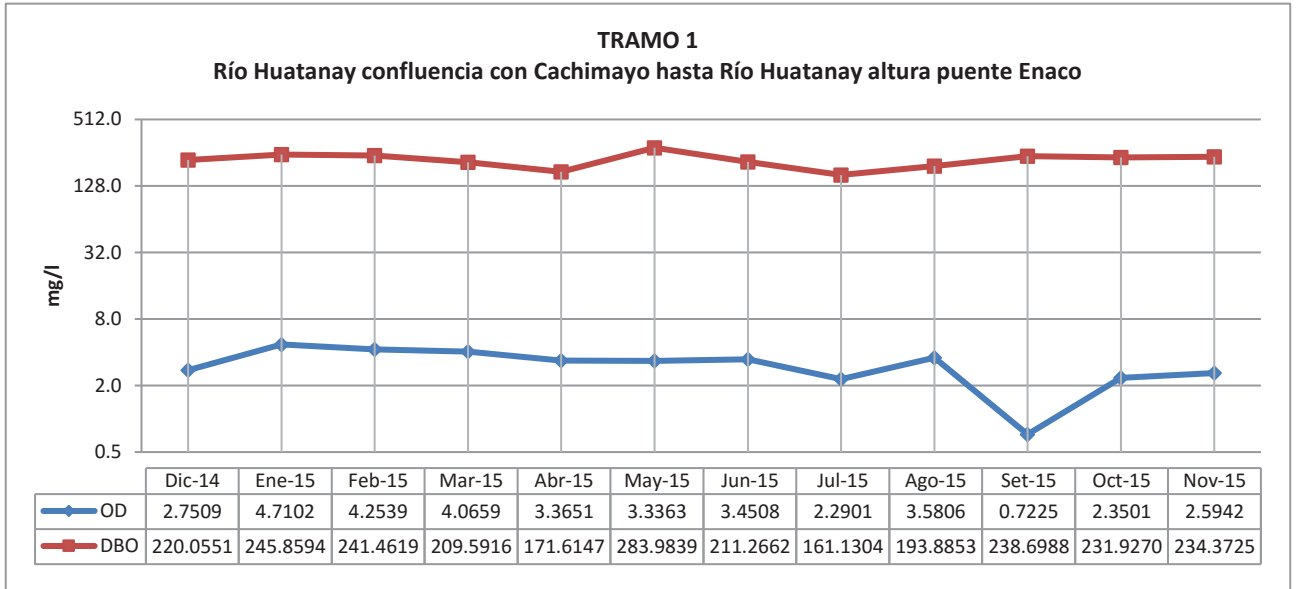
Fuente: Anexo 70.

En los gráficos correspondientes a la Sección 2: río Huatanay altura primer puente Molino I hasta río Huatanay confluencia con Cachimayo, divididos también en tres tramos, se observa que los valores de DBO y OD se mantienen estables a lo largo del año, sin embargo, hay un aumento de la DBO en el mes de agosto y los valores máximos de OD se presentan en el mes de febrero. De los gráficos que los valores de DBO son muy altos debido a que la pendiente del río es baja no hay mucha oxigenación del río y se tiene el aporte del Vertimiento N°3 y del río Saphy en el tramo 1, mientras que en el tramo 2 el aporte del riachuelo Tanqarpata y el vertimiento N°4 y en el tramo 3 el vertimiento N°5.

SECCIÓN 3

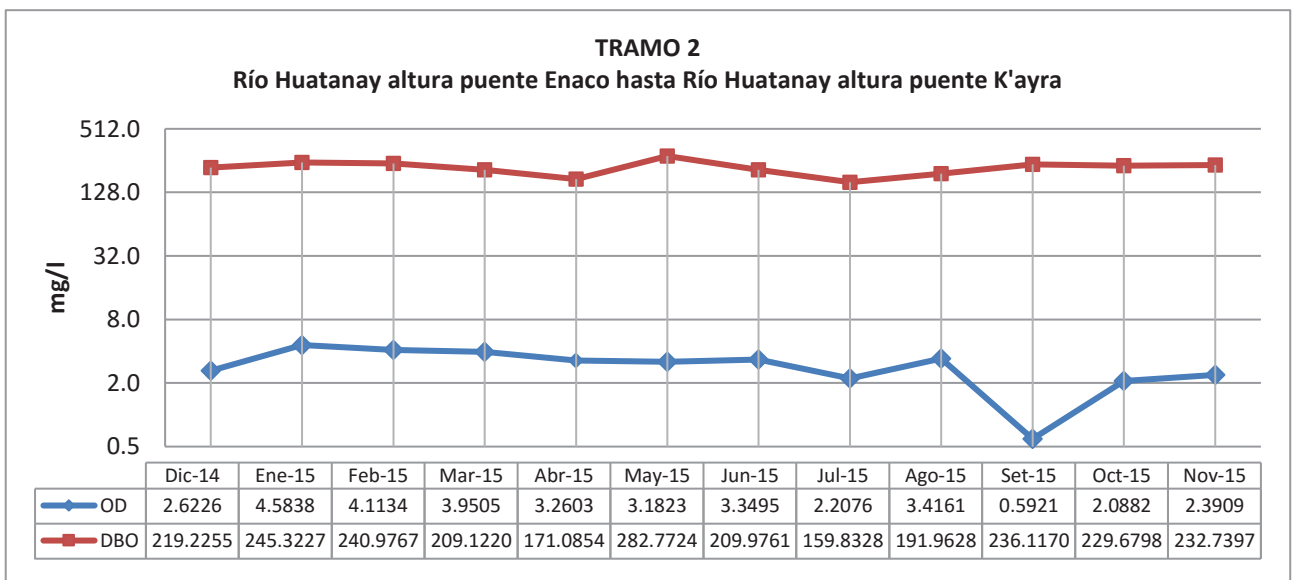
Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta Río Huatanay antes de la PTAR

Gráfico 56: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



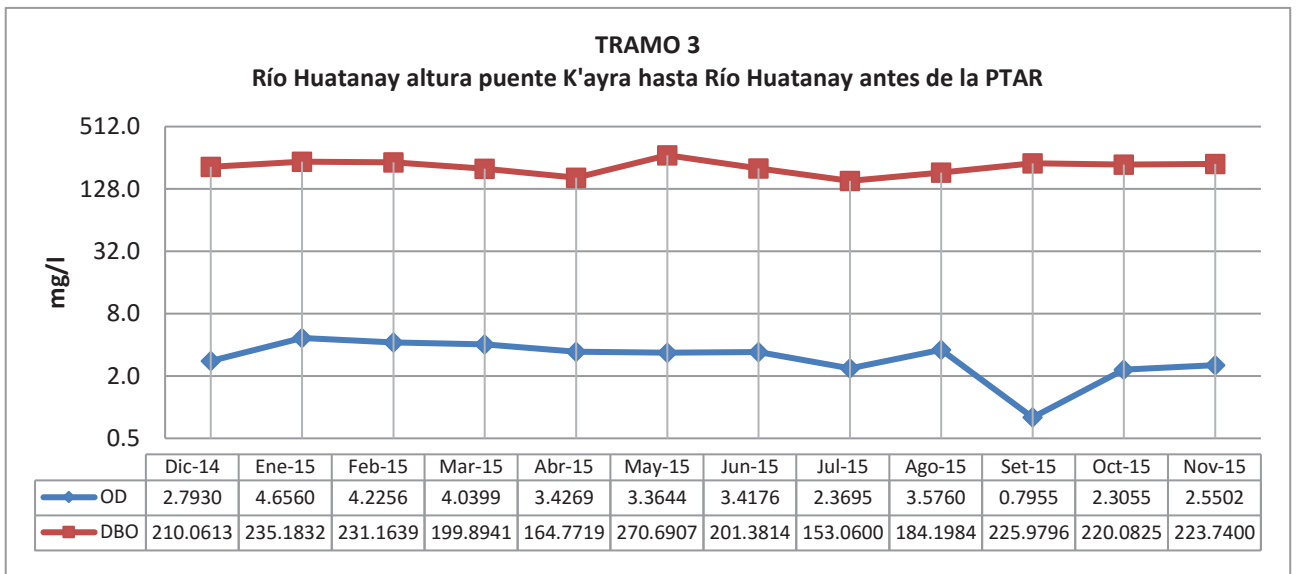
Fuente: Anexo 71.

Gráfico 57: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 71.

Gráfico 58: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



Fuente: Anexo 71.

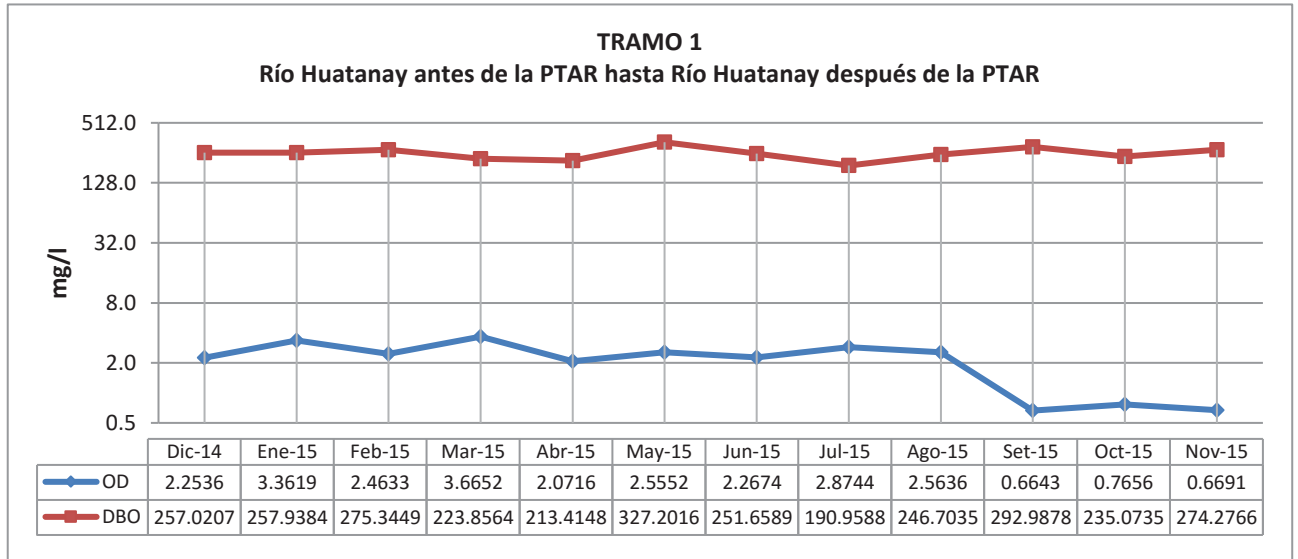
En los gráficos correspondientes a la Sección 3: río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta río Huatanay antes de la PTAR, divididos en tres tramos, se observa que de igual manera que la sección anterior los valores de DBO se mantiene altos en el mes de mayo mientras que los valores altos de OD se presentan en el mes de enero, sin embargo la concentración de OD en el mes de setiembre presentó una disminución drástica debido a que hubo una avería en un tubo de desagüe que vertió sus aguas al río antes de la confluencia del río Huatanay con Cachimayo cuyo efecto se observa claramente en esta sección.

En esta sección se tiene el aporte del río Cachimayo en el tramo1, en el tramo 2 los vertimientos N°6 y N°7 y en el tramo 3 los vertimientos N°8, N°9, N°10 y N°11.

SECCIÓN 4

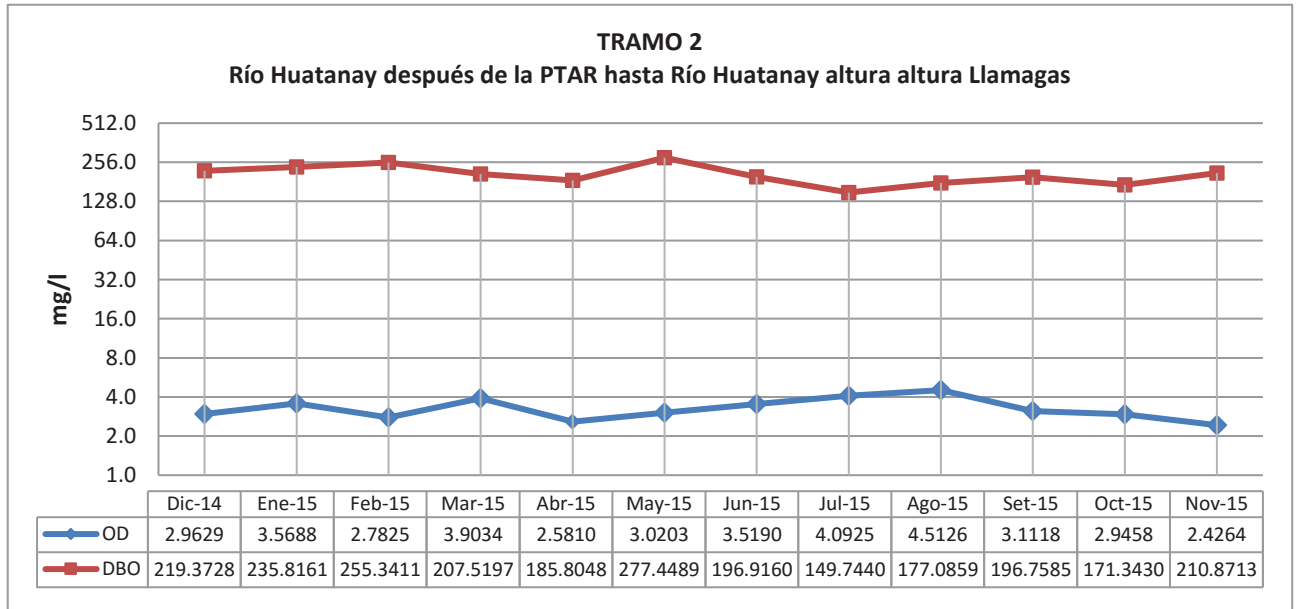
Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río Huatanay altura Puente Huasao

Gráfico 59: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno– Tramo 1



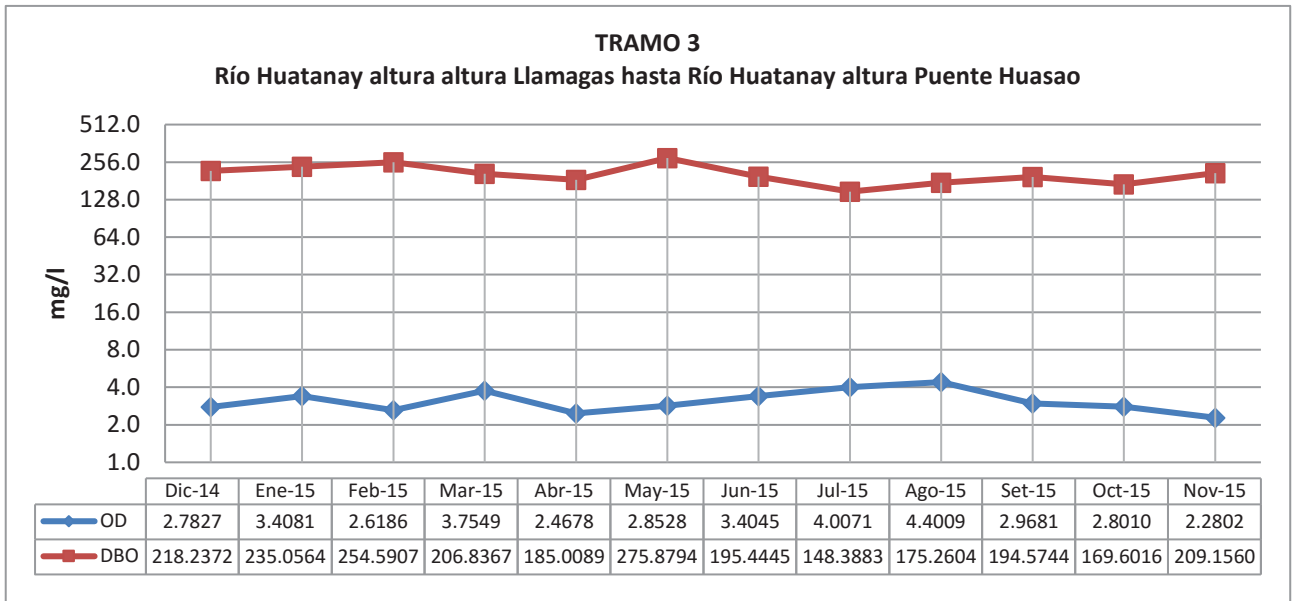
Fuente: Anexo 72.

Gráfico 60: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 72.

Gráfico 61: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



Fuente: Anexo 72.

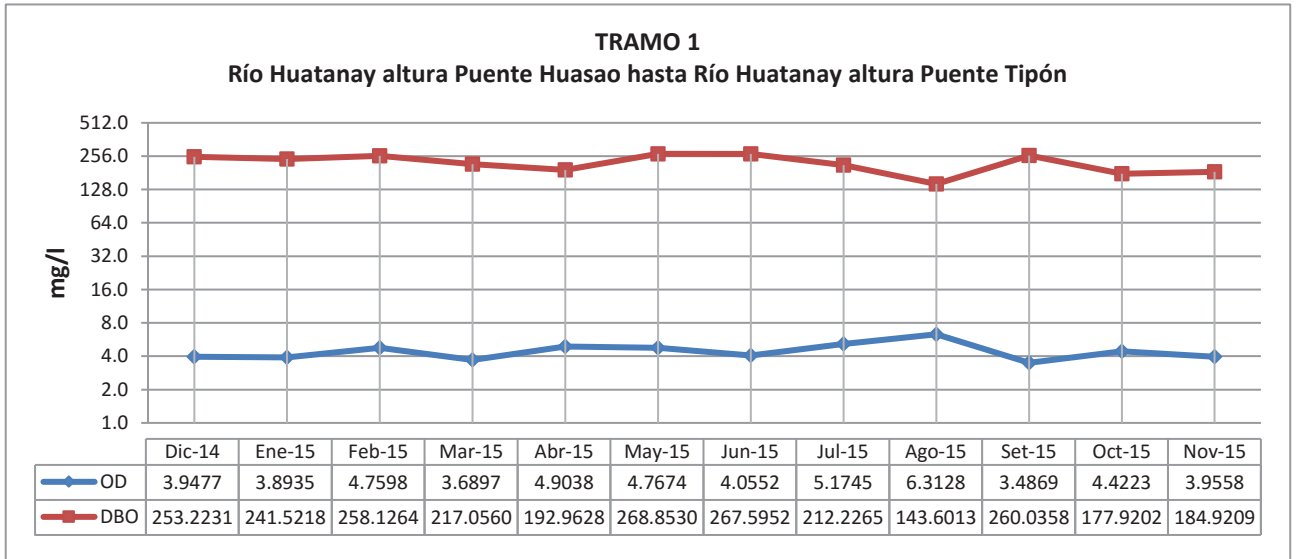
En los gráficos correspondientes a la Sección 4: río Huatanay antes de la PTAR hasta río Huatanay altura Puente Huasao, divididos en tres tramos, se observa que de igual manera que las secciones anteriores los valores de DBO más altos se presentan en el mes de mayo mientras que los valores altos de OD en el mes de marzo sin embargo en esta sección los valores de DBO son mayores a los de las secciones anteriores debido al efecto que producen los vertimientos mencionados en la sección 3. En el mes de setiembre se observa que el OD disminuye como en la sección anterior, esto debido al efecto del tubo de desagüe averiado, que, a pesar de la distancia, el río no ha podido autodepurar por la sobre carga de contaminantes.

En esta sección se tiene el aporte de los vertimientos N° 12 Salida de la PTAR y N°13 en el tramo 2.

SECCIÓN 5

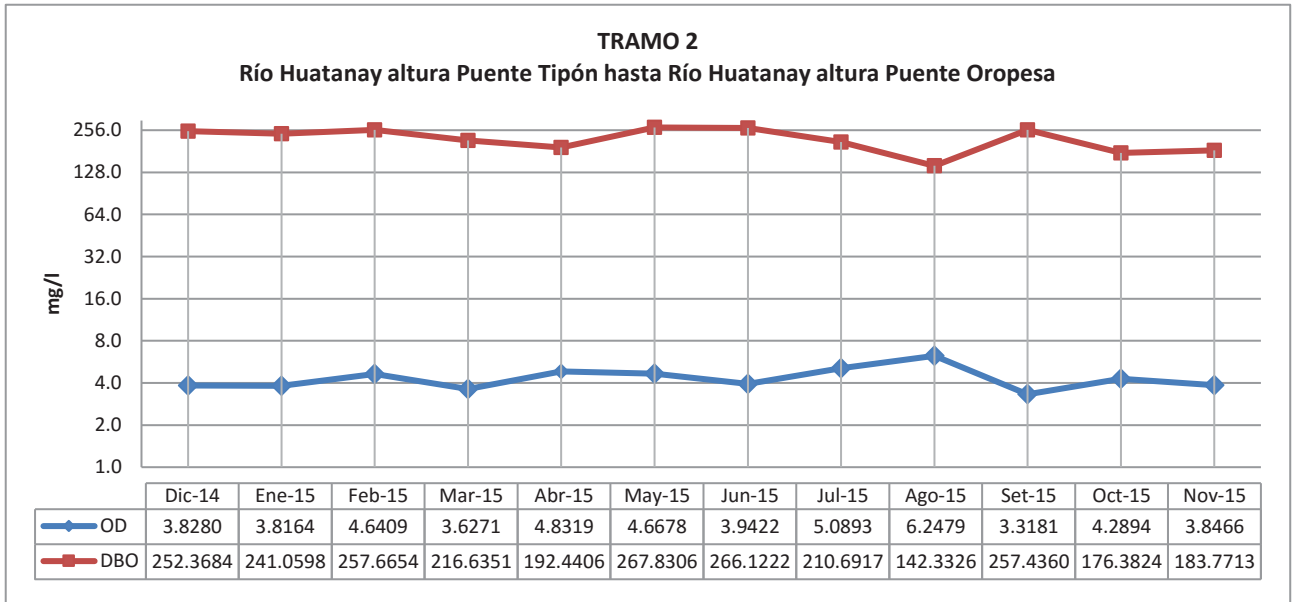
Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Huacarpay

Gráfico 62: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



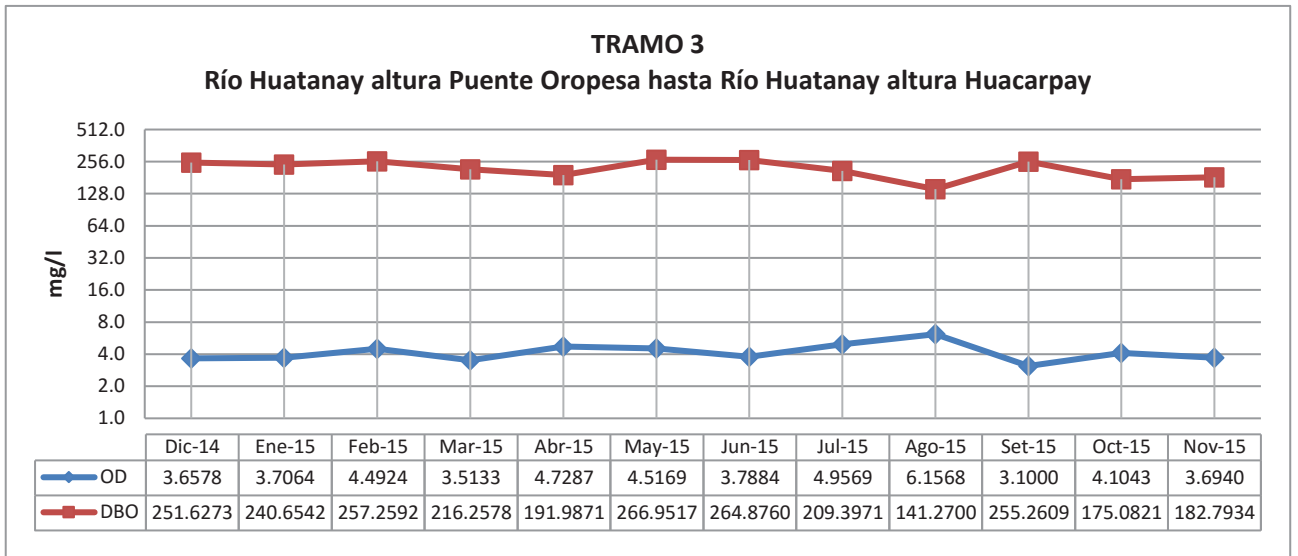
Fuente: Anexo 73.

Gráfico 63: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 73.

Gráfico 64: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



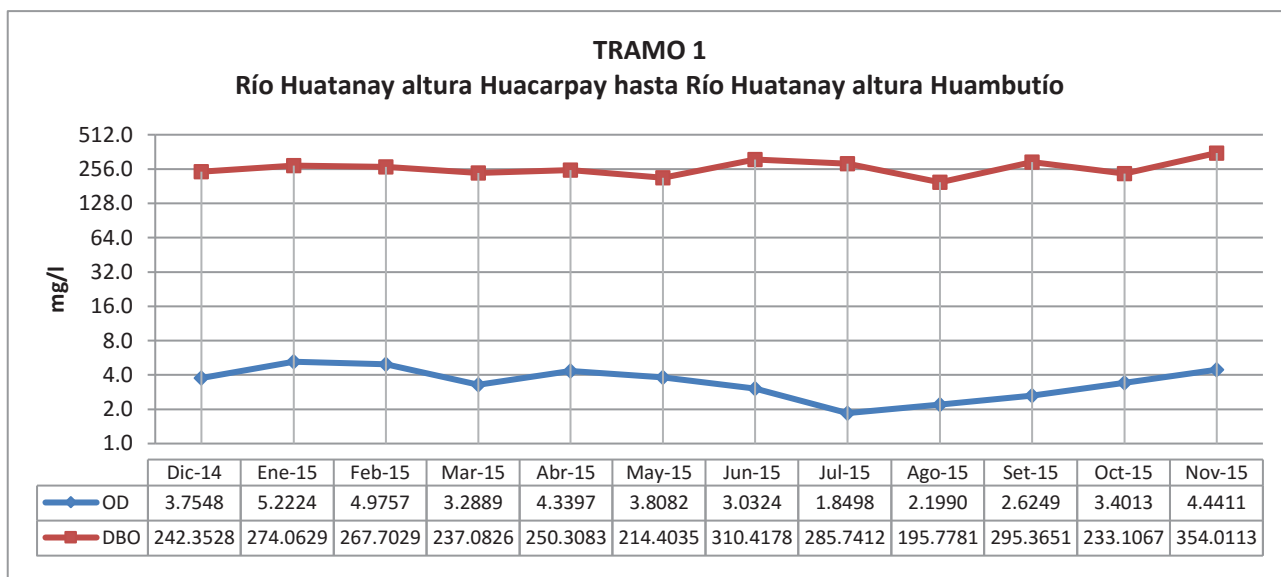
Fuente: Anexo 73.

En los gráficos correspondientes a la Sección 5: río Huatanay altura Puente Huasao hasta río Huatanay altura Huacarpay, divididos en tres tramos, se observa que los valores máximos de DBO se presentan en el mes de mayo, mientras que los valores máximos de OD en el mes de agosto, y se observa que para el mes de setiembre disminuye la concentración de OD por el mismo efecto expuesto anteriormente. En esta sección se tiene el aporte de los vertimientos N° 14 y N°15 en el tramo 1, mientras que en el tramo 3 el vertimiento N° 16.

SECCIÓN 6

Río Huatanay altura Huacarpay hasta Río Huatanay altura Huambutío

Gráfico 65: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



Fuente: Anexo 74.

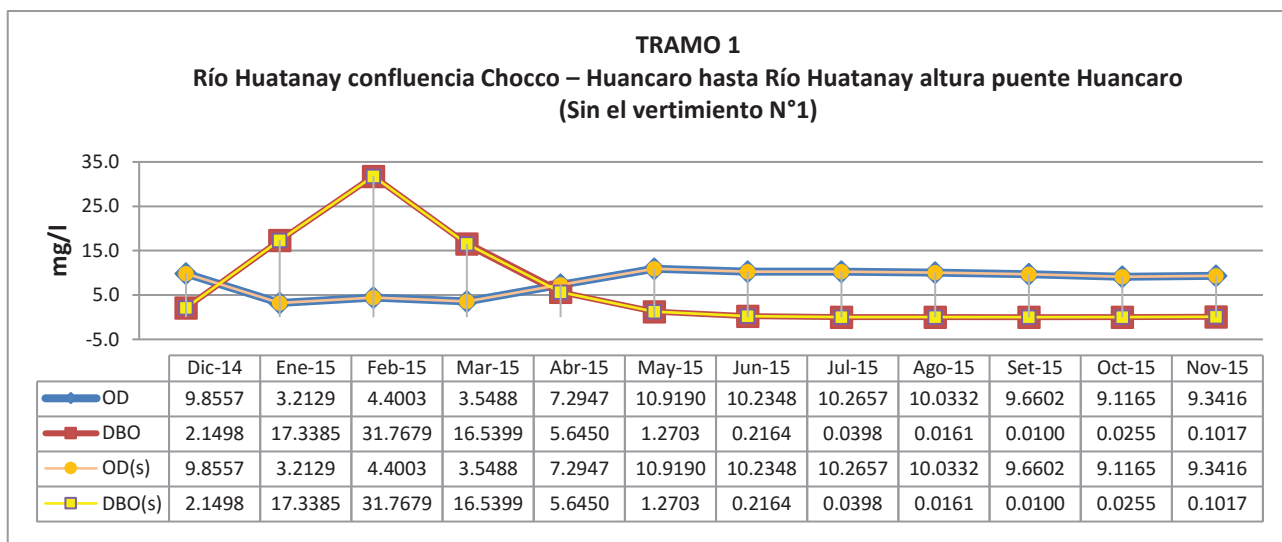
En los gráficos correspondientes a la Sección 6: Río Huatanay altura Huacarpay hasta Río Huatanay altura Huambutío se observa que el valor máximo de DBO se presenta en el mes de junio, mientras que el valor máximo de OD en el mes de enero. Comparando los resultados con la sección anterior el aporte del afluente Huacarpay no muestra mayor efecto en la calidad del agua. En esta sección se tiene el aporte de los vertimientos N° 17, N°18 y afluente Huacarpay.

5.5.2 SIMULACIÓN DE OD Y DBO EN EL RÍO HUATANAY SIN VERTIMIENTOS Y AFLUENTES

SECCIÓN 1

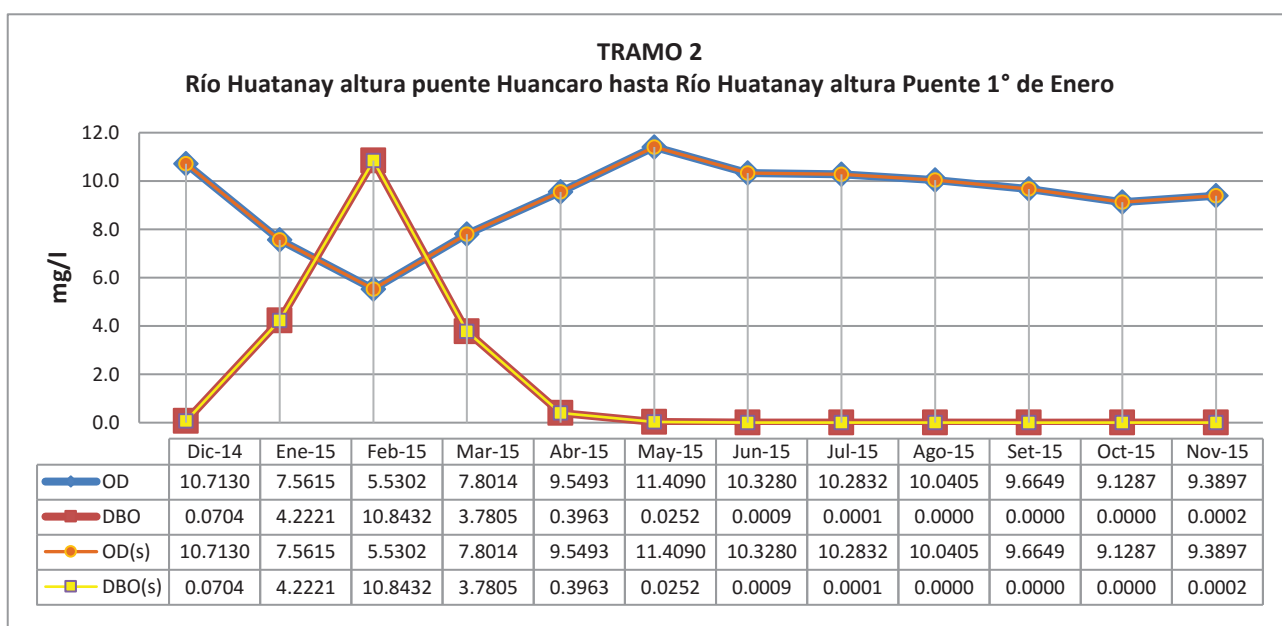
Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay Puente Molino 1

Gráfico 66: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



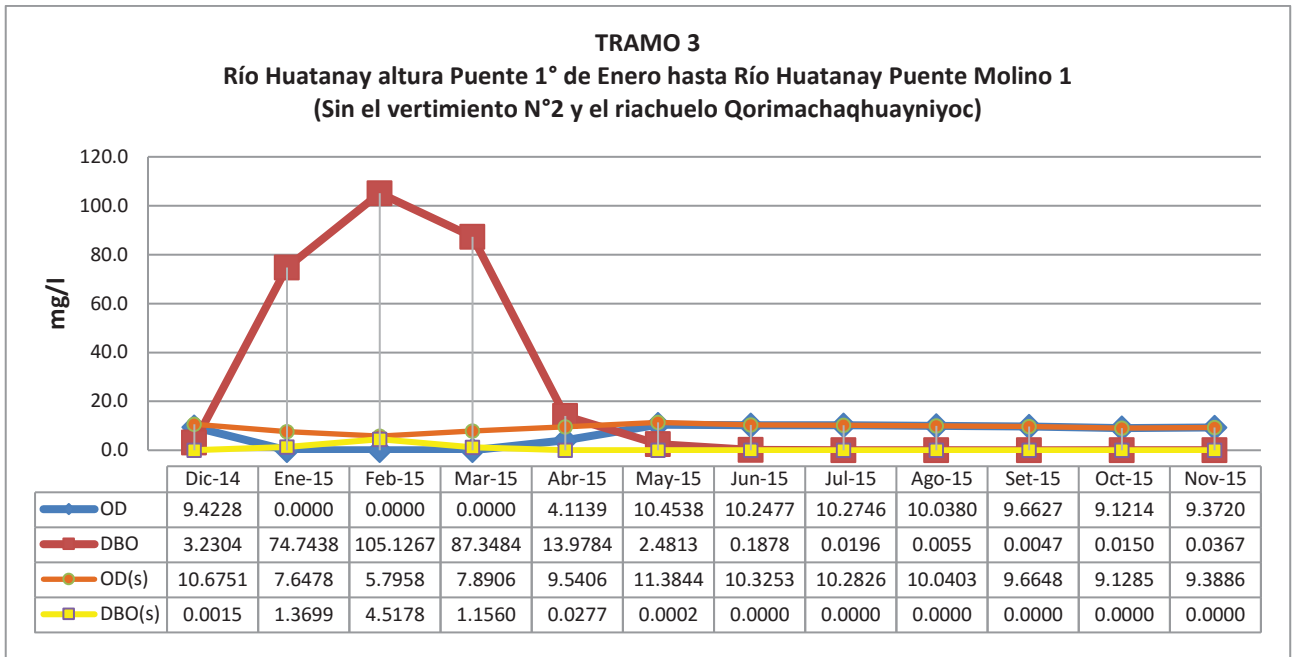
Fuente: Anexo 75

Gráfico 67: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 75.

Gráfico 68: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



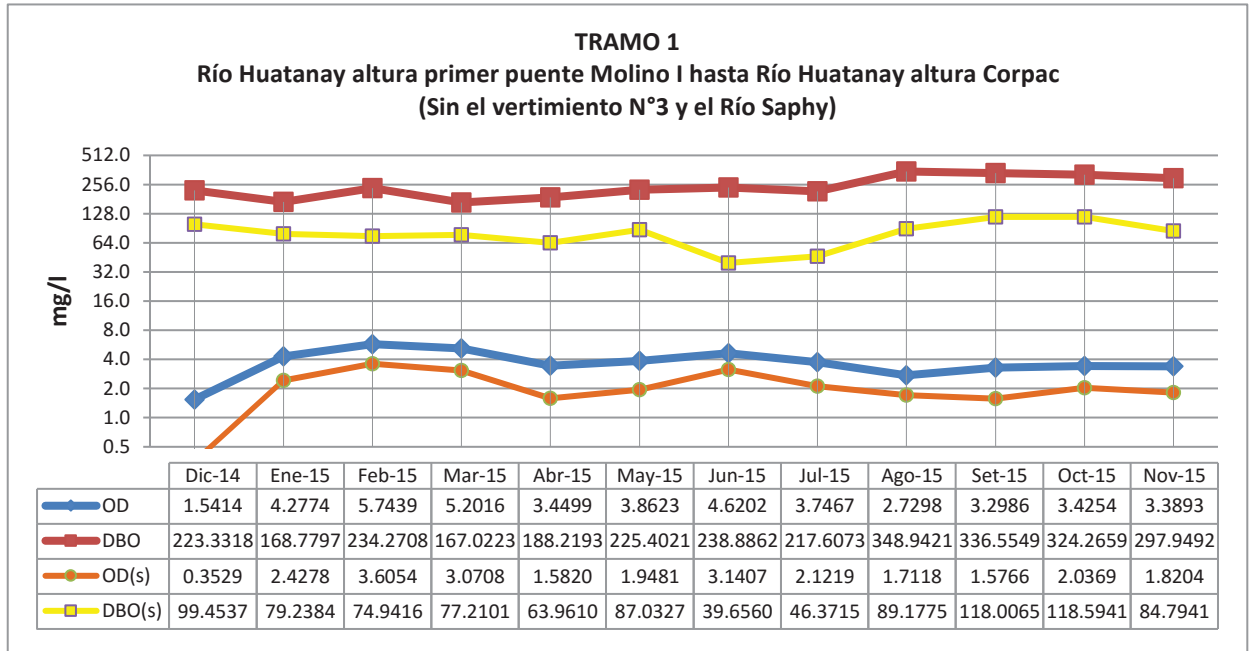
Fuente: Anexo 75.

En los gráficos correspondientes a la simulación de la Sección 1: río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta río Huatanay Puente Molino 1, en el tramo 1 a pesar de realizar la simulación del vertimiento N° 1, las condiciones siguen siendo las mismas, es decir no muestra variación en la calidad del agua, ya que este vertimiento no afecta significativamente al río. En el tramo 2 de igual manera no existen variaciones, sin embargo, en el tramo 3 al realizar la simulación quitando el vertimiento N°2 y el riachuelo Qorimachaquayniyoc, se observa que la DBO disminuye al mínimo, mientras que la concentración de OD aumenta en los meses de diciembre hasta abril, lo que significa que la eliminación del riachuelo provoca la descontaminación del río, sin embargo, a partir del mes de mayo la calidad se estabiliza.

SECCIÓN 2

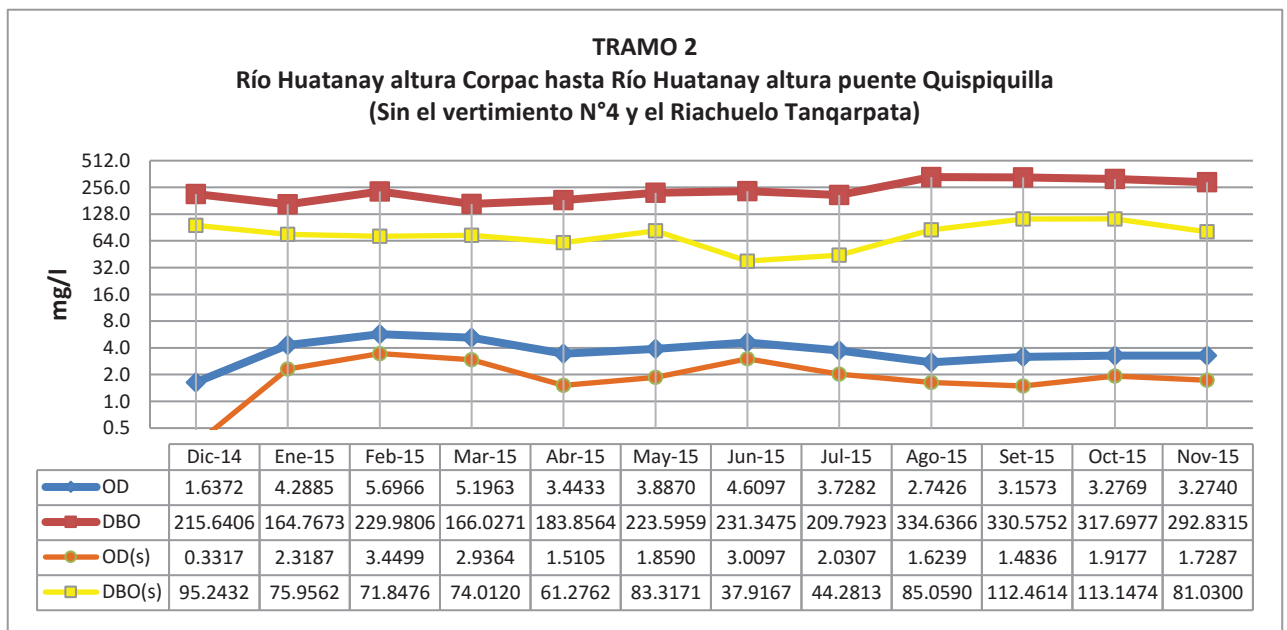
Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo

Gráfico 69: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



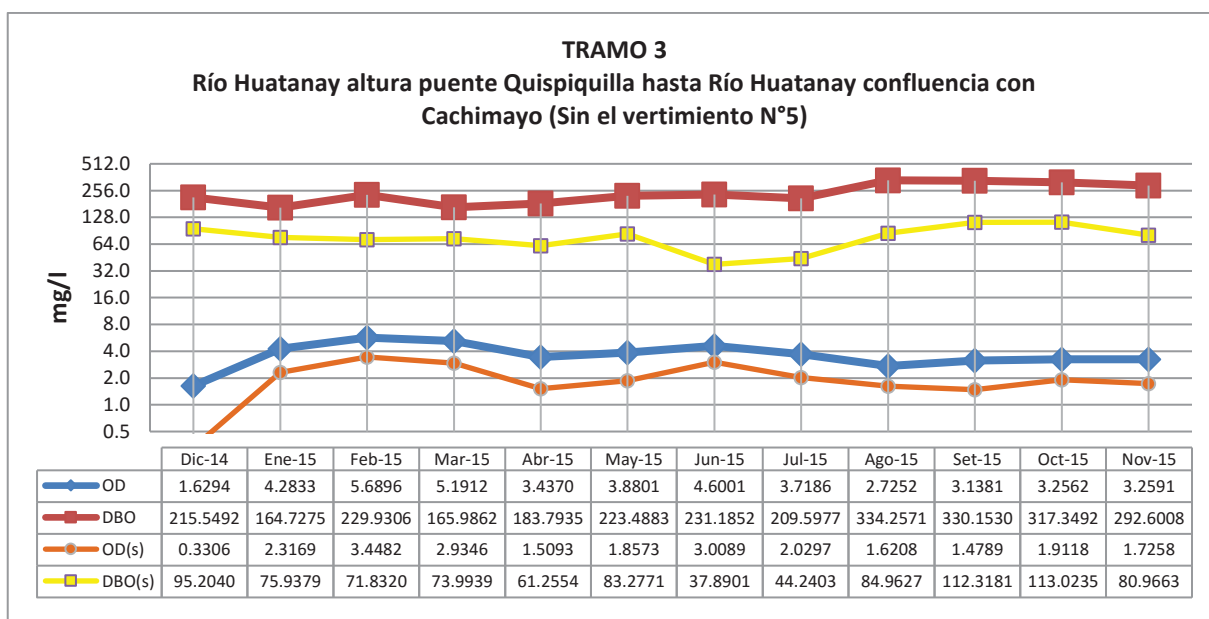
Fuente: Anexo 76.

Gráfico 70: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 76.

Gráfico 71: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno– Tramo 3



Fuente: Anexo 76.

En los gráficos correspondientes a la simulación de la Sección 2: río Huatanay altura primer puente Molino I hasta río Huatanay confluencia con Cachimayo.

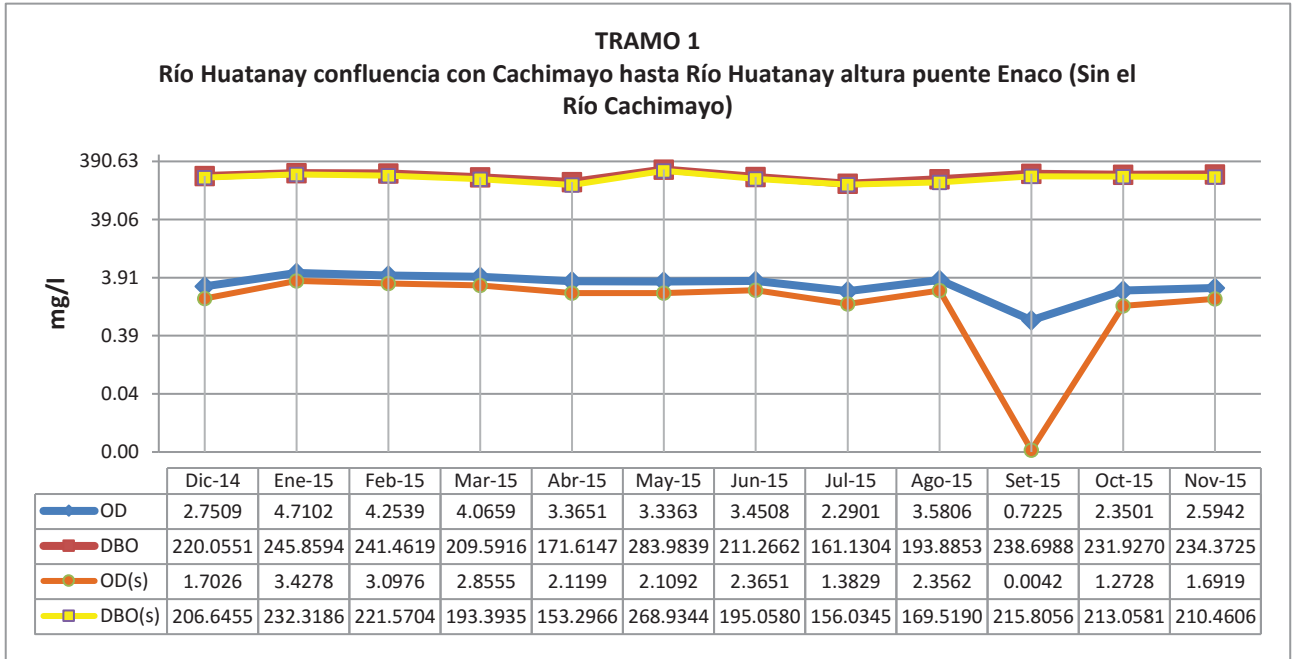
En el tramo 1 se elimina el vertimiento N° 3 y el aporte del río Saphy, observando que los valores de DBO disminuyen a lo largo del año en más de la mitad de su concentración, sin embargo, los valores de OD también disminuyen; esto quiere decir que la presencia del río Saphy a pesar de contaminar por el efecto que provoca el caudal también oxigena las agua río Huatanay.

En el tramo 2 y tramo 3 se observa el mismo efecto, la disminución en más de la mitad de su valor de la DBO y también de los valores de OD.

SECCIÓN 3

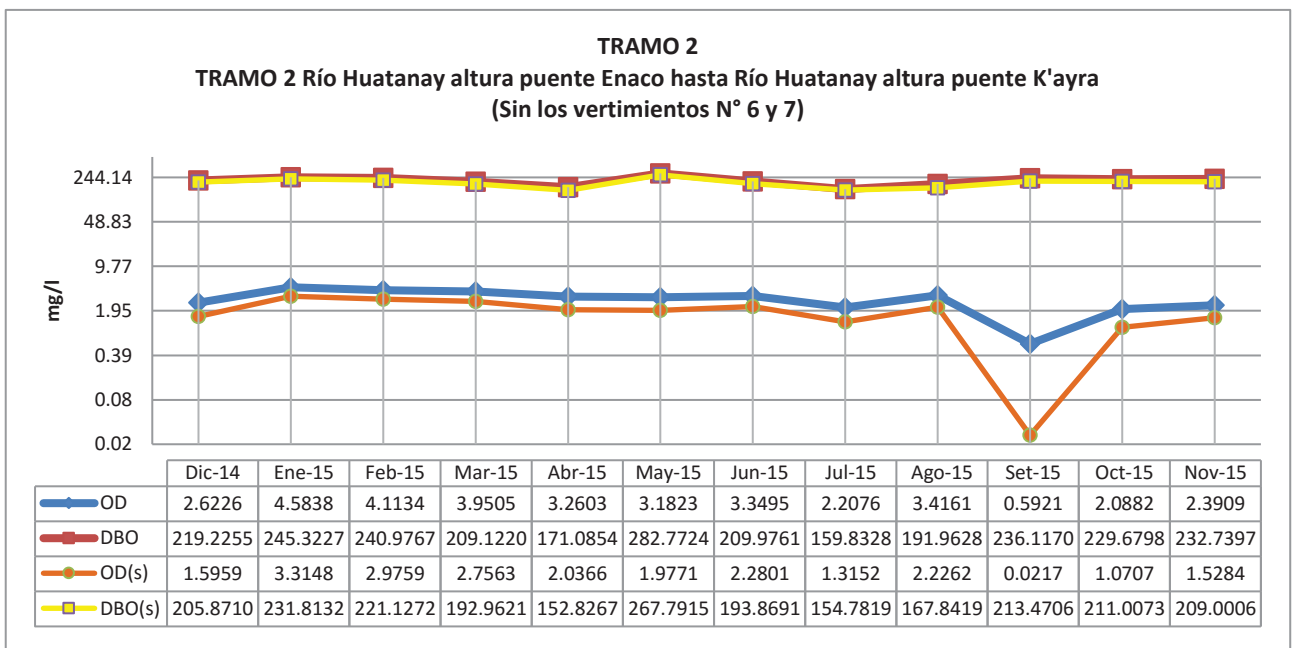
Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta Río Huatanay antes de la PTAR

Gráfico 72: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



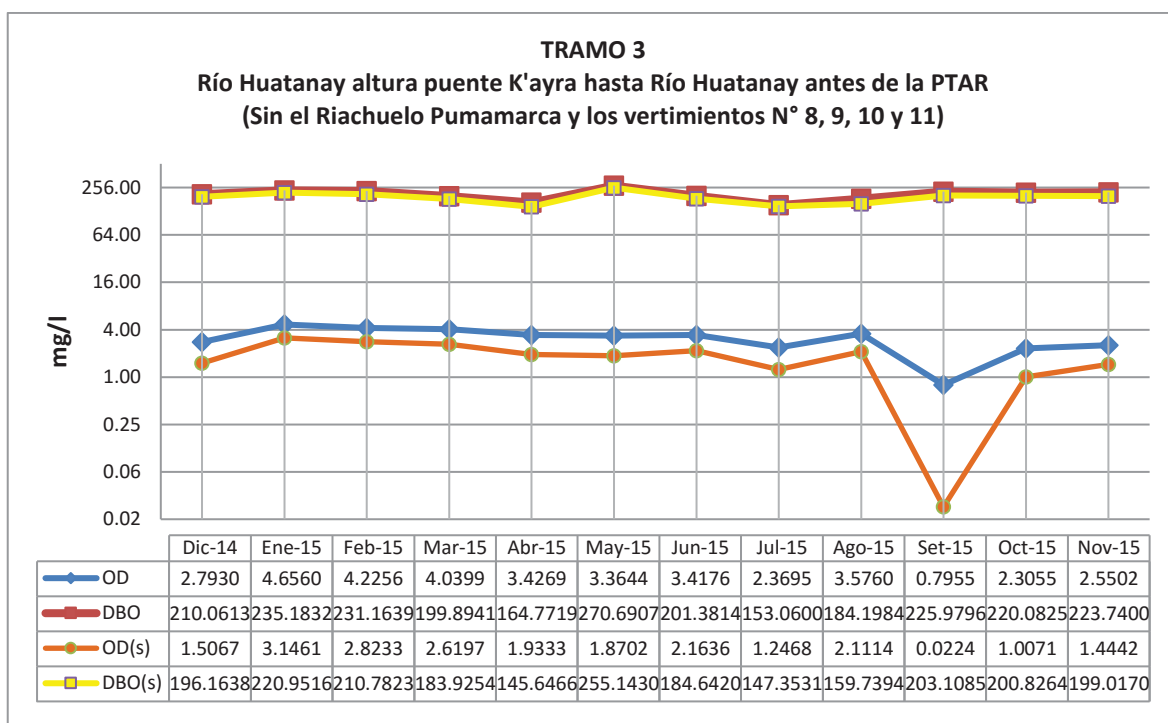
Fuente: Anexo 77.

Gráfico 73: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 77.

Gráfico 74: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



Fuente: Anexo 77.

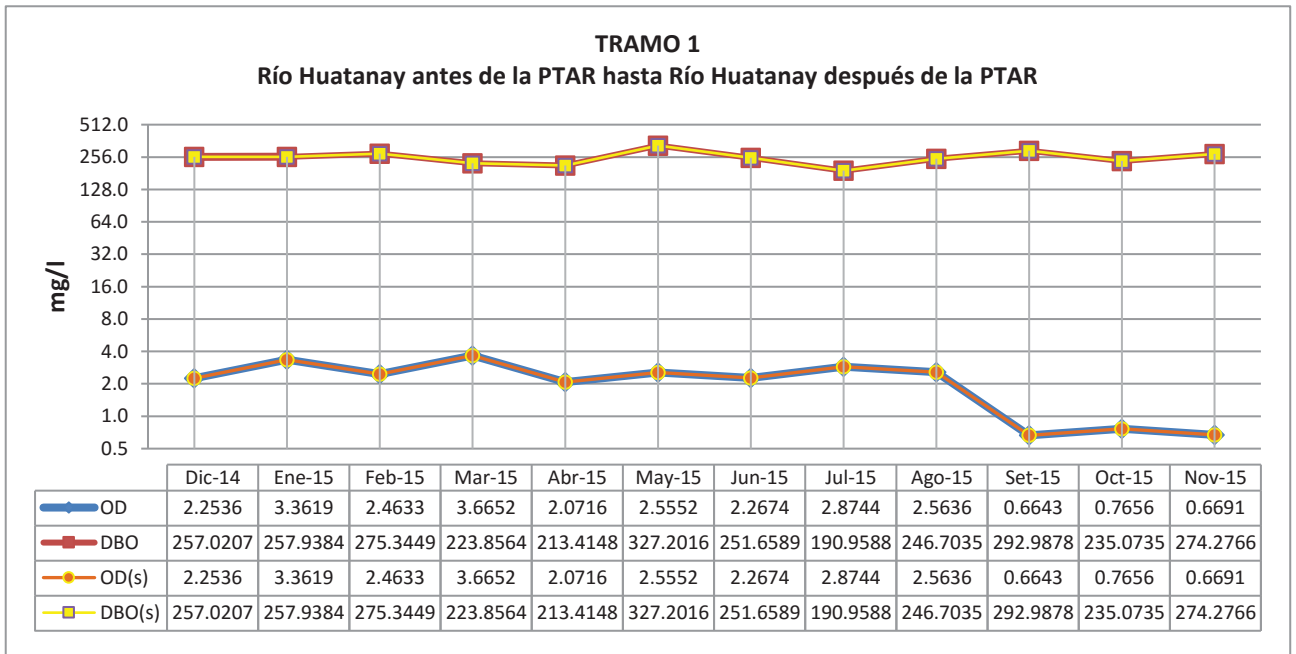
En los gráficos correspondientes a la simulación de la Sección 3: río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta río Huatanay antes de la PTAR:

En los tramos 1, 2 y 3 se eliminando el río Cachimayo y los vertimientos N° 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se observa que la disminución de los valores de DBO es mínima de la misma manera que los valores de OD, esto quiere decir que los aportes de las fuentes de agua no influyen significativamente sobre el cuerpo receptor a lo largo del año.

SECCIÓN 4

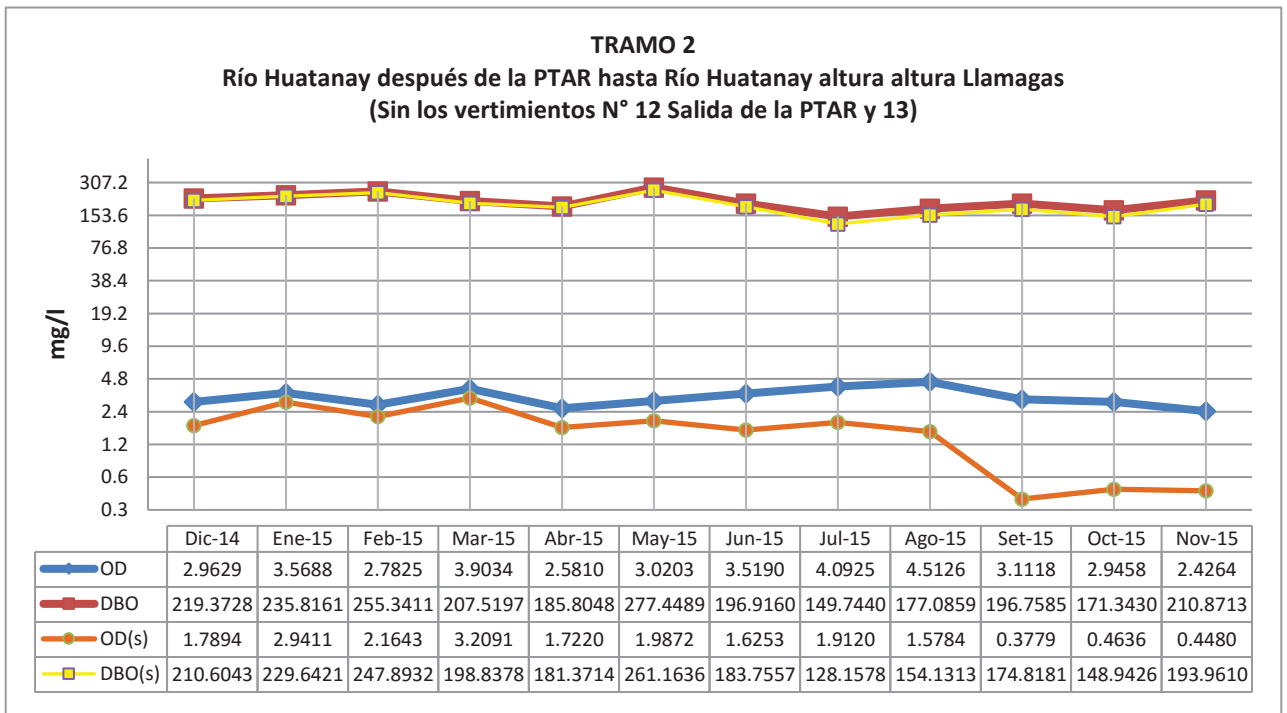
Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río Huatanay altura Puente Huasao

Gráfico 75: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



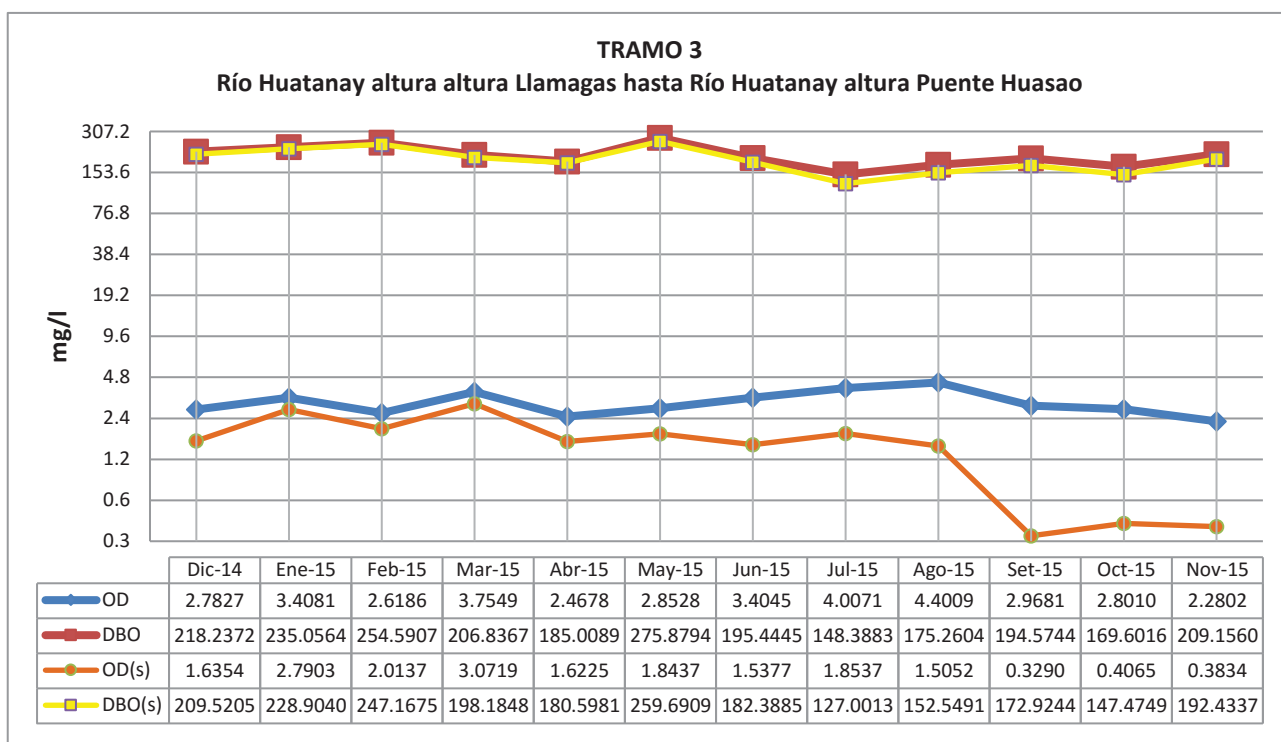
Fuente: Anexo 78.

Gráfico 76: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 78.

Gráfico 77: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



Fuente: Anexo 78.

En los gráficos correspondientes a la simulación de la Sección 4: río Huatanay antes de la PTAR hasta río Huatanay altura Puente Huasao

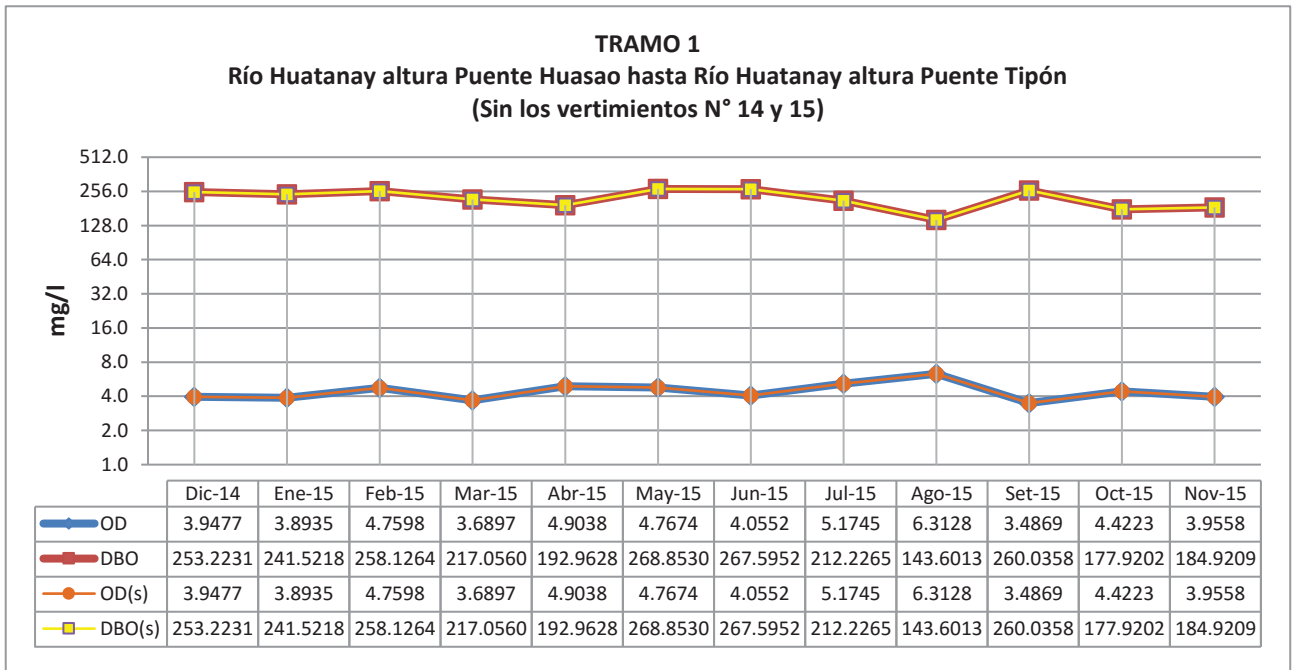
Se observa que en el tramo 1 no hay variación de la calidad, mientras que en el tramo 2, tras la eliminación del vertimiento N°12 Salida de la PTAR y N°13, los valores de DBO su disminución no es considerable, mientras que los valores de OD disminuyen también, pero en este caso prácticamente a la mitad a partir del mes de abril, por lo tanto, el aporte de la PTAR al río influye positivamente en la oxigenación de las aguas del río.

En cuanto al tramo 3 se observa el mismo efecto debido a la eliminación del aporte de la PTAR.

SECCIÓN 5

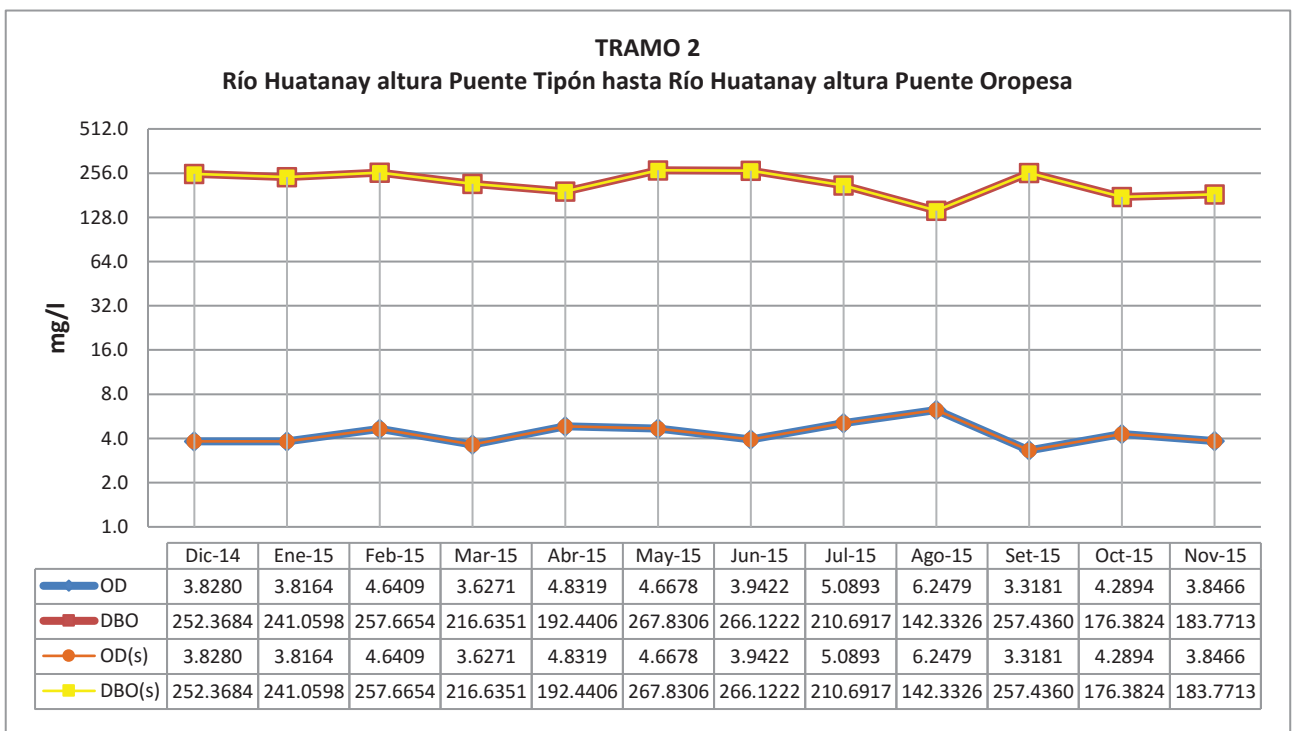
Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Huacarpay

Gráfico 78: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



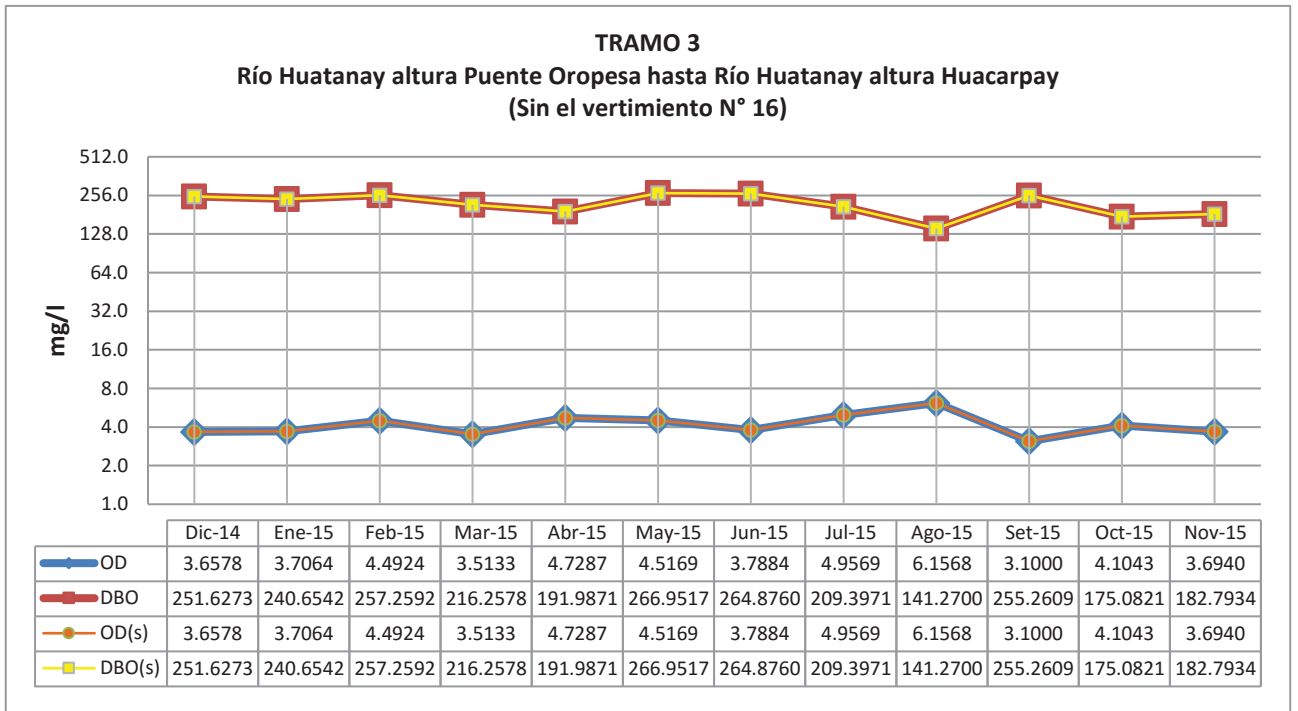
Fuente: Anexo 79.

Gráfico 79: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 2



Fuente: Anexo 79.

Gráfico 80: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 3



Fuente: Anexo 79.

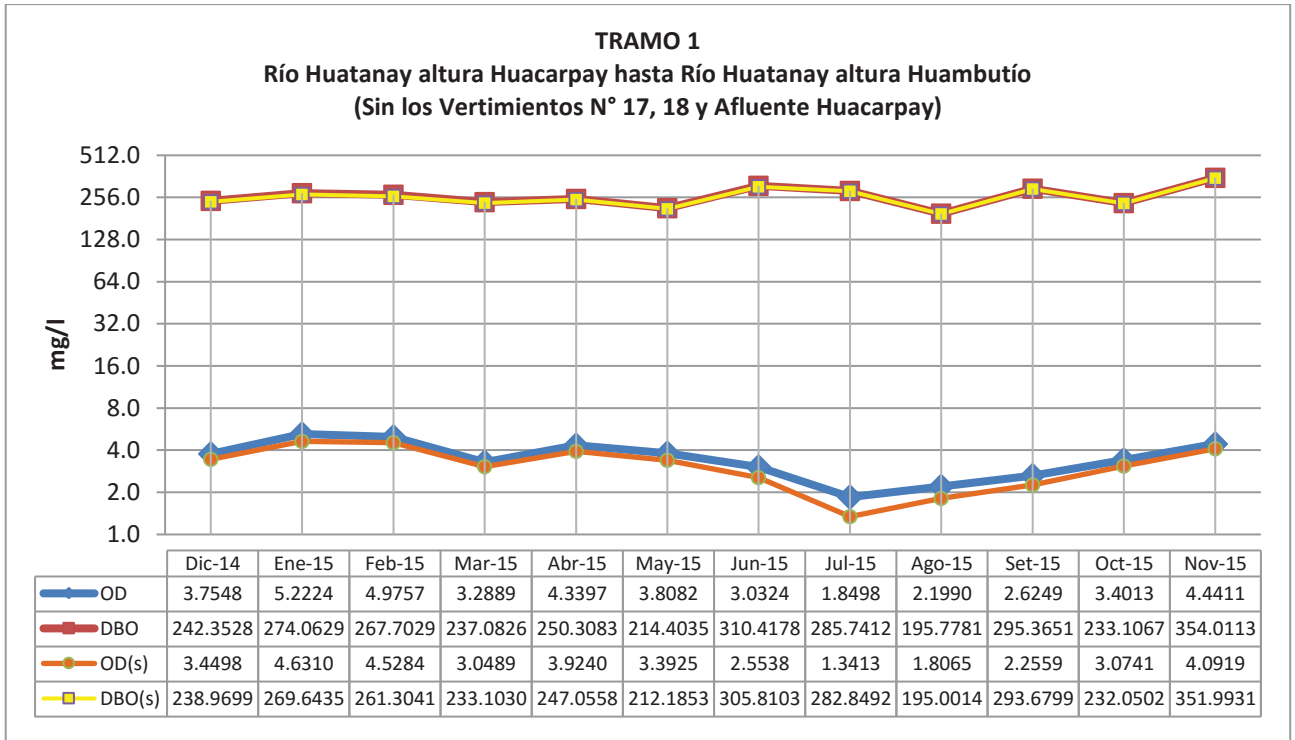
En los gráficos correspondientes a la simulación de la Sección 5: Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Huacarpay

En esta sección que incluye los tres tramos, eliminando los vertimientos N°14, 15 y 16, las condiciones del río no cambian debido a que ha perdido su capacidad de autodepuración por lo que no puede recuperarse naturalmente.

SECCIÓN 6

Río Huatanay altura Huacarpay hasta Río Huatanay altura Huambutío

Gráfico 81: Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno – Tramo 1



Fuente: Anexo 80.

En el gráfico correspondiente a la simulación de la Sección 6: río Huatanay altura Huacarpay hasta río Huatanay altura Huambutío, en este tramo con la eliminación de los vertimientos N° 17, 18 y afluente Huacarpay, no se observan cambios en la calidad muy significativos a excepción de una disminución de los valores de OD en el mes de junio.

5.6 INFLUENCIA DEL RÍO HUATANAY EN EL RÍO VILCANOTA COMO CUERPO RECEPTOR.

5.6.1 CAUDAL Y VELOCIDAD DEL RÍO VILCANOTA

Cuadro 72: Registro de velocidad y caudal de puntos de muestreo en el río Vilcanota - Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Caudal (Lt/s)	Velocidad (m/s)
1	Río Vilcanota aguas arriba	39000.00	2.50
2	Río Vilcanota aguas abajo	44000.00	2.00

Fuente: Registro de campo

El río Vilcanota incrementa su caudal 1.13 veces ya que a esta altura desemboca el río Huatanay; lo que también influye en la velocidad del río haciéndola más lenta debido al aumento de su densidad y la pendiente del río.

5.6.2 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL RÍO VILCANOTA

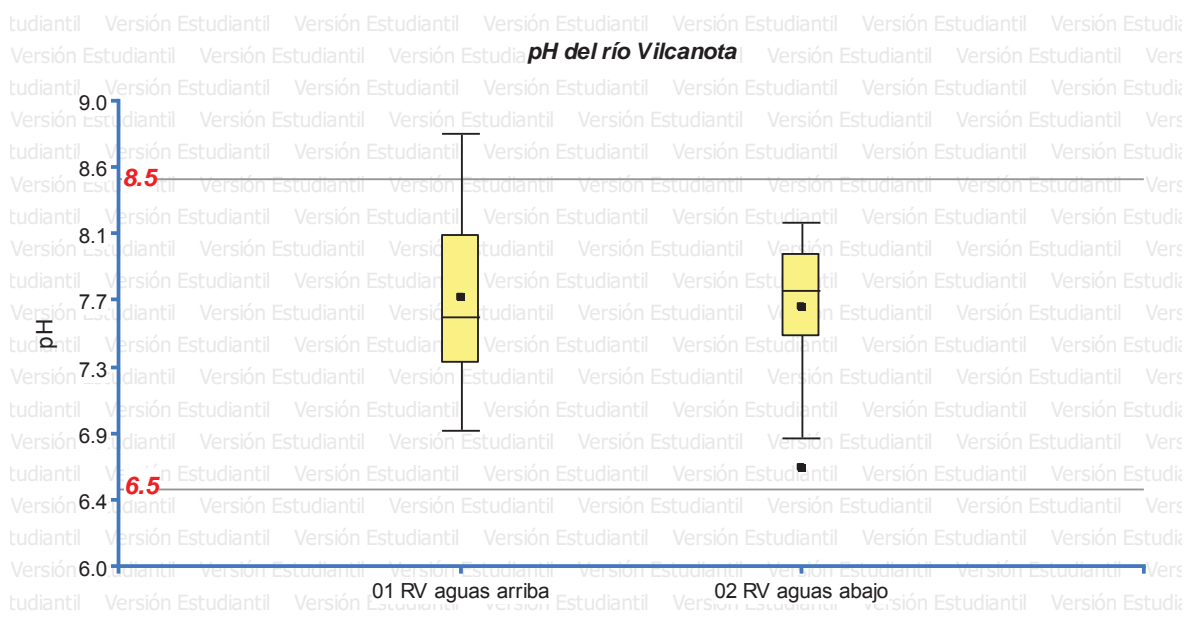
PARÁMETROS FÍSICOS DEL RÍO VILCANOTA

Cuadro 73: pH del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	pH						ECA	
		Promedio	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA min	ECA Max
1	Río Vilcanota aguas arriba	7.73	6.88	8.79	7.61	0.59	0.17	6.5	8.5
2	Río Vilcanota aguas abajo	7.67	6.63	8.22	7.78	0.50	0.14	6.5	8.5

Fuente: Registro de campo

Gráfico 82: pH del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 73

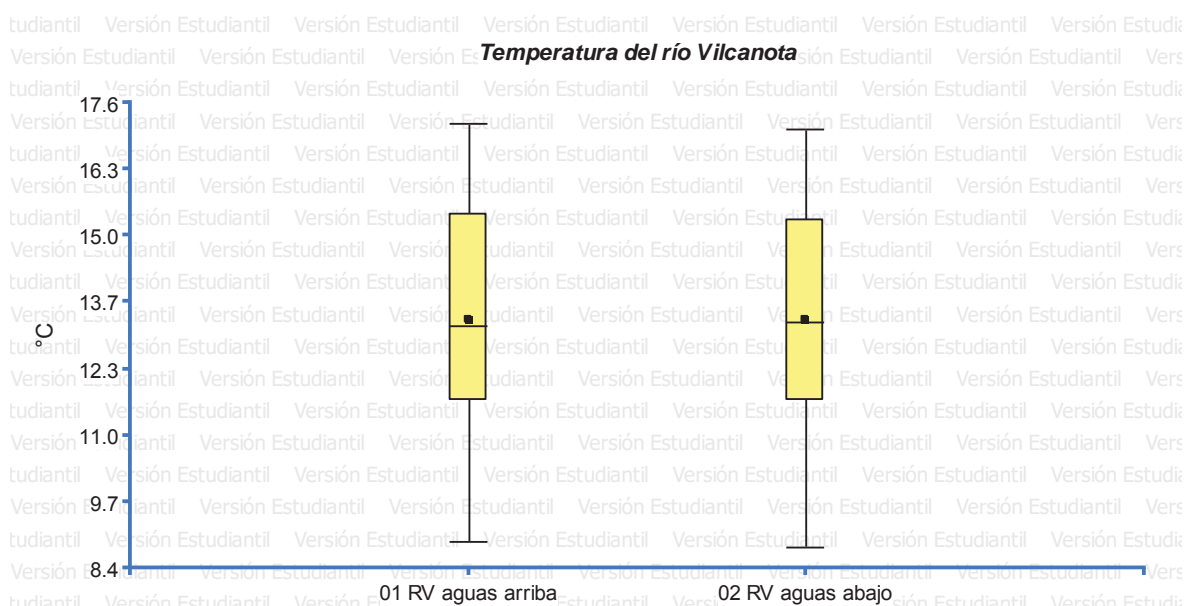
En el gráfico 82 se muestran los valores de pH para el río Vilcanota a lo largo del año, antes y después de la confluencia con el río Huatanay, donde se observa que el pH disminuye luego del aporte del río Huatanay, y a pesar de que la mayoría de los valores se encuentran dentro del rango de ECA, se tiene un valor máximo por encima del ECA para el Vilcanota aguas arriba.

Cuadro 74: Temperatura del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Temperatura					
		Promedio (°C)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	13.31	8.9	17.2	13.2	2.69	0.78
2	Río Vilcanota aguas abajo	13.30	8.8	17.1	13.3	2.72	0.78

Fuente: Registro de campo

Gráfico 83: Temperatura del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 74

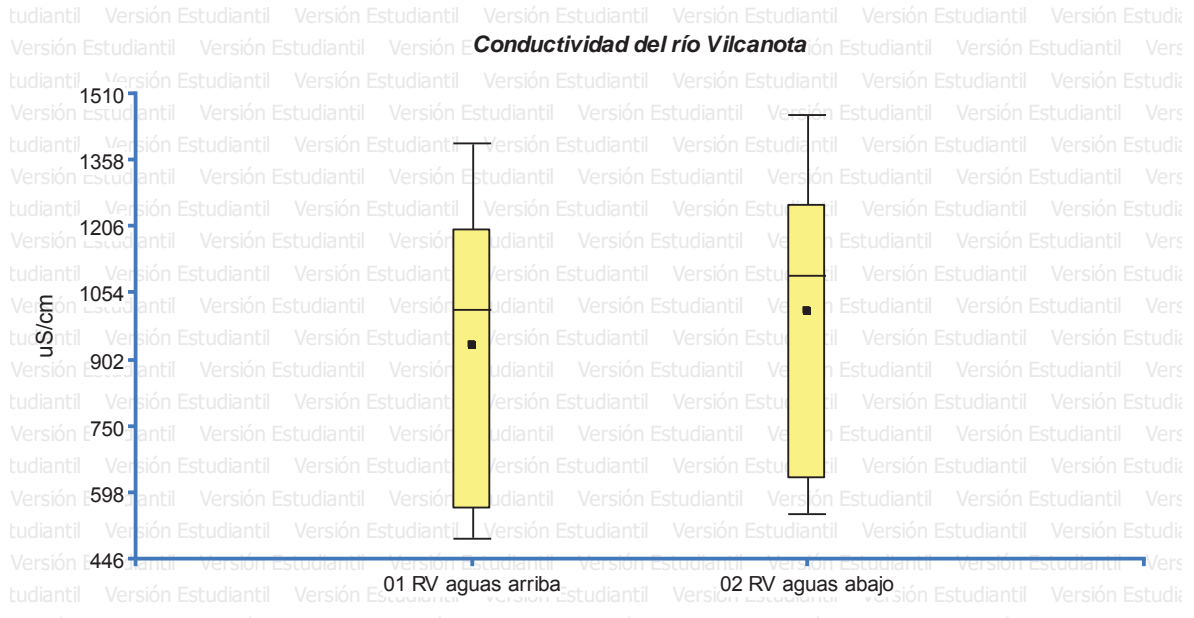
En el gráfico 83 se muestran los valores de Temperatura para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que sufre una ligera disminución en la temperatura luego del aporte del río Huatanay, sin embargo, no es significativa.

Cuadro 75: Conductividad del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Conductividad					
		Promedio (uS/cm)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	937	494	1400	1019	354	102
2	Río Vilcanota aguas abajo	1012	551	1462	1096	342	99

Fuente: Registro de campo

Gráfico 84: Conductividad del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 75

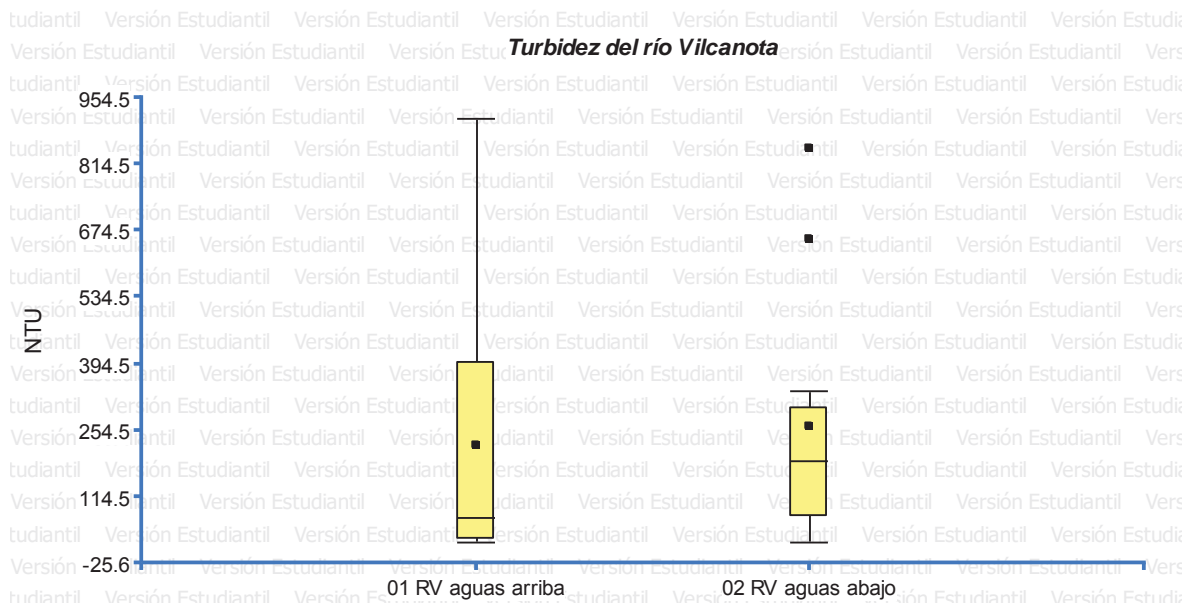
En el gráfico 83 se muestran los valores de Conductividad para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que un aumento luego del aporte del río Huatanay, de 937 ± 102 uS/cm aguas arriba a 1012 ± 99 uS/cm aguas abajo.

Cuadro 76: Turbidez del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Turbidez					
		Promedio (NTU)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	220.3	19.0	910.0	71.5	278.7	80.5
2	Río Vilcanota aguas abajo	260.7	19.1	846.0	188.5	256.8	74.1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 85: Turbidez del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 76

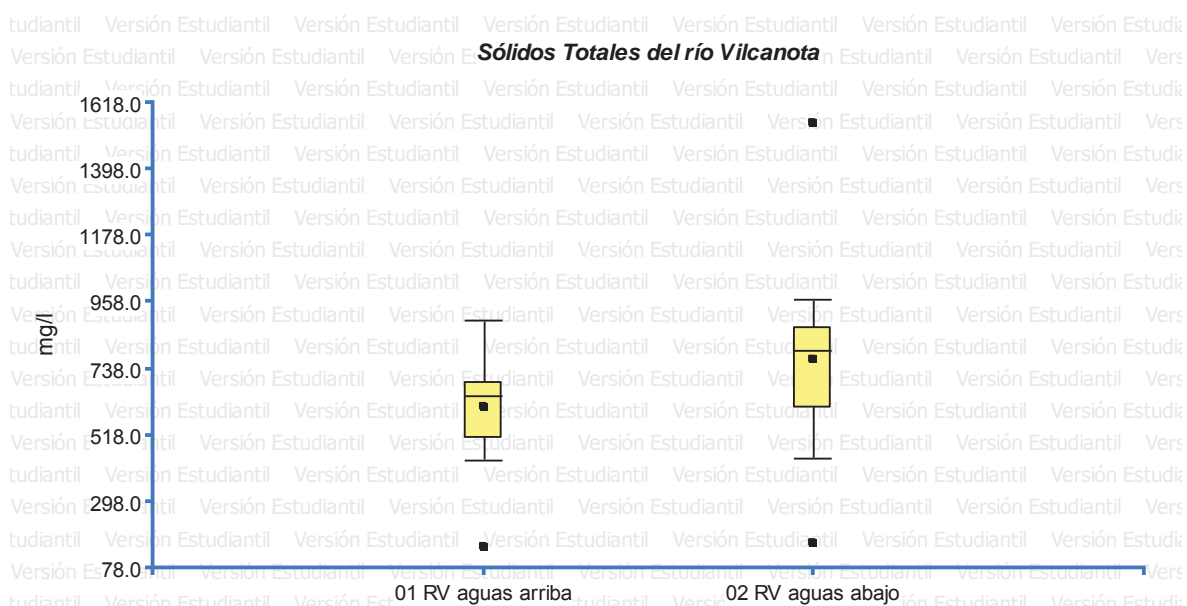
En el gráfico 84 se muestran los valores de Turbidez para el río Vilcanota a lo largo del año, donde la turbidez aumenta, aunque no significativamente luego del aporte del río Huatanay, de 220.3 ± 80.5 NTU aguas arriba a 260.7 ± 74.1 NTU aguas abajo.

Cuadro 77: Sólidos Totales del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Totales					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	609.3	148.0	898.0	650.0	203.4	58.7
2	Río Vilcanota aguas abajo	767.4	162.0	1548.0	796.8	335.8	96.9

Fuente: Registro de campo

Gráfico 86: Sólidos Totales del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 77

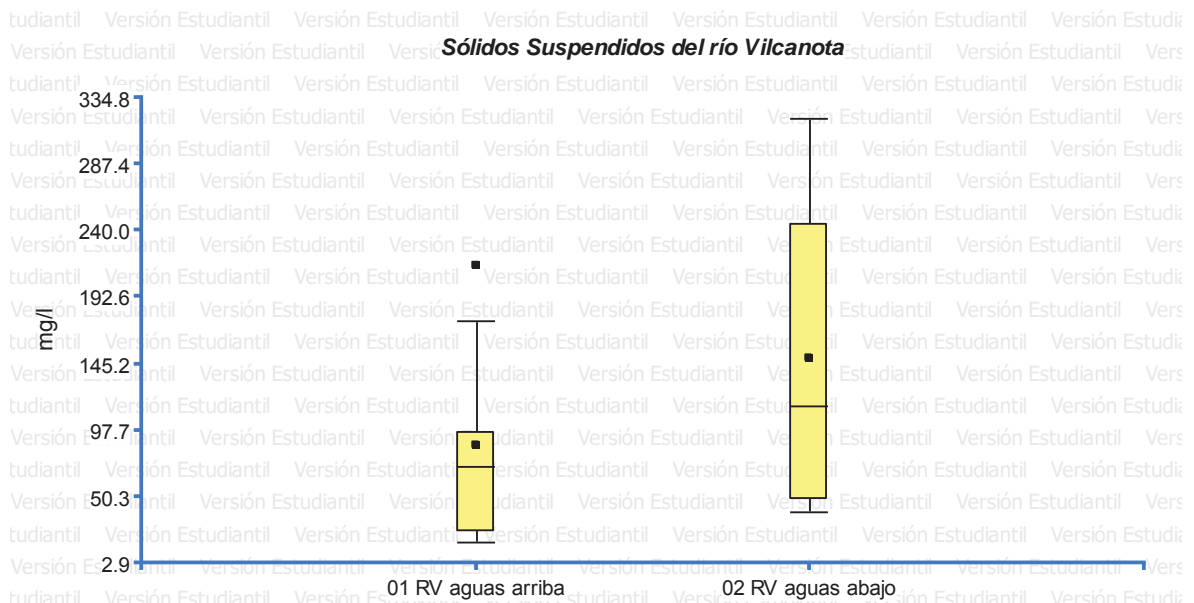
En el gráfico 86 se muestran los valores de Sólidos Totales para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa un aumento luego del aporte del río Huatanay, de 609.3 ± 58.7 mg/L aguas arriba a 767.4 ± 96.9 mg/L aguas abajo.

Cuadro 78: Sólidos Suspendidos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Suspendidos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	85.9	18.0	215.0	71.4	61.8	17.8
2	Río Vilcanota aguas abajo	148.1	40.0	319.7	114.4	108.4	31.3

Fuente: Registro de campo

Gráfico 87: Sólidos Suspendidos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 79

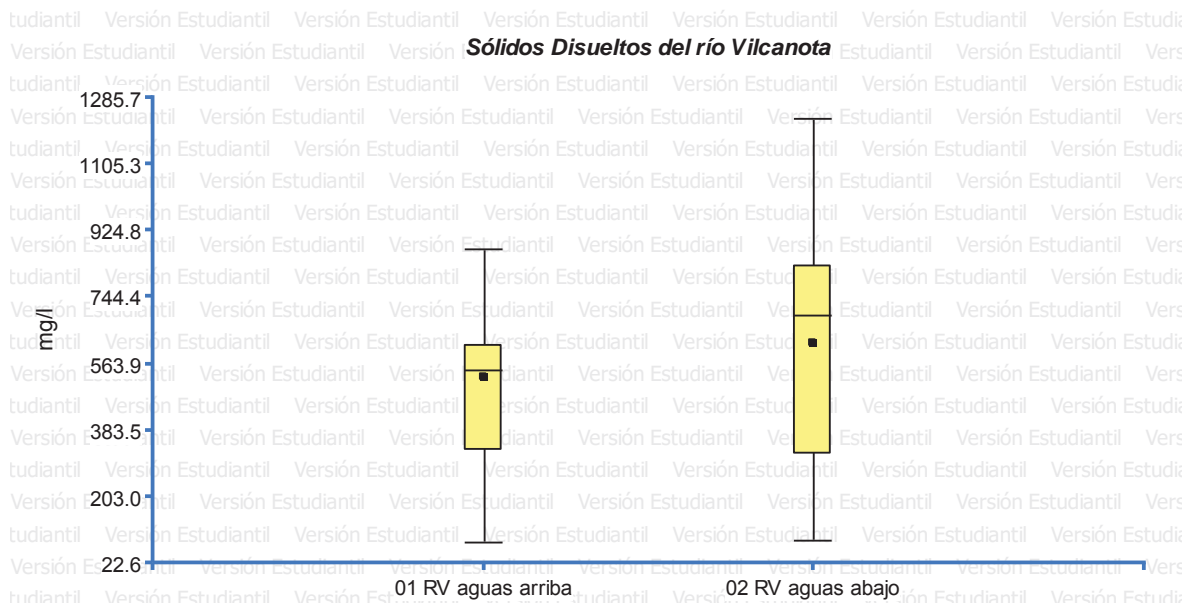
En el gráfico 87 se muestran los valores de Sólidos Suspendidos para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa un aumento importante de casi el doble luego del aporte del río Huatanay, de 85.9 ± 17.8 mg/L aguas arriba a 148.1 ± 31.3 mg/L aguas abajo.

Cuadro 79: Sólidos Disueltos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sólidos Disueltos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	523.4	80.0	873.0	547.6	234.2	67.6
2	Río Vilcanota aguas abajo	619.3	84.0	1228.3	695.8	342.2	98.8

Fuente: Registro de campo

Gráfico 88: Sólidos Disueltos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 79

En el gráfico 88 se muestran los valores de Sólidos Disueltos para el río Vilcanota a lo largo del año, observando que aumenta luego del aporte del río Huatanay, de 523.4 ± 67.6 mg/L aguas arriba a 619.3 ± 98.8 mg/L aguas abajo.

En cuanto a todos los parámetros físicos del río Vilcanota, el pH se encuentra entre los valores de ECA, mientras que los demás parámetros muestran un aumento en los valores respecto al aporte de río Huatanay, lo que quiere decir que después de la confluencia con el río Huatanay sus aguas influyen negativamente en la calidad del río Vilcanota.

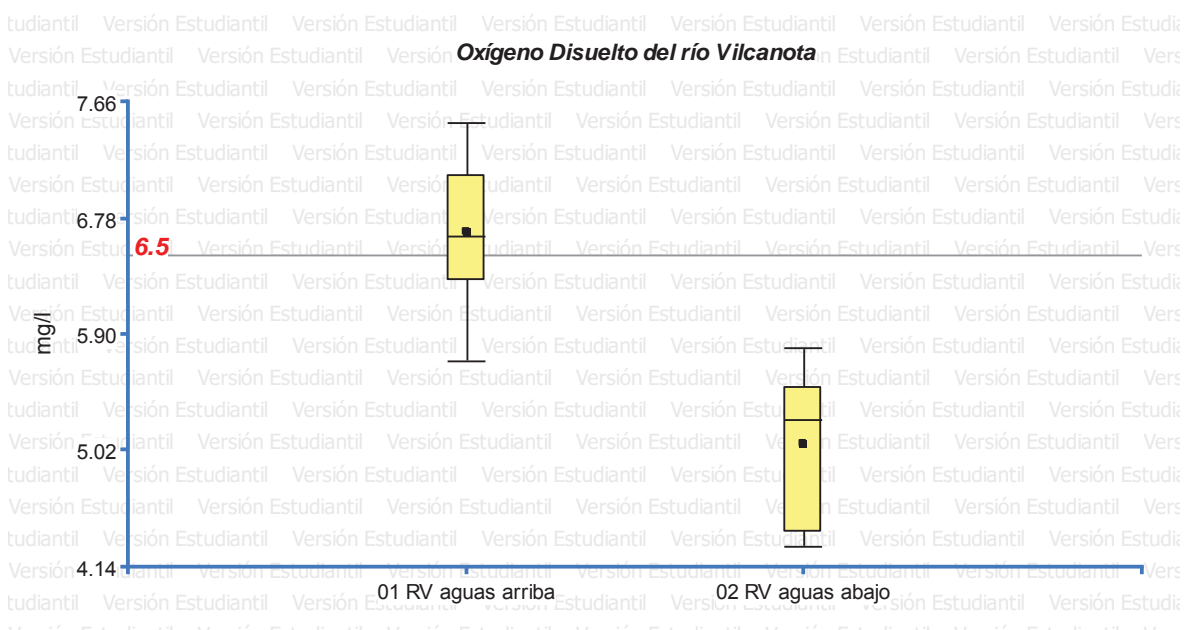
PARÁMETROS QUÍMICOS DEL RÍO VILCANOTA

Cuadro 80: Oxígeno Disuelto del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Oxígeno Disuelto						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	6.7	5.7	7.5	6.7	0.5	0.1	6.5
2	Río Vilcanota aguas abajo	5.1	4.3	5.8	5.3	0.5	0.2	6.5

Fuente: Registro de campo

Gráfico 89: Oxígeno Disuelto del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 80

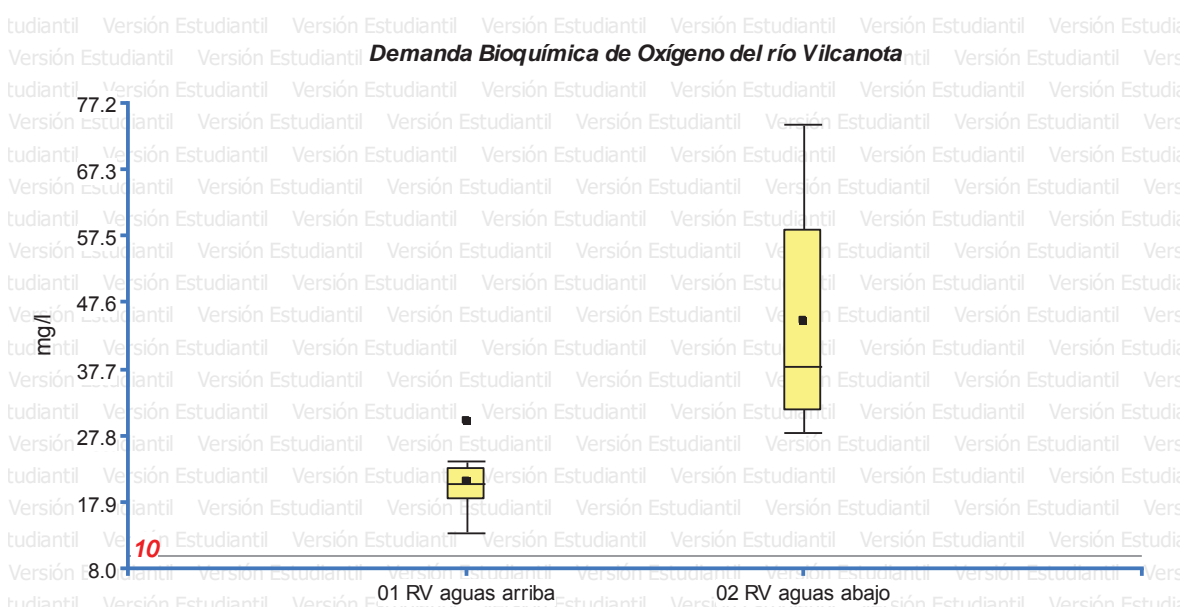
En el gráfico 89 se muestran los valores de Oxígeno Disuelto para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se ve claramente como los valores disminuyen drásticamente luego del aporte del río Huatanay, de 6.7 ± 0.1 mg/L aguas arriba a 5.1 ± 0.2 mg/L aguas abajo. Bajando así su calidad y el valor permitido por ECA.

Cuadro 81: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	20.9	13.4	30.0	20.7	4.1	1.2	10
2	Río Vilcanota aguas abajo	44.8	28.3	74.2	38.0	16.2	4.7	10

Fuente: Registro de campo

Gráfico 90: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 81

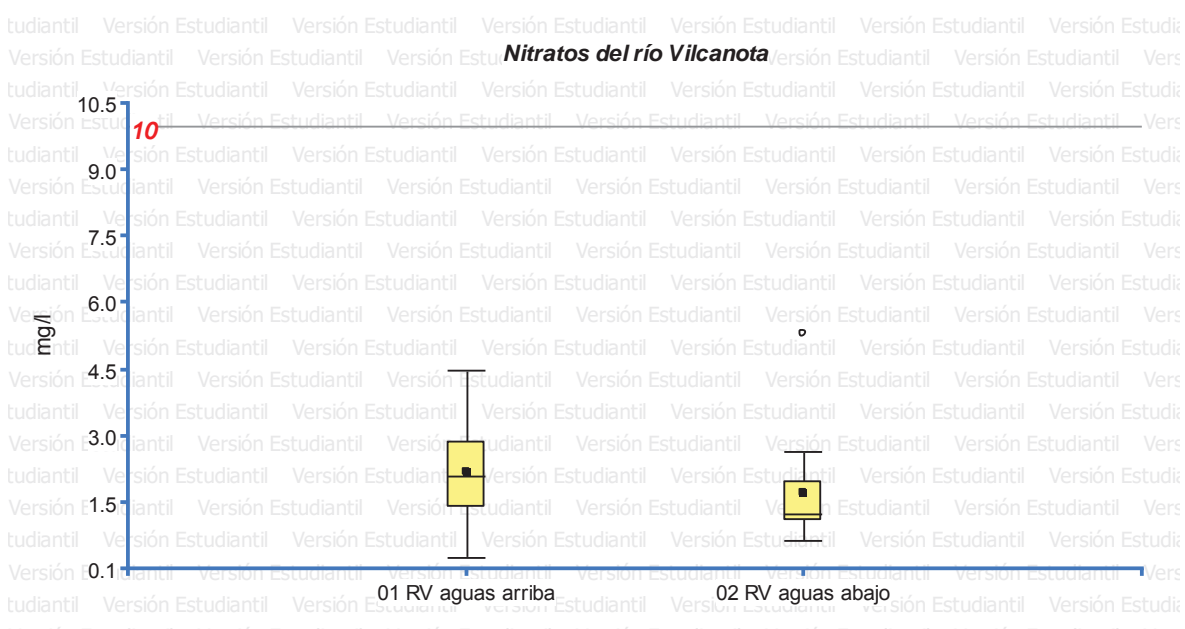
En el gráfico 90 se muestran los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa como los valores aumentan drásticamente luego del aporte del río Huatanay, de 20.9 ± 1.2 mg/L aguas arriba a 44.8 ± 4.7 mg/L aguas abajo. Sin embargo, la calidad antes y después está por encima del ECA.

Cuadro 82: Nitratos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Nitratos						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	2.2	0.3	4.5	2.1	1.2	0.3	10
2	Río Vilcanota aguas abajo	1.8	0.7	5.3	1.3	1.3	0.4	10

Fuente: Registro de campo

Gráfico 91: Nitratos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 82

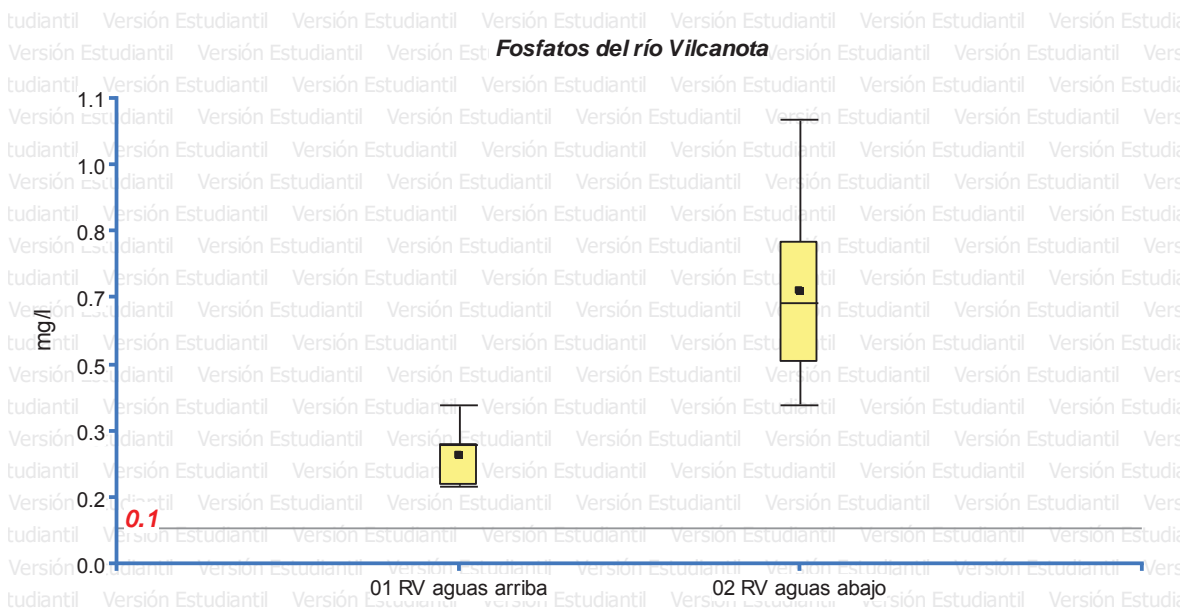
En el gráfico 91 se muestran los valores de Nitratos para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que los valores disminuyen luego del aporte del río Huatanay, de 2.2 ± 0.3 mg/L aguas arriba a 1.8 ± 0.4 mg/L aguas abajo, estando debajo del ECA.

Cuadro 83: Fosfatos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Fosfatos						
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1
2	Río Vilcanota aguas abajo	0.7	0.4	1.1	0.7	0.2	0.1	0.1

Fuente: Registro de campo

Gráfico 92: Fosfatos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 83

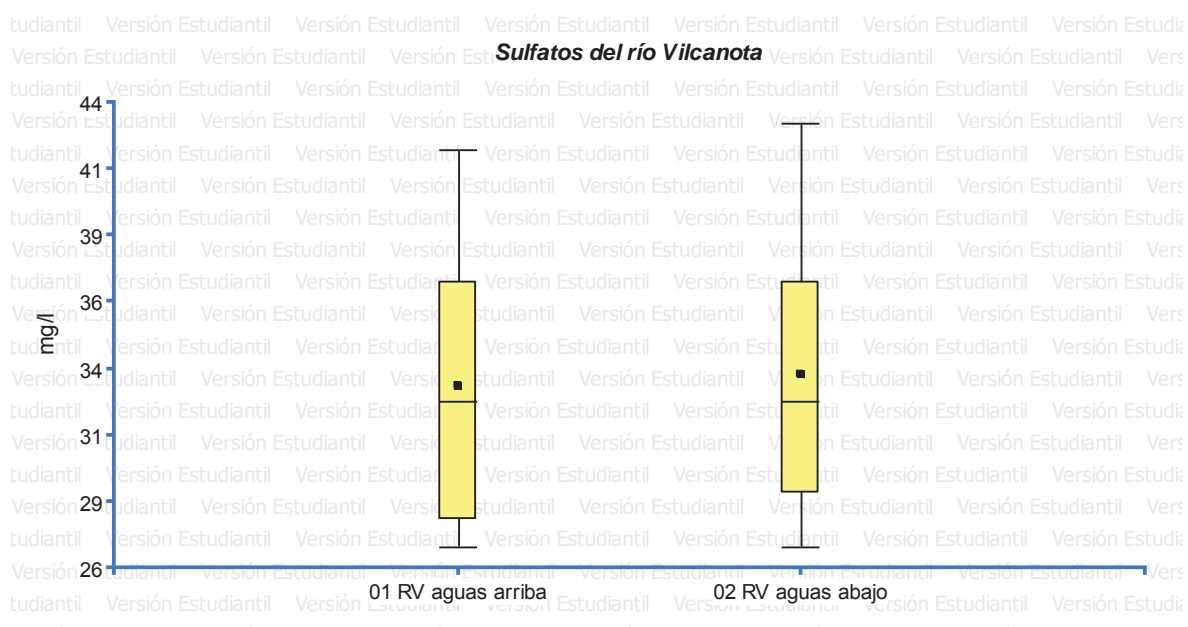
En el gráfico 92 se muestran los valores de Fosfatos para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que los valores aumentan tras el aporte del río Huatanay, de 0.3 ± 0.0 mg/L aguas arriba a 0.7 ± 0.1 mg/L aguas abajo, estando por encima del ECA.

Cuadro 84: Sulfatos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Sulfatos					
		Promedio (mg/L)	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar
1	Río Vilcanota aguas arriba	32	27	42	33	5	2
2	Río Vilcanota aguas abajo	35	27	43	33	5	2

Fuente: Registro de campo

Gráfico 93: Sulfatos del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 84

En el gráfico 93 se muestran los valores de Sulfatos para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que los valores aumentan tras el aporte del río Huatanay, de 32 ± 2 mg/L aguas arriba a 35 ± 2 mg/L aguas abajo, sin embargo, no es un aumento importante.

Para el caso de los parámetros químicos, se observa como la influencia del río Huatanay en el Vilcanota hace que se produzca un aumento en los valores y baje la calidad del río.

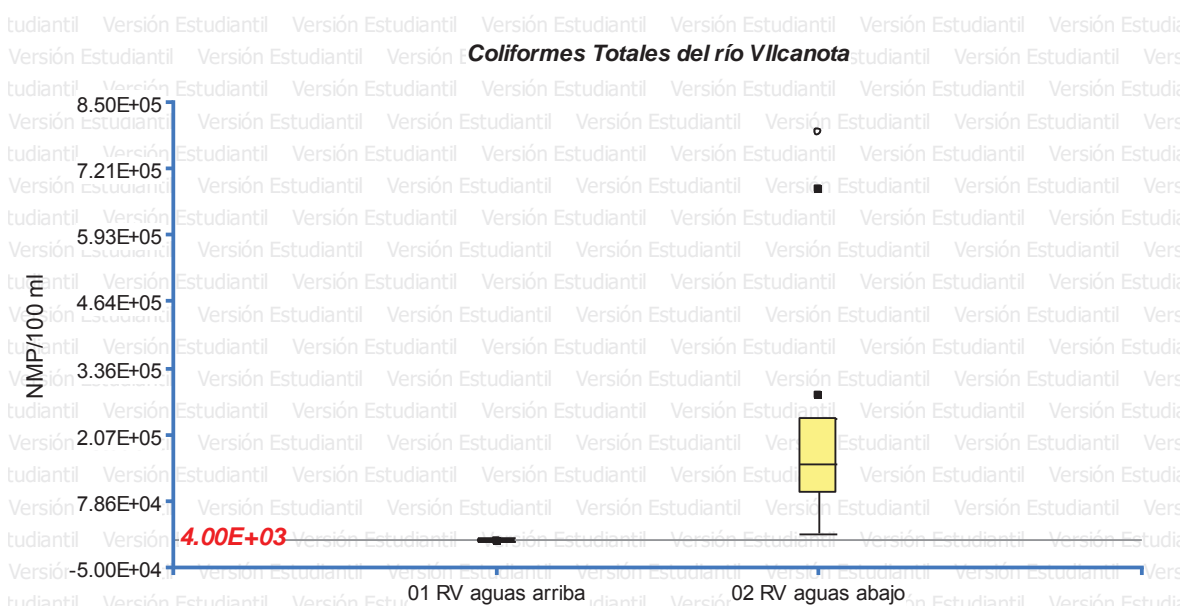
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DEL RÍO VILCANOTA

Cuadro 85: Coliformes Totales del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Totales						
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	2.64E+03	7.00E+02	6.80E+03	2.00E+03	1.94E+03	5.60E+02	4.00E+03
2	Río Vilcanota aguas abajo	2.83E+05	1.50E+04	7.90E+05	1.50E+05	2.93E+05	8.45E+04	4.00E+03

Fuente: Registro de campo

Gráfico 94: Coliformes Totales del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 85

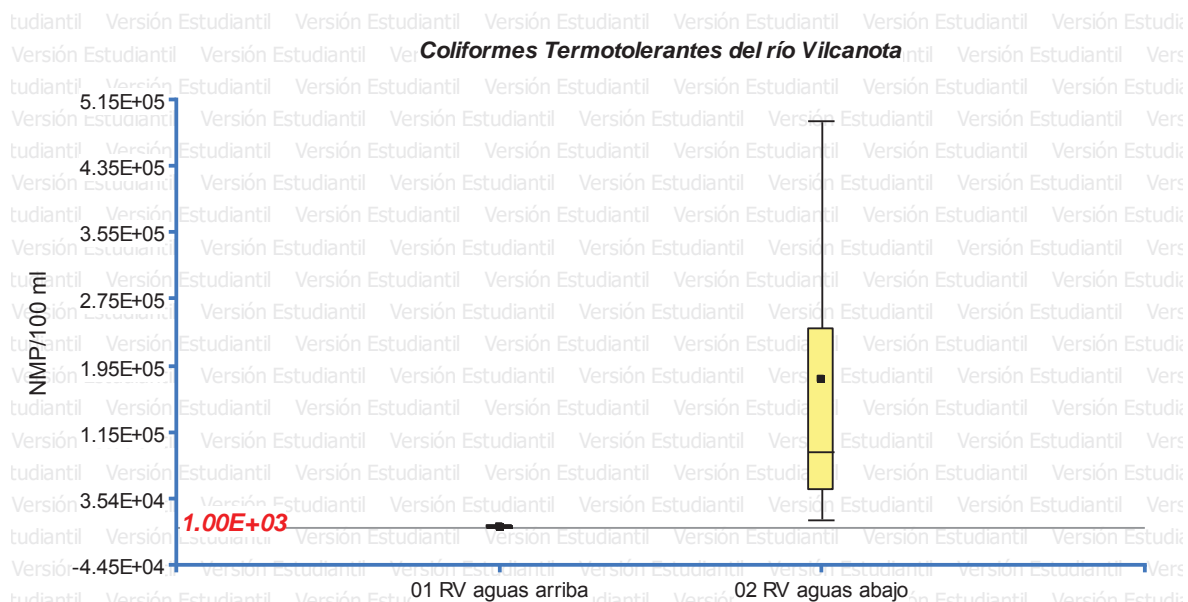
En el gráfico 94 se muestran los valores de Coliformes Totales para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que los valores aumentan tras el aporte del río Huatanay, de $2.64E+03 \pm 5.60E+02$ NMP/100 ml aguas arriba a $2.83E+05 \pm 8.45E+04$ NMP/100 ml aguas abajo, en este caso el río Vilcanota aguas arriba presentaba valores por debajo del ECA, sin embargo, luego del aporte los coliformes totales aumentan bajando la calidad del río.

Cuadro 86: Coliformes Termotolerantes del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Coliformes Termotolerantes						
		Promedio NMP/100 ml	Mín.	Max	Mediana	Desviación Estándar	Error Estándar	ECA
1	Río Vilcanota aguas arriba	1.97E+03	0.00E+00	4.00E+03	2.00E+03	1.40E+03	4.05E+02	1.00E+03
2	Río Vilcanota aguas abajo	1.79E+05	9.00E+03	4.90E+05	9.30E+04	1.81E+05	5.23E+04	1.00E+03

Fuente: Registro de campo

Gráfico 95: Coliformes Termotolerantes del río Vilcanota: Periodo diciembre 2014 – noviembre 2015



Fuente: Cuadro 86

En el gráfico 95 se muestran los valores de Coliformes Termotolerantes para el río Vilcanota a lo largo del año, donde se observa que los valores aumentan tras el aporte del río Huatanay, de $1.97E+03 \pm 4.05E+02$ NMP/100 ml aguas arriba a $1.79E+05 \pm 5.23E+04$ NMP/100 ml aguas, aquí se observa que a pesar que ambos valores se encuentran por encima del ECA, el aporte del río Huatanay aumenta la concentración de coliformes termotolerantes y por ende baja la calidad del Vilcanota.

IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIAS DEL RIO VILCANOTA

Cuadro 87: Diversidad de especies de enterobacterias del río Vilcanota - Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	PUNTOS DE MUESTREO	ÉPOCA DE LLUVIAS		ÉPOCA DE SECAS	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Citrobacter diversus</i>
1	Río Vilcanota aguas arriba	x		x	
2	Río Vilcanota aguas abajo	x	x	x	x

Fuente: Anexo 58

En el cuadro 87 se observan las especies de enterobacterias encontradas en el río Vilcanota antes y después de la desembocadura del río Huatanay, obtenidas tanto en la época de lluvias como en la de secas; para ambas temporadas se observa que la bacteria más recurrente es *Escherichia coli*, es decir la bacteria que aparece para ambas épocas en ambos puntos, sin embargo se observa también que *Citrobacter diversus* aparece después de la desembocadura es decir en el río Vilcanota aguas abajo para ambas épocas, esto significa que el río Huatanay al verter sus aguas al Vilcanota aporta también carga microbiana.

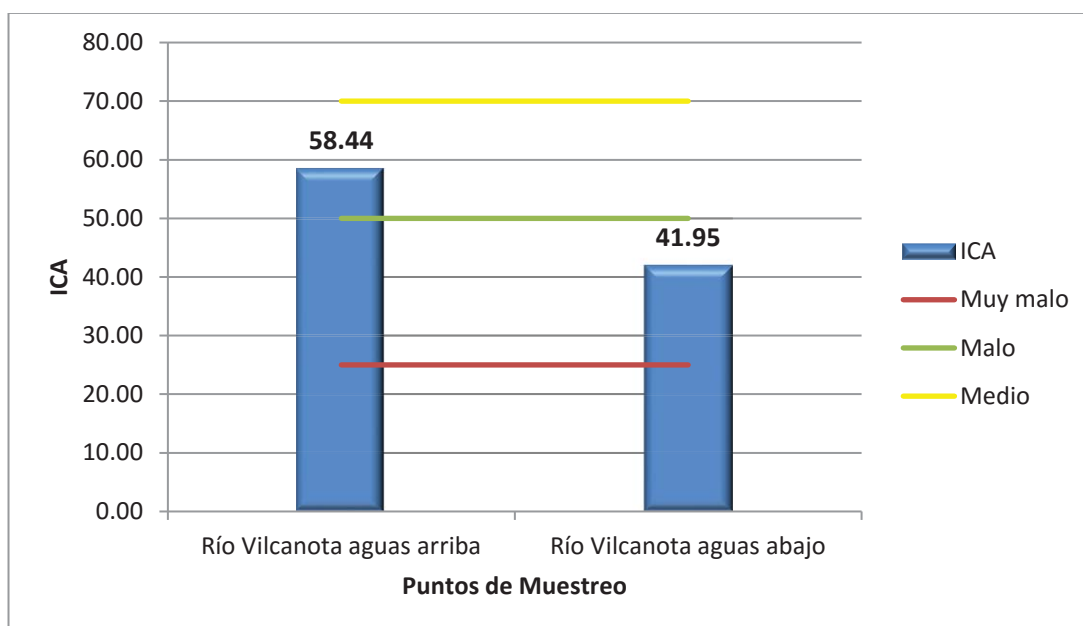
ICA DEL RIO VILCANOTA

Cuadro 88: ICA del río Vilcanota- Diciembre 2014 a Noviembre 2015

N°	Puntos de Muestreo	Promedio	Valor Cualitativo
1	Río Vilcanota aguas arriba	58.44	Medio
2	Río Vilcanota aguas abajo	41.95	Malo

Fuente: Anexo 63, 64.

Gráfico 96: ICA del río Vilcanota



Fuente: Anexo 63, 64.

El cuadro 88 muestra el ICA del río Vilcanota aguas arriba y aguas abajo donde el comportamiento promedio de los ICA a lo largo del año donde los valores disminuyen de 58.44 a 41.95, después de su confluencia con el río Huatanay, el impacto que ocasiona el río Huatanay aguas abajo del río Vilcanota es notorio mostrando un valor cualitativo de MEDIO a MALO como se observa en el gráfico 96.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

1. Hidráulicamente el caudal del río Huatanay en la zona alta es de 393.75 L/s en la zona media de 2250 L/s y en la zona baja de 4275 lt/s siendo ésta la de mayor caudal a lo largo del río y su velocidad varía de 0.42 m/s a 1.11m/s desde la naciente hasta la desembocadura.
2. Los valores de, pH, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y termotolerantes se encuentran por encima de los valores establecidos de ECA, sin embargo, las concentraciones de oxígeno disuelto en la mayoría de los puntos de muestreo a lo largo del río se encuentran dentro de los valores de ECA. En cuanto a los afluentes Chocco, Cachimayo y Pumamarca presentan mayor concentración de oxígeno disuelto; el río Saphy y Qorimachaquayniyoc presentan mayor valor de demanda bioquímica de oxígeno y coliformes totales y termotolerantes, mientras el afluente Huacarpay presenta el menor valor de coliformes. En tanto que la mayoría de los vertimientos presentan concentraciones fuertes de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, disueltos y suspendidos y concentraciones medias de coliformes totales.
3. Dentro de las enterobacterias presentes en el río Huatanay, *Escherichia coli* es la más recurrente, y entre las bacterias de mayor riesgo se encontró a *Yersinia pestis* y *Vibrio cholerae*. En los afluentes *Escherichia coli* también es la más recurrente y entre las de mayor riesgo *Klebsiela pneumoniae*. En los vertimientos se identificó a *Escherichia coli* como la más recurrente; y entre las de mayor riesgo *Enterobacter cloacae*, *Klebsiela pneumoniae*, *Salmonella tiphy*, *Salmonella paratyphi*, *Shygella*, *Vibrio cholerae* y *Yersinia enterocolitica*. *Klebsiela pneumoniae*.
4. Se determinó que el Índice de Calidad – ICA del río Huatanay es MALO y el ICA de los afluentes va de MEDIO a MALO.

5. A partir del modelamiento y simulación del comportamiento del oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno del río Huatanay, se determinó que, a pesar de quitar los afluentes y vertimientos al río, este no llega a recuperar sus características originales por haber perdido su capacidad de autodepuración. Por otro lado, se concluyó que el río Saphy es el mayor aportante de contaminación mientras que PTAR ayuda a la oxigenación de las aguas del río.

6. Mediante los resultados de las evaluaciones, se determinó que el río Huatanay influye negativamente en la calidad del río Vilcanota

RECOMENDACIONES

- Realizar evaluación parasitológica de las aguas del río Huatanay desde la naciente hasta su desembocadura.
- Evaluar la prevalencia de las enterobacterias bacterias de mayor riesgo en el río Huatanay.
- Realizar un estudio detallado de la calidad del río Saphy hasta el punto de vertido en el ovalo Pachacútec.
- Realizar un estudio de modelamiento incluyendo los sedimentos depositados en el fondo del río.
- Por la casi nula capacidad de autodepuración del río Huatanay se debe hacer proyectos de tratamiento de sus aguas en cada distrito.
- Eliminar los vertimientos que aún existen a lo largo del río.
- Tratar las aguas de los mayores puntos de contaminación como son el río Saphy y Qorimachaquayniyoc.
- Realizar un tratamiento más fuerte de las aguas que son vertidas al río tratadas por la PTAR que si bien oxigenan y facilitan la disolución de la materia
- Instalar sistemas de monitoreo de la calidad automatizada a lo largo del río.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2009). *Tratamiento Sanitario de Aguas Residuales*. Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/media/496331/tratamiento%20sanitario%20de%20aguas.pdf>
- ANA. (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*. Lima.
- Apella, M., & Araujo, P. (2005). *Microbiología de Aguas, Aspectos Biológicos en la Calidad del Agua*. Buenos Aires, Argentina.
- APHA, AWWA, & WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. New York: 21.
- APHA-AWWA-WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. New York.
- Atilio de la Orden, E. (2002). *Contaminación, área de ecología para la Ingeniería Agronómica e Ingeniería del Paisaje*. México.
- Bailón, L. L. (2003). *Atlas de oruebas bioquímicas para identificar bacterias*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores de Saragoza. México.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Basica y Aplicada, grupo de investigacion en transporte de sedimentos*.
- Bazán, R y col. (2005) Teledetección y modelado numérico para el análisis de la calidad del embalse los Molinos, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación Y Turismo Sostenible. *Turismo Ecológico*.
- Brown, R. (1970). *A wáter quality index do We dare, Water and Senage Works*. Boston.
- Cáceres, A. I. (1994) Comparación preliminar de dos técnicas para la investigación de Salmonella aislada de aguas servidas (Río Huatanay).

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.

Camacho, L. A. y col. (2000) Modelación dinámica de la calidad del agua del río Bogotá, Colombia.

Centro Guaman Poma de Ayala . (2004). *Salvemos el Huatanay, Una prioridad para la vida en el Valle del Cusco*. Cusco.

Delgado, C. M. (2012). *Identificación de bacterias mas frecuentes causantes de IVU en mujeres de edad fértil que acuden a los laboratorios de servicios de salud de la UNL*.

Espinoza, P. (2008) Modelamiento de la parte baja del río Palo- Cauca, Colombia.

ECOAN. (2006). *Humedales de Ramsar*. Cusco.

Eddy, & Metcalf. (1995). *Ingeniería de aguas residuales : tratamiento, vertido y reutilización*. Madrid: McGraw-Hill.

EPA. (2007). *Guidelines Establishing Test Procedures for the Analysis of Pollutants Under the Clean Water Act: national Primary Drinking Water regulations; and National Secondary Drinking Water Regulations; Analysis and Sampling Procedures*.

Felicísimo, A. M. (2003). *Conceptos Básicos, Modelos y Simulacion*.

Fernández, Y. J. (2009). *La recuperación de ríos en entornos urbanos: El caso del río Zadorra en Victoria Gateiz “Criterios y técnicas para la recuperación de ríos en entornos urbanos”*. Madrid.

Gerad, K. (1999). *Ingeniería Ambiental, Tecnología y Sistemas de Gestion*. España.

Gobierno Regional Cusco. (2012). *PROYECTO FORTALECIMIENTO DEL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA REGIÓN DEL CUSCO; EXPEDIENTE TECNICO DE LA CARACTERIZACION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS Y DEL*

INVENTARIO DE RECURSOS METÁLICOS, NO METÁLICOS, Y PELIGROS GEODINAMICOS. Cusco.

- Gómez, M., & Hontoria, E. (2003). *Técnicas analíticas en el control de la ingeniería ambiental*. Granada: Universidad de Granada.
- González, C. (1997) Investigación bacteriológica de las aguas del río Vilcanota, Universidad de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de valijas viajeras, velocidad y caudal. *Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos*.
- Gracia, S. J., & Maza, A. J. (2009). *Manual de Ingeniería de Ríos, Morfología de Ríos*. Perú.
- HACH. (2014). *Water Analysis Manual*. Colorado.
- IMA. (2012). *Proyecto Huatanay*. Cusco.
- INDECI. (2004). *Estudio del Mapa de Peligros de la Ciudad del Cusco*. Cusco.
- INEI. (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*.
Obtenido de <http://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (2012). *INEI 201 Anuario de Estadísticas Ambientales, Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales*. Perú.
- INRENA. (1995). *MAPA ECOLÓGICO DEL PERÚ - Guía Explicativa*. Lima.
- Lenntech. (2006). *Agua Residual y Purificación del agua*. Holanda: Holding J.V.
- Mamani, R. y Quispe, G. (2013). Evaluación de las descargas de aguas residuales en el río Vilcanota, tramo; Sicuani- Ollantaytambo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.
- MacFaddin, J. (2003). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. Argentina: Medica Panamericana.

- Mendo, M. (2005). *Medios de Cultivo en Microbiología - Manual de Laboratorio*. Lima: Laborales SRL.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater engineering : treatment and reuse* . Boston: McGraw-Hill.
- Metcalf, & Eddy. (1993). *Ingeniería de Aguas Residuales, VOL 1, PAG 97*. Mc Graw Hill.
- OEFA. (Abril de 2004). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/publicaciones/aguas-residuales>
- OMS. (2003). *Total dissolved solids in drinking water, documento de referencia para la elaboración de las guías de la OMS para la Calidad del Agua Potable*. Ginebra, Suiza.
- OMS. (2012). *Oxígeno Disuelto, Documento de referencia para la elaboración de las guías de la OMS para la Calidad del Agua Potable*. Ginebra: 2da, Vol. I.
- OPS, & OMS. (1980). *Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Nitratos, Nitritos y compuestos N- nitroso. Criterios de salud ambiental*. Suiza.
- Orozco, A. (2005). *Bioingeniería de aguas residuales: teoría y diseño*. Bogotá: Acodal.
- Reolon, L. (2010). *Programa de Formación Iberoamericana en Materia Agua, Calidad de las aguas, Índices de Calidad de Aguas*. Buenos Aires, Argentina.
- Revista Ambientum. (Marzo de 2002). *Revista Ambientum*. Obtenido de http://www.ambientum.com/revista/2002_11/AUTDPRCNGS3.asp
- RIPD. (2011). RED IBEROAMERICANA DE POTABILIZACION Y DEPURACION DEL AGUA, AGUA POTABLE PARA COMUNIDADES RURALES, REUSO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.

- Romero, J. (2007). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2007). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: TEORIAS Y PRINCIPIOS DE DISEÑO*. Colombia: 3RA.
- Sabater, S., & Elosegui, A. (2009). *Conceptos y Técnicas de Ecología Fluvial*. Bilbao: BBVA.
- Salazar, J. (2002). Nitrógeno en el Agua. *Revista Ambientum*. España.
- Santos, T. y Camacho, L. A. (2009). Modelación dinámica de la calidad del agua con efluentes de curtiembres. Estudio caso de cuenca alta del río Bogotá, Colombia.
- Sawer, C., Mccarty, P., & Parkin, G. (1994). *Chemistry for Enviromental Engineering*. New York: Mc Graw Hill 4ta.
- Seóanez, M. (1995). *Aguas residuales urbanas : tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Simgler, W. A., & Bauder, J. (2003). *Programa de extemsi3n en Calidad del Agua, Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales*. Montana.
- Taha, A. H. (2011). *Investigaci3n de Operaciones*. Ed. Alfaomega.
- Tapia, R. G., Molina, A. J., P3rez, M. B., & Torres, A. A. (2012). *Metodolog3a para la medici3n de la velocidad de flujo en un r3o en el Diagn3stico de socavaci3n en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electr3nico*. M3xico.
- Temprado, S. (1996). *Arres : un manantial de agua y fuente de vida*. Arres: Ayuntamiento de Arres.
- Torres. (2012).
- UNEP. (2005). *United Nations Environment Programe, Questionaire on Environment Statics*. New York.

Universidad de Pamplona. (2008). *ICATest v1.0.0.44 Una herramienta para la valoración de la calidad del agua*. Pamplona.

Universidad Nacional de Córdoba. (Agosto de 2016). *InfoStat Software Estadístico*. Obtenido de <http://www.infostat.com.ar>

Universidad Politécnica de Valencia. (16 de Agosto de 2015). *AQUATOOL*. Obtenido de http://www.upv.es/aquatool/es/index_es.html

Valcárcel, L. (2010). Modelamiento de la calidad del agua en el segmento medio del río Luyanó, La Habana, Cuba.

Vélez, C. y col. (2001). Modelación de la calidad del agua del río Cauca, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales, Universidad del Valle. Colombia.

Wetzel, R. (2001). *Limnology : lake and river ecosystems* . San Diego: Academic Press.

ANEXOS

- PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA
- IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIAS POR PRUEBAS BIOQUÍMICAS
- ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)
- MODELAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA
- REGISTRO FOTOGRÁFICO

PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA

PARÁMETROS FÍSICOS DEL RÍO HUATANAY

Anexo 1: pH del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	8.14	8.52	7.66	7.98	7.92	8.39	8.51	8.70	8.51	8.53	8.11	8.32
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	7.67	8.41	7.68	8.83	6.19	8.33	8.45	8.55	8.45	8.50	8.08	8.29
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	7.60	8.17	7.72	8.83	7.34	7.80	8.27	8.50	8.10	8.47	7.84	8.16
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	7.81	8.38	7.79	8.83	8.16	8.12	8.27	8.50	8.30	8.80	7.97	8.39
5	Río Huatanay altura Corpac	7.31	7.49	7.80	8.20	8.46	8.87	7.89	8.14	7.93	8.48	7.69	8.09
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	8.05	7.50	6.69	8.70	8.60	8.01	8.09	8.05	8.01	8.31	7.73	8.52
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	7.96	7.56	6.91	8.53	8.67	7.89	8.32	8.04	8.50	8.32	7.84	8.58
8	Río Huatanay altura puente Enaco	7.91	7.56	7.37	8.06	8.63	7.91	8.20	8.09	8.23	8.33	7.88	8.11
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	7.71	7.38	7.18	8.04	8.46	7.98	8.05	7.90	8.05	8.04	7.97	8.01
10	Río Huatanay antes de la PTAR	7.68	7.47	7.35	7.52	8.46	7.92	8.03	7.32	8.13	7.97	7.91	7.94
11	Río Huatanay después de la PTAR	7.88	7.49	7.49	7.18	8.64	8.10	8.05	8.00	8.16	8.00	7.85	8.43
12	Río Huatanay altura Llamagas	7.86	7.42	7.46	7.98	8.58	8.04	8.02	8.01	8.20	8.39	7.96	8.18
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	7.89	7.48	7.62	7.71	8.60	8.00	8.16	8.10	8.29	8.48	8.07	8.28
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	7.95	7.43	7.59	8.02	8.53	7.81	7.96	8.11	8.05	8.23	8.06	8.15
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	7.90	7.38	6.02	7.99	8.50	7.99	7.91	8.01	7.85	8.27	8.28	8.28
16	Río Huatanay altura Huacarpay	7.67	7.17	7.43	8.12	8.36	7.59	8.02	7.98	8.11	8.33	8.32	8.33
17	Río Huatanay altura Huambutío	7.56	6.98	7.11	8.10	8.32	7.91	7.87	7.83	7.80	8.32	8.20	8.26

Anexo 2: Temperatura del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	12.1	15.8	14.3	15.8	16.4	9.5	13.9	14.1	15.2	17.0	19.8	18.4
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	24.2	15.7	14.3	21.2	17.2	10.0	15.0	16.9	16.8	19.2	22.4	20.8
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	24.5	16.6	16.2	15.7	18.1	10.7	16.9	16.8	16.0	17.7	23.2	20.5
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	19.7	17.0	15.5	15.7	16.9	12.0	14.4	14.6	15.8	16.4	20.3	18.4
5	Río Huatanay altura Corpac	25.7	14.4	18.0	21.9	19.0	13.4	17.9	14.8	19.4	18.5	23.9	21.2
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	16.0	16.5	20.3	18.0	20.0	13.2	9.0	12.8	12.2	17.9	25.4	21.7
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	17.0	16.1	19.7	18.0	18.0	13.6	9.4	11.5	17.6	17.6	25.1	21.4
8	Río Huatanay altura puente Enaco	17.0	18.7	20.2	13.4	18.4	13.8	10.4	13.2	12.0	20.5	26.1	23.3
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	22.5	19.5	21.3	13.7	18.6	14.8	11.8	11.0	12.6	15.1	15.8	15.5
10	Río Huatanay antes de la PTAR	22.5	19.8	20.2	20.5	18.4	15.2	12.7	11.2	11.5	15.0	19.0	17.0
11	Río Huatanay después de la PTAR	20.2	18.3	18.5	19.7	16.7	14.9	15.4	14.2	14.9	19.7	22.3	21.0
12	Río Huatanay altura Llamagas	20.2	18.0	25.0	14.9	16.7	15.3	15.5	13.8	14.8	20.1	23.2	21.7
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	20.0	16.9	21.8	19.9	17.2	14.5	14.5	14.0	13.0	19.2	24.1	21.7
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	20.6	16.2	22.7	14.4	16.7	14.1	14.8	11.3	12.0	19.4	23.2	21.3
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	20.1	15.6	20.6	20.3	16.3	13.0	13.8	10.2	10.8	16.9	21.4	19.2
16	Río Huatanay altura Huacarpay	19.3	14.8	19.7	14.0	13.5	14.2	12.8	9.3	9.4	15.2	17.6	16.4
17	Río Huatanay altura Huambutío	18.1	14.4	18.7	14.7	13.5	12.7	12.8	10.0	10.3	15.3	17.8	16.6

Anexo 3: Conductividad del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	2056	1070	736	913	921	1099	1459	2156	2100	1480	1521	2652
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	2179	1088	751	920	930	1106	1411	2085	1873	2009	2021	2038
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	1746	1141	776	942	937	1107	1353	1850	1673	1435	1394	2126
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1395	1099	918	1595	1028	1145	1237	1557	1549	1318	1249	1395
5	Río Huatanay altura Corpac	1454	933	939	1121	1034	1246	1528	1538	1677	1390	1246	1589
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1533	973	1185	1489	1194	1341	1481	1661	1443	1570	1325	1571
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2199	1240	1570	1471	1450	1876	2260	2310	755	1123	1281	1799
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2364	1443	1678	1790	1757	2087	2850	2900	3160	3205	2461	2837
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	1780	1413	1607	1811	1508	1839	2890	2990	3290	2656	2289	2340
10	Río Huatanay antes de la PTAR	3160	1211	1466	1700	1890	1984	2580	2490	3090	3007	3102	2999
11	Río Huatanay después de la PTAR	1457	1310	1381	1559	1659	1735	1799	2153	2250	2309	2160	2272
12	Río Huatanay altura Llamagas	2671	1323	1416	1589	1656	1771	2014	2171	2230	2334	2452	2532
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2673	1228	1365	1586	1709	1911	2138	2200	2200	2304	2554	2579
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1453	1171	1394	1572	1679	1834	2167	2210	2193	2110	2114	2196
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2372	1121	1319	1620	1856	2019	2142	2240	2168	2141	2278	2456
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1247	1068	1319	1514	1659	1728	2065	2141	2220	2102	1968	2068
17	Río Huatanay altura Huambutío	1182	1007	1138	1321	1504	1573	1811	1852	2021	1251	1847	1903

Anexo 4: Turbidez del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro	13.4	349.0	84.0	112.0	116.0	306.0	401.0	88.5	427.0	226.0	265.0	258.0
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	276.0	1000.0	82.0	32.9	120.0	241.0	357.0	91.2	526.0	233.0	264.0	271.0
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	245.0	309.0	87.0	190.0	253.0	231.0	59.0	96.3	625.0	221.0	258.0	243.0
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	289.0	355.0	124.0	129.0	267.0	1000.0	286.0	336.0	669.0	301.0	324.0	319.0
5	Río Huatanay altura Corpac	217.0	188.0	147.0	770.0	243.0	467.0	409.0	33.8	408.0	302.0	365.0	200.0
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	276.0	290.0	121.0	351.0	243.0	1000.0	87.9	123.0	216.0	265.0	267.0	231.0
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	280.0	220.0	113.0	929.0	205.0	277.0	78.4	153.0	139.0	259.0	262.0	269.0
8	Río Huatanay altura puente Enaco	221.0	234.0	109.0	19.0	233.0	265.0	75.5	669.0	113.0	231.0	248.0	215.0
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	267.0	249.0	111.0	50.0	1000.0	250.0	94.7	118.0	93.4	327.0	263.0	254.0
10	Río Huatanay antes de la PTAR	179.0	201.0	82.0	105.0	268.0	238.0	100.3	58.9	58.7	109.0	117.0	76.0
11	Río Huatanay después de la PTAR	328.0	294.0	106.0	42.0	238.0	309.0	69.0	60.5	64.8	233.0	241.0	169.0
12	Río Huatanay altura Llamagas	309.0	324.0	108.0	28.0	247.0	258.0	68.0	50.4	59.2	153.0	168.0	179.0
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	279.0	327.0	85.0	828.0	251.0	309.0	83.0	37.2	60.1	142.0	134.0	206.0
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	237.0	510.0	73.0	36.0	235.0	1000.0	217.0	31.8	124.4	135.0	129.0	215.0
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	221.0	870.0	146.0	751.0	264.0	1000.0	221.0	222.0	221.5	136.0	169.0	194.0
16	Río Huatanay altura Huacarpay	219.0	1000.0	138.0	69.0	283.0	365.0	99.0	40.8	69.9	127.0	151.0	174.0
17	Río Huatanay altura Huambutío	256.0	1000.0	44.0	145.0	251.0	326.0	322.0	131.0	226.5	118.0	146.0	201.0

Anexo 5: Sólidos Totales del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	1256.6	1168.0	968.0	774.0	467.8	668.6	1008.0	966.0	1172.0	1282.8	1067.7	1185.4
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	1198.8	1172.0	906.0	884.0	879.4	978.4	1098.0	1214.0	1738.0	1265.8	1168.5	1157.8
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	1101.2	1188.0	1000.0	810.0	910.4	1035.0	1008.0	1232.0	1876.0	1223.7	1276.2	1275.2
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	2080.8	2136.0	2074.0	2038.0	1342.4	1377.4	1948.0	1834.0	2066.0	1976.8	2265.8	1967.1
5	Río Huatanay altura Corpac	2199.4	2196.0	2102.0	2168.0	1427.0	1404.2	2090.0	2002.0	2132.0	2189.6	2345.0	2147.3
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2160.6	2128.0	2172.0	2156.0	1544.8	1565.0	2026.0	2072.0	2284.0	2109.4	2396.3	2189.7
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2182.4	2160.0	2132.0	2144.0	1532.6	1648.8	2056.0	2100.0	2256.0	2142.8	2375.3	2278.4
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2191.2	2058.0	2130.0	2172.0	1529.0	1714.8	1970.0	1958.0	2118.0	2113.6	2356.7	2298.5
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2263.2	2016.0	2106.0	2183.9	1563.6	1804.6	1934.0	2006.0	2360.0	2327.8	2376.8	2376.3
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2269.1	2106.0	2194.0	2188.0	1575.8	1990.2	2050.0	1918.0	2312.0	2713.9	2679.5	3024.7
11	Río Huatanay después de la PTAR	1753.7	1458.0	1304.0	1612.0	1219.4	1375.6	1434.0	1223.0	1636.0	1954.2	2287.4	2841.3
12	Río Huatanay altura Llamagas	1842.6	1586.0	1408.0	1771.0	1245.2	1310.4	1438.0	1283.0	1690.0	1987.0	2235.2	2848.1
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1904.7	1650.0	1418.0	1738.0	1291.6	1351.1	1500.0	1219.0	1748.0	1979.3	2297.6	2831.8
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2245.9	1716.0	1426.0	1706.0	1308.4	1722.2	1456.0	1281.0	1768.0	1598.1	2113.6	2789.4
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2304.7	1762.0	1496.0	1768.0	1288.2	1731.7	1440.0	1254.0	1826.0	1600.5	2188.1	2861.7
16	Río Huatanay altura Huacarpay	2189.1	1436.0	1192.0	1208.0	1270.4	1271.8	1336.0	1172.0	1420.0	1579.4	1858.9	2376.5
17	Río Huatanay altura Huambutío	2273.8	1368.0	1142.0	1204.0	1137.2	1308.2	1334.0	1169.0	1516.0	1612.5	1887.3	2483.0

Anexo 6: Sólidos Suspendedos Totales del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	373.2	418.0	275.0	30.0	203.5	314.2	495.0	135.0	610.0	369.6	354.2	372.6
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	510.8	550.0	249.0	264.0	419.3	479.1	515.3	120.0	720.0	433.2	427.5	418.8
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	527.8	634.0	290.0	48.0	51.2	477.6	439.1	145.0	830.0	404.6	309.6	320.6
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	575.0	592.0	320.0	238.0	331.6	629.6	670.0	295.0	690.0	415.7	412.8	410.7
5	Río Huatanay altura Corpac	586.4	335.0	370.0	330.0	343.6	681.4	450.3	305.0	545.0	377.7	358.6	389.3
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	412.4	370.0	395.0	208.0	307.6	761.4	445.7	185.0	335.0	325.7	320.7	361.2
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	467.0	410.0	480.0	88.0	265.9	514.8	665.7	300.0	130.0	327.8	301.6	341.9
8	Río Huatanay altura puente Enaco	519.6	500.0	435.0	81.0	529.8	553.1	615.0	160.0	405.0	345.7	321.3	379.1
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	487.2	420.0	510.0	95.0	721.6	690.8	855.0	95.0	1145.0	408.5	341.5	369.6
10	Río Huatanay antes de la PTAR	409.7	390.0	445.0	570.0	635.7	645.9	745.0	95.0	170.0	367.2	302.1	321.2
11	Río Huatanay después de la PTAR	501.3	539.0	430.0	445.0	598.0	624.6	540.0	92.5	110.0	350.2	259.8	279.4
12	Río Huatanay altura Llamagas	478.6	480.0	414.0	629.0	576.3	547.3	529.7	90.0	120.0	369.6	327.9	308.1
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	464.7	507.0	415.0	530.0	586.5	716.8	625.0	127.5	95.0	317.4	289.6	318.5
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	478.9	612.0	415.0	48.0	537.8	847.5	649.7	110.0	240.0	319.6	279.3	316.8
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	503.1	665.0	425.0	515.0	519.3	810.7	225.0	150.0	230.0	320.7	310.8	300.1
16	Río Huatanay altura Huacarpay	195.7	690.0	406.0	98.0	618.3	610.6	595.0	127.5	105.0	315.6	279.4	298.7
17	Río Huatanay altura Huambutío	158.6	610.0	336.0	90.0	563.0	614.8	645.0	162.5	265.0	322.7	259.7	315.8

Anexo 7: Sólidos Disueltos Totales del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	883.4	750.0	693.0	744.0	264.3	354.4	513.0	831.0	562.0	913.2	713.5	812.8
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	688.0	622.0	657.0	620.0	460.1	499.3	582.7	1094.0	1018.0	832.6	741.0	739.0
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	573.4	554.0	710.0	762.0	859.2	557.4	568.9	1087.0	1046.0	819.1	966.6	954.6
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	1505.8	1544.0	1754.0	1800.0	1010.8	747.8	1278.0	1539.0	1376.0	1561.1	1853.0	1556.4
5	Río Huatanay altura Corpac	1613.0	1861.0	1732.0	1838.0	1083.4	722.8	1639.7	1697.0	1587.0	1811.9	1986.4	1758.0
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1748.2	1758.0	1777.0	1948.0	1237.2	803.6	1580.4	1887.0	1949.0	1783.7	2075.6	1828.5
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1715.4	1750.0	1652.0	2056.0	1266.7	1134.0	1390.3	1800.0	2126.0	1815.0	2073.7	1936.5
8	Río Huatanay altura puente Enaco	1671.6	1558.0	1695.0	2091.0	999.2	1161.7	1355.0	1798.0	1713.0	1767.9	2035.4	1919.4
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	1776.0	1596.0	1596.0	2088.9	842.0	1113.8	1079.0	1911.0	1215.0	1919.3	2035.3	2006.7
10	Río Huatanay antes de la PTAR	1859.4	1716.0	1749.0	1618.0	940.1	1344.3	1305.0	1823.0	2142.0	2346.7	2377.4	2703.5
11	Río Huatanay después de la PTAR	1252.4	919.0	874.0	1167.0	621.4	751.0	894.0	1130.5	1526.0	1604.0	2027.6	2561.9
12	Río Huatanay altura Llamagas	1364.0	1106.0	994.0	1142.0	668.9	763.1	908.3	1193.0	1570.0	1617.4	1907.3	2540.0
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1440.0	1143.0	1003.0	1208.0	705.1	634.3	875.0	1091.5	1653.0	1661.9	2008.0	2513.3
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1767.0	1104.0	1011.0	1658.0	770.6	874.7	806.3	1171.0	1528.0	1278.5	1834.3	2472.6
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1801.6	1097.0	1071.0	1253.0	768.9	921.0	1215.0	1104.0	1596.0	1279.8	1877.3	2561.6
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1993.4	746.0	786.0	1110.0	652.1	661.2	741.0	1044.5	1315.0	1263.8	1579.5	2077.8
17	Río Huatanay altura Huambutío	2115.2	758.0	806.0	1114.0	574.2	693.4	689.0	1006.5	1251.0	1289.8	1627.6	2167.2

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL RÍO HUATANAY

Anexo 8: Oxígeno Disuelto del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	4.7	5.7	6.8	7.0	6.2	5.4	6.1	7.6	6.4	6.1	7.0	6.1
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	2.9	4.5	6.7	5.3	5.6	5.3	5.8	6.4	4.4	3.3	4.3	3.6
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	0.7	4.6	6.8	5.8	3.0	3.7	5.9	4.0	3.3	3.1	4.0	3.5
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	2.9	4.2	3.9	4.5	4.8	4.3	4.5	3.0	1.3	3.0	3.2	3.1
5	Río Huatanay altura Corpac	1.4	4.7	4.2	2.1	3.2	2.5	3.9	3.4	1.7	2.5	0.7	1.2
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2.1	4.2	3.8	3.5	2.6	2.6	2.9	1.7	2.9	0.0	1.6	2.1
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2.1	3.3	2.5	3.2	3.3	3.0	2.3	1.8	3.2	2.3	0.0	1.1
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2.2	3.8	1.7	2.0	2.2	2.6	2.1	1.8	2.1	0.0	0.0	0.0
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.3	3.4	2.5	3.7	2.1	2.6	2.3	2.9	2.6	0.7	0.8	0.7
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2.8	3.8	2.5	2.8	3.4	3.2	3.5	3.5	2.3	1.0	1.1	1.1
11	Río Huatanay después de la PTAR	5.0	4.0	4.1	4.1	4.9	4.2	3.9	6.0	5.6	3.2	2.1	2.6
12	Río Huatanay altura Llamagas	4.3	4.0	4.2	4.0	5.0	4.1	4.0	6.1	4.9	3.4	2.0	3.3
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	4.1	4.0	4.9	3.8	5.0	4.9	4.2	5.3	6.4	3.7	4.6	4.1
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	4.4	5.5	4.8	4.7	5.0	4.6	3.7	5.5	3.8	4.1	3.8	4.3
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	4.0	5.3	5.2	3.5	4.5	3.9	3.0	1.6	2.1	2.7	3.6	4.8
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1.3	5.1	5.1	2.3	3.2	4.2	4.7	4.5	3.5	4.1	5.1	5.7
17	Río Huatanay altura Huambúfo	2.7	4.8	5.1	3.4	3.5	5.1	3.3	4.0	2.2	5.3	6.0	5.6

Anexo 9: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	99.1	89.7	100.7	76.0	105.1	118.6	96.4	60.9	60.2	71.3	109.6	98.1
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	175.9	118.5	135.4	148.4	110.2	165.3	109.0	75.1	166.2	176.5	215.7	124.8
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	186.9	148.6	140.5	144.8	120.1	163.7	74.8	87.7	169.1	224.2	224.8	160.1
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	216.9	255.3	269.9	248.5	178.9	214.3	182.7	151.7	235.1	391.2	296.0	238.6
5	Río Huatanay altura Corpac	205.0	228.4	233.6	201.2	162.3	202.5	168.6	132.1	198.8	370.7	244.8	217.8
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	251.7	282.9	269.8	235.5	186.7	327.6	237.7	190.2	206.7	263.2	259.8	256.5
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	252.5	288.4	285.5	237.2	196.8	323.0	272.1	205.3	229.0	300.5	299.8	270.2
8	Río Huatanay altura puente Enaco	247.8	252.5	259.7	212.3	200.7	312.6	251.9	185.3	225.9	289.0	218.9	259.1
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	257.3	258.1	275.5	224.0	213.6	327.6	252.1	191.4	247.4	293.9	235.7	274.8
10	Río Huatanay antes de la PTAR	287.8	302.5	305.5	229.5	226.9	343.2	278.3	207.0	276.1	304.2	276.0	290.1
11	Río Huatanay después de la PTAR	240.0	257.0	232.8	193.1	118.4	236.6	213.5	189.5	104.1	237.2	117.4	192.1
12	Río Huatanay altura Llamagas	264.3	267.0	263.1	214.3	168.5	275.4	279.1	204.6	129.3	263.4	157.9	230.7
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	254.1	242.0	258.6	217.5	193.5	269.9	269.1	213.8	144.9	262.7	179.5	186.1
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	254.4	278.5	248.5	274.6	258.5	266.5	304.9	224.0	176.3	261.6	193.7	202.7
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	269.0	303.3	293.9	262.2	278.0	238.9	344.6	319.0	220.1	331.7	261.9	396.8
16	Río Huatanay altura Huacarpay	221.3	288.1	213.8	161.0	219.3	119.2	191.7	268.0	142.0	243.1	122.2	282.7
17	Río Huatanay altura Huambutío	242.7	304.0	318.8	217.1	252.0	196.7	319.4	277.5	160.7	274.3	245.9	360.1

Anexo 10: Nitratos del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	24.7	12.6	1.1	0.3	1.6	2.9	3.7	2.0	2.9	2.4	2.4	13.5
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	22.4	16.0	0.8	0.5	1.2	1.9	2.3	1.4	1.9	1.6	1.6	12.0
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	2.8	7.4	0.6	0.4	0.7	1.1	1.3	0.9	1.1	1.0	1.0	1.9
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	13.2	19.7	1.3	0.5	15.6	30.7	40.7	20.6	30.7	25.6	26.4	19.8
5	Río Huatanay altura Corpac	1.0	1.5	0.9	0.5	1.8	3.1	4.0	2.3	3.1	2.7	2.7	1.8
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	1.7	1.1	0.8	3.2	3.0	2.8	2.6	2.9	2.8	2.8	2.8	2.3
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	1.2	1.2	1.8	0.5	1.1	1.6	2.0	1.3	1.6	1.4	1.4	1.3
8	Río Huatanay altura puente Enaco	1.2	0.9	1.7	1.1	1.6	2.1	2.4	1.8	2.1	2.0	1.9	1.6
9	Río Huatanay altura puente Kayra	1.4	2.5	1.1	0.7	1.0	1.2	1.4	1.1	1.2	1.1	1.1	1.3
10	Río Huatanay antes de la PTAR	1.0	0.8	0.8	1.3	1.6	1.8	2.0	1.7	1.8	1.7	1.7	1.4
11	Río Huatanay después de la PTAR	1.7	3.2	0.8	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.5
12	Río Huatanay altura Llamagas	3.2	8.2	0.6	0.9	1.2	1.4	1.6	1.3	1.4	1.3	1.3	2.3
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	1.2	1.9	0.5	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	1.2	2.4	0.5	0.7	1.3	1.9	2.3	1.5	1.9	1.7	1.6	1.4
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2.0	4.6	0.6	0.9	1.5	2.1	2.5	1.7	2.1	1.9	1.9	2.0
16	Río Huatanay altura Huacarpay	2.7	7.0	0.7	0.4	0.7	1.1	1.3	0.9	1.1	1.0	1.2	2.0
17	Río Huatanay altura Huambutío	3.5	9.4	0.6	0.6	1.5	2.3	2.9	1.8	2.3	2.0	2.1	2.8

Anexo 11: Fosfatos del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	0.7	1.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	0.7	1.2	0.2	0.2	0.5	0.8	1.0	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	0.3	0.3	0.3	0.8	1.1	1.4	1.5	1.2	1.4	1.3	0.7	0.5
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	2.2	2.5	1.9	2.5	3.5	4.5	5.2	3.8	4.5	4.1	2.8	2.5
5	Río Huatanay altura Corpac	1.9	2.1	1.8	1.2	2.2	3.2	3.9	2.6	3.2	2.9	2.1	2.0
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2.3	1.8	2.9	4.3	3.7	3.2	2.8	3.5	3.2	3.3	3.0	2.7
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	2.4	1.9	2.9	2.5	2.3	2.2	2.1	2.3	2.2	2.2	2.4	2.4
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2.5	2.0	3.1	1.7	2.0	2.2	2.4	2.1	2.2	2.1	2.3	2.4
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.3	2.0	2.6	1.6	1.7	1.8	1.9	1.7	1.8	1.8	2.0	2.2
10	Río Huatanay antes de la PTAR	2.2	1.7	2.7	2.3	2.1	1.8	1.6	2.0	1.8	1.9	2.1	2.1
11	Río Huatanay después de la PTAR	3.5	4.0	3.1	2.7	2.9	3.1	3.3	3.0	3.1	3.0	3.2	3.4
12	Río Huatanay altura Llamagas	2.9	2.4	3.3	2.7	3.0	3.3	3.5	3.1	3.3	3.2	2.9	2.9
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2.7	2.8	2.6	2.8	3.0	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	2.9	2.8
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2.1	1.8	2.4	2.2	2.7	3.2	3.5	2.9	3.2	3.0	2.4	2.2
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	1.6	1.3	2.0	2.4	3.0	3.5	3.9	3.2	3.5	3.3	2.3	2.0
16	Río Huatanay altura Huacarpay	1.5	1.3	1.7	2.5	2.8	3.2	3.4	3.0	3.2	3.1	2.2	1.8
17	Río Huatanay altura Huambutío	1.2	1.2	1.2	2.3	2.8	3.4	3.8	3.0	3.4	3.2	2.0	1.6

Anexo 12: Sulfatos del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	47	34	24	30	44	34	33	32	32	34	32	33
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	45	48	27	31	43	35	41	36	39	38	37	38
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	37	42	28	32	35	32	42	37	40	37	38	38
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	51	58	38	44	48	43	55	50	52	49	51	51
5	Río Huatanay altura Corpac	40	36	36	44	36	36	51	48	49	44	48	46
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	41	37	42	45	40	41	47	46	47	44	46	45
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	43	41	45	45	43	44	49	47	48	47	48	47
8	Río Huatanay altura puente Enaco	43	41	45	45	43	44	45	45	45	45	45	45
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	44	40	46	47	43	45	52	50	51	48	50	50
10	Río Huatanay antes de la PTAR	43	39	45	47	42	44	49	48	49	46	48	47
11	Río Huatanay después de la PTAR	41	37	42	44	40	41	48	46	47	44	47	46
12	Río Huatanay altura Llamagas	41	39	41	43	40	41	46	45	45	43	45	44
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	40	37	42	43	40	41	48	46	47	44	46	46
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	40	39	41	41	40	41	46	44	45	43	44	44
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	42	39	40	44	40	40	48	46	47	44	47	45
16	Río Huatanay altura Huacarpay	41	40	39	41	40	39	47	44	46	43	45	44
17	Río Huatanay altura Huambutío	40	41	38	38	40	39	55	47	51	47	49	49

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DEL RÍO HUATANAY

Anexo 13: Coliformes Totales del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	4.60E+05	1.7E+06	1.4E+06	4.5E+05	9.3E+04	2.3E+04	3.2E+06	4.5E+05	1.3E+06	4.6E+04	1.1E+05	2.4E+05
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	3.30E+05	4.5E+05	2.0E+05	6.8E+05	4.9E+05	4.3E+04	3.3E+06	1.1E+06	7.0E+06	4.3E+06	4.5E+05	5.4E+06
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	4.30E+05	4.5E+05	9.2E+05	1.3E+06	2.3E+06	4.3E+06	1.4E+07	9.3E+06	2.4E+06	9.3E+05	9.3E+05	9.3E+05
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	2.40E+06	2.2E+06	2.6E+06	1.7E+07	2.3E+06	2.4E+07	2.4E+07	9.2E+07	3.3E+06	9.3E+05	4.6E+06	2.4E+06
5	Río Huatanay altura Corpac	9.30E+05	2.3E+06	2.7E+06	1.1E+07	2.3E+06	9.3E+06	3.5E+07	1.7E+06	9.2E+06	4.3E+05	1.1E+07	1.1E+07
6	Río Huatanay altura puente Quispiguilla	2.40E+06	2.7E+06	6.8E+05	1.4E+07	4.3E+06	9.3E+06	3.3E+06	2.2E+06	7.9E+05	9.3E+05	2.4E+06	1.5E+06
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	6.8E+05	7.8E+05	1.4E+05	3.3E+06	4.9E+05	5.4E+05	1.1E+06	3.3E+06	1.3E+06	4.5E+05	4.3E+06	3.3E+05
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2.40E+04	3.3E+06	1.4E+07	4.9E+06	2.3E+06	4.3E+06	4.9E+06	2.4E+07	2.7E+06	1.1E+07	2.3E+05	1.1E+07
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.30E+05	4.9E+06	1.3E+07	2.4E+07	2.4E+06	9.3E+05	4.9E+06	2.4E+07	1.4E+06	2.4E+06	2.4E+06	1.1E+07
10	Río Huatanay antes de la PTAR	5.40E+06	6.8E+06	7.9E+06	7.9E+06	5.4E+05	4.5E+05	3.3E+06	2.2E+06	4.9E+06	4.3E+06	4.5E+05	3.5E+05
11	Río Huatanay después de la PTAR	4.30E+05	1.7E+06	2.7E+06	3.9E+05	2.3E+05	2.3E+05	1.3E+06	7.8E+05	1.4E+05	2.4E+05	2.4E+05	2.4E+05
12	Río Huatanay altura Llamagas	5.40E+05	7.9E+06	4.9E+06	1.3E+06	4.9E+05	4.3E+05	4.5E+05	1.3E+06	7.9E+05	4.5E+05	7.9E+05	9.2E+05
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2.40E+06	4.6E+06	3.1E+06	9.4E+06	5.4E+05	4.5E+05	3.3E+06	1.3E+06	5.4E+06	4.9E+05	4.5E+05	4.3E+06
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2.40E+06	7.8E+05	6.8E+05	1.1E+06	4.5E+06	2.3E+06	7.9E+06	4.6E+06	1.6E+07	2.4E+06	4.3E+05	4.6E+06
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2.40E+04	2.2E+06	4.5E+05	1.1E+06	4.9E+05	5.4E+06	1.1E+07	2.9E+06	3.5E+07	2.4E+06	3.5E+06	4.5E+05
16	Río Huatanay altura Huacarpay	4.30E+05	6.8E+05	7.8E+05	4.9E+06	4.3E+04	2.1E+06	3.3E+06	2.7E+06	3.5E+06	4.3E+04	4.3E+05	2.4E+06
17	Río Huatanay altura Huambutío	2.40E+06	4.9E+05	1.1E+06	2.2E+06	2.3E+06	9.3E+06	7.9E+06	2.5E+06	3.5E+06	2.4E+06	2.4E+06	1.1E+07

Anexo 14: Coliformes Termotolerantes del río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	4.6E+05	1.1E+06	1.4E+06	4.5E+05	2.3E+04	9.0E+03	3.2E+06	2.0E+05	1.3E+06	4.6E+04	1.1E+05	2.3E+04
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	3.3E+05	2.0E+05	2.0E+05	6.8E+05	4.9E+05	4.5E+05	3.3E+06	6.8E+05	7.0E+06	2.7E+06	4.5E+05	4.9E+05
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	4.3E+05	4.5E+05	4.5E+05	1.3E+06	2.3E+06	2.3E+06	1.1E+07	9.2E+06	2.4E+06	9.3E+05	9.3E+05	2.3E+05
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	2.4E+06	1.4E+06	2.6E+06	1.7E+07	2.3E+06	2.4E+07	3.4E+06	9.2E+07	3.3E+06	9.3E+05	4.6E+06	9.3E+05
5	Río Huatanay altura Corpac	9.3E+05	1.3E+06	2.7E+06	1.1E+07	2.3E+06	2.3E+06	3.5E+07	1.7E+06	3.5E+06	4.3E+05	1.1E+07	1.5E+06
6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	2.4E+06	1.7E+06	6.8E+05	1.4E+07	4.3E+06	9.3E+06	3.3E+06	1.7E+06	7.9E+05	9.3E+05	2.4E+06	4.3E+05
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	6.8E+05	7.8E+05	1.4E+05	3.3E+06	4.5E+05	4.9E+05	7.8E+05	2.3E+06	7.9E+05	5.4E+04	2.4E+06	2.4E+05
8	Río Huatanay altura puente Enaco	2.4E+04	3.3E+06	1.1E+07	4.9E+06	2.3E+06	2.3E+06	4.9E+06	1.3E+07	2.7E+06	4.6E+06	2.3E+05	1.5E+06
9	Río Huatanay altura puente K'ayra	2.3E+05	1.7E+06	1.3E+07	2.4E+07	2.4E+06	2.3E+05	1.4E+06	1.3E+07	1.4E+06	2.4E+06	2.4E+06	1.1E+07
10	Río Huatanay antes de la PTAR	5.4E+06	1.3E+06	1.7E+06	7.9E+06	4.9E+05	4.5E+05	1.7E+06	1.7E+06	4.9E+06	3.5E+06	2.4E+05	3.3E+04
11	Río Huatanay después de la PTAR	4.3E+05	1.7E+05	1.7E+05	2.7E+06	9.0E+05	2.3E+05	7.8E+05	4.5E+05	9.4E+05	2.4E+05	2.4E+05	2.4E+05
12	Río Huatanay altura Llamagas	5.4E+05	4.9E+06	3.3E+06	1.3E+06	4.5E+05	2.4E+05	4.5E+05	4.5E+05	7.9E+05	4.3E+05	4.3E+05	9.3E+04
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	2.4E+06	4.6E+06	2.5E+06	9.4E+06	4.9E+05	3.3E+05	3.3E+06	4.5E+05	5.4E+06	4.5E+05	2.2E+05	4.3E+06
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	2.4E+06	4.5E+05	4.5E+05	4.0E+05	9.0E+05	2.3E+06	7.9E+06	2.1E+06	1.6E+06	2.4E+06	4.3E+05	4.6E+06
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	2.4E+04	1.4E+06	2.0E+05	1.1E+06	4.9E+05	4.9E+05	7.0E+06	4.5E+05	3.5E+06	2.4E+06	3.5E+06	2.4E+05
16	Río Huatanay altura Huacarpay	4.3E+05	6.8E+05	4.5E+05	4.9E+06	4.3E+04	1.5E+06	1.7E+06	2.2E+06	3.5E+06	4.3E+04	4.3E+05	2.4E+06
17	Río Huatanay altura Huambutío	2.4E+06	2.2E+05	1.4E+05	1.4E+06	2.3E+06	4.3E+06	2.7E+06	2.2E+06	2.4E+06	2.4E+06	2.4E+06	1.1E+07

PARÁMETROS FÍSICOS DEL RÍO VILCANOTA

Anexo 15: pH del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	7.55	6.63	6.83	8.01	8.17	7.71	7.85	7.69	7.47	8.22	7.90	8.06
2	Río Vilcanota aguas arriba	7.50	6.88	6.92	8.34	8.79	7.68	7.38	7.54	7.30	8.3	7.95	8.13

Anexo 16: Temperatura del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	16.4	13.1	17.1	13.4	11.7	12.2	11.7	8.8	9.3	14.23	16.4	15.3
2	Río Vilcanota aguas arriba	16	13	17.2	13.4	11.7	12.4	11.8	8.9	9.2	14.2	16.5	15.4

Anexo 17: Conductividad del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	685	551	629	622	763	1114	1380	1462	1418	1183	1255	1078
2	Río Vilcanota aguas arriba	518	494	568	560	654	1020	1312	1400	1346	1149	1200	1017

Anexo 18: Turbidez del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	97.0	277.0	100.0	910.0	302.0	279.0	655.0	19.1	337.1	98.0	49.0	69.0
2	Río Vilcanota aguas arriba	28.0	188.0	115.0	840.0	21.0	19.0	398.0	462.0	430.0	24.0	25.0	23.0

Anexo 19: Sólidos Totales del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	843.8	642.0	438.0	162.0	602.0	608.0	1548.0	855.0	920.0	749.8	875.9	964.2
2	Río Vilcanota aguas arriba	638.5	502.0	434.0	148.0	535.0	661.4	860.0	504.0	898.0	689.7	687.1	754.3

Anexo 20: Sólidos Suspendedos Totales del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	51.2	245.0	212.0	78.0	288.4	249.6	319.7	41.5	40.0	150.8	47.6	53.2
2	Río Vilcanota aguas arriba	95.7	175.0	215.0	68.0	84.6	66.3	20.0	18.0	25.0	137.3	74.8	51.5

Anexo 21: Sólidos Disueltos Totales del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	792.6	397.0	226.0	84.0	313.6	358.4	1228.3	813.5	880.0	599.0	828.3	911.0
2	Río Vilcanota aguas arriba	542.8	327.0	219.0	80.0	450.4	595.1	840.0	486.0	873.0	552.4	612.3	702.8

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL RÍO VILCANOTA

Anexo 22: Oxígeno Disuelto del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	5.3	5.5	5.8	5.2	5.7	5.5	4.4	4.3	4.8	4.7	4.3	5.3
2	Río Vilcanota aguas arriba	6.5	7.1	6.6	6.6	7.2	7.1	6.1	6.7	7.5	6.3	5.7	6.7

Anexo 23: Demanda Bioquímica de Oxígeno del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	58.4	37.2	44.8	38.9	34.7	31.3	30.2	31.3	28.3	61.0	74.2	67.6
2	Río Vilcanota aguas arriba	23.1	13.4	17.5	18.2	20.4	21.7	18.4	19.7	21.0	30.0	24.1	22.9

Anexo 24: Nitratos del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	2.7	5.3	0.8	2.1	1.6	3.1	3.7	1.4	1.1	4.3	1.2	2.0
2	Río Vilcanota aguas arriba	3.0	3.6	0.9	0.3	2.9	1.4	0.3	2.4	1.4	0.3	1.8	2.4

Anexo 25: Fosfatos del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1	0.7	0.9	0.8	0.6	0.5
2	Río Vilcanota aguas arriba	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3

Anexo 26: Sulfatos del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	30	45	27	29	29	28	43	36	40	35	38	37
2	Río Vilcanota aguas arriba	29	25	28	24	28	28	42	34	34	33	38	37

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DEL RÍO VILCANOTA

Anexo 27: Coliformes Totales del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	2.40E+05	1.10E+05	1.30E+05	6.80E+05	1.50E+04	2.40E+05	7.9E+05	7.9E+05	1.7E+05	4.6E+04	9.3E+04	9.3E+04
2	Río Vilcanota aguas arriba	4.00E+03	2.00E+03	4.00E+03	6.80E+03	4.00E+03	4.30E+03	2.0E+03	1.3E+03	7.9E+02	9.0E+02	7.0E+02	9.0E+02

Anexo 28: Coliformes Termotolerantes del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	2.4E+05	4.5E+04	2.0E+04	4.0E+05	9.0E+03	9.3E+04	4.9E+05	4.9E+05	1.3E+05	4.6E+04	9.3E+04	9.3E+04
2	Río Vilcanota aguas arriba	4.0E+03	2.0E+03	2.0E+03	4.0E+03	4.0E+03	2.3E+03	2.0E+03	0.0E+00	7.9E+02	9.0E+02	7.0E+02	9.0E+02

PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS AFLUENTES

Anexo 29: pH de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	8.14	8.29	6.47	7.57	8.17	8.50	8.20	7.66	7.86	8.34	8.09	8.22
2	Riachuelo Chocco	8.48	8.40	7.05	7.65	8.26	8.00	8.06	7.85	8.14	8.80	8.37	8.59
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	8.06	8.44	7.47	7.81	8.30	8.21	8.38	7.99	7.89	8.28	8.07	8.18

4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	8.27	8.52	7.47	7.82	8.24	8.38	8.53	8.71	8.56	8.53	8.01	8.27
5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	7.92	8.23	7.41	8.55	7.62	8.15	8.23	8.09	8.12	8.73	8.21	8.47
6	Río Saphy antes de su desembocadura	7.96	8.16	7.87	8.90	7.35	8.13	8.26	8.57	8.59	8.74	8.20	8.47
7	Riachuelo Tanqarpata	7.85	8.05	7.50	8.30	8.41	7.86	7.79	7.49	7.99	8.56	7.90	8.23
8	Río Cachimayo	8.04	7.61	7.66	8.83	8.95	8.49	8.49	8.44	8.03	8.60	8.99	8.80
9	Riachuelo Pumamarca	7.84	7.26	8.02	8.50	7.97	8.30	8.56	8.03	8.76	9.02	8.42	8.72
10	Afluente Huacarpay	7.66	6.87	6.70	7.69	8.15	7.93	7.69	7.86	7.68	8.12	7.89	8.01

Anexo 30: Temperatura de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	17.7	15.7	13.0	14.0	13.5	9.0	7.6	8.4	10.6	13.5	15.6	14.6
2	Riachuelo Chocco	21.1	14.4	13.5	14.7	14.3	9.6	9.4	9.8	14.6	15.6	15.5	17.6
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	13.5	15.8	13.9	15.5	14.9	9.6	10.6	10.8	12.4	15.9	22.0	19.0
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	21.7	15.2	14.9	16.0	18.0	9.5	14.7	15.6	15.2	18.5	18.4	18.5
5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	16.3	15.3	15.8	15.9	15.8	13.5	14.2	14.0	15.8	15.7	18.2	17.0
6	Río Saphy antes de su desembocadura	18.8	16.4	14.9	15.6	16.6	12.8	13.9	14.2	14.9	15.8	20.1	18.0
7	Riachuelo Tanqarpata	23.2	20	20.6	23.4	21.5	13.5	17.4	16.5	15.8	16.4	20.6	18.5
8	Río Cachimayo	14.5	15.3	18.3	17	15.7	12.5	8.1	11.3	14	15.4	24.9	20.2
9	Riachuelo Pumamarca	13.8	14.4	19.7	13.2	14	14	7.9	11.3	12.5	20	15.17	17.6
10	Afluente Huacarpay	18.4	18.3	18.5	18.6	17.3	16.5	15.1	15.6	15.3	18.4	16.2	17.3

Anexo 31: Conductividad de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	1055	1124	1068	1087	1107	1331	1609	1765	1905	1725	1208	1644
2	Riachuelo Chocco	1112	347	263	363	399	565	715	1238	1333	1289	1430	1447
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	1100	374	277	380	420	605	788	1264	1219	1320	1357	1383
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	2088	1404	1221	1350	1381	1536	1880	2560	2540	1563	1602	2772
5	Riachuelo Qorimachaguayniyoc	1025	1145	1174	1025	902	807	872	815	846	1133	1100	1127
6	Río Saphy antes de su desembocadura	1191	1120	1171	1200	1055	1127	1252	1535	1489	1241	1676	1188
7	Riachuelo Tanqarpata	1232	999	910	1091	1220	1256	1275	1285	1287	1290	1305	1266
8	Río Cachimayo	3805	2880	2960	2690	2963	2726	2490	2350	2350	2350	2846	3342
9	Riachuelo Pumamarca	3561	2590	3080	3100	3777	3999	4760	3760	614	1883	2860	3838
10	Afluente Huacarpay	1183	945	666	622	867	941	883	976	1061	1863	1293	1198

Anexo 32: Turbidez de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	73.0	94.0	34.0	197.0	20.0	33.0	32.1	34.2	40.6	22.0	31.0	28.0
2	Riachuelo Chocco	51.0	71.0	21.0	57.0	47.0	21.0	29.0	2.9	3.9	14.0	13.0	43.0
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	45.0	79.0	67.0	51.0	54.6	69.0	36.4	3.3	3.5	12.0	23.0	32.0
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	240.0	>1000	129.0	146.0	126.4	>1000	80.2	31.1	19.5	12.0	130.2	128.0
5	Riachuelo Qorimachaguayniyoc	201.0	253.0	212.0	429.0	309.0	>1000	25.0	11.0	41.0	69.0	158.0	186.0
6	Río Saphy antes de su desembocadura	355.0	370.0	188.0	215.0	234.0	>1000	444.0	373.0	412.0	329.0	345.0	317.0
7	Riachuelo Tanqarpata	125.0	691.0	294.0	51.6	89.0	142.0	12.3	37.5	9.4	54.0	49.0	61.0
8	Río Cachimayo	128.0	150.0	9.0	7.5	>1000	>1000	596.0	21.7	116.0	122.0	108.0	114.0
9	Riachuelo Pumamarca	301.0	421.0	103.0	12.0	509.0	304.0	>1000	33.7	12.1	269.0	185.0	274.0
10	Afluente Huacarpay	4.9	6.2	9.0	464.0	9.0	8.6	9.0	3.2	6.1	5.8	5.8	4.1

Anexo 33: Sólidos Totales de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	768.0	864.0	856.0	850.0	832.8	873.6	584.0	640.0	602.0	534.6	649.1	759.4
2	Riachuelo Chocco	469.9	476.0	374.0	492.0	364.8	338.4	496.0	468.0	410.0	389.4	357.7	399.1
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	481.4	416.0	598.0	490.0	408.0	468.6	498.0	594.0	476.0	445.7	489.6	456.2
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	1000.2	1298.0	1174.0	920.0	672.4	737.0	690.0	598.0	686.0	771.2	968.5	1083.2
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	673.6	994.0	672.0	206.0	275.2	640.6	606.0	588.0	650.0	829.4	670.3	783.8
6	Río Saphy antes de su desembocadura	1156.6	1176.0	1080.0	1338.0	852.8	832.4	1048.0	990.0	870.0	878.4	846.8	965.7
7	Riachuelo Tanqarpata	1572.5	1152.0	944.0	902.0	926.2	947.7	956.0	1246.0	1304.0	1545.1	2757.8	2368.2
8	Río Cachimayo	2413.6	1896.0	1786.0	758.4	1856.2	3193.6	3700.0	3984.0	3492.0	3967.8	3512.4	3968.2
9	Riachuelo Pumamarca	2564.7	2242.0	1980.0	1176.0	3003.0	2581.4	2898.0	3016.0	2544.0	3613.6	2675.8	2138.6
10	Afluente Huacarpay	1659.6	754.0	440.0	176.0	166.0	771.8	626.0	401.0	776.0	989.5	1476.8	1546.2

Anexo 34: Sólidos Suspendidos Totales de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	342.8	362.0	170.0	216.0	331.6	358.0	248.8	50.0	100.0	167.3	150.6	120.8
2	Riachuelo Chocco	216.4	229.0	155.0	128.0	79.0	151.4	232.7	113.0	120.0	32.6	29.5	53.8
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	221.8	149.0	165.0	136.0	194.6	178.2	240.0	120.0	130.0	51.6	62.8	58.2
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	361.6	604.0	380.0	54.0	215.4	328.8	325.0	20.0	30.0	31.5	102.6	174.8
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	314.4	328.0	315.0	94.0	113.2	215.4	289.8	55.0	85.0	90.1	142.6	150.7
6	Río Saphy antes de su desembocadura	464.0	446.0	490.0	318.0	331.1	402.4	455.7	420.0	395.0	335.7	333.8	358.1
7	Riachuelo Tanqarpata	379.6	496.0	95.0	411.0	453.4	433.9	425.0	30.0	165.0	209.2	198.0	133.4
8	Río Cachimayo	410.2	530.0	395.0	79.0	312.2	486.0	220.9	80.0	260.0	276.8	253.1	249.3
9	Riachuelo Pumamarca	341.7	940.0	890.0	82.0	1245.8	445.8	1419.6	75.0	125.0	309.2	245.6	301.3
10	Afluente Huacarpay	529.1	354.0	175.0	81.0	362.4	362.4	250.0	132.5	25.0	197.9	169.3	157.4

Anexo 35: Sólidos Disueltos Totales de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	425.2	502.0	686.0	634.0	501.2	515.6	335.2	590.0	502.0	367.3	498.5	638.6
2	Riachuelo Chocco	253.5	247.0	219.0	364.0	285.8	187.0	263.3	355.0	290.0	356.8	328.2	345.3
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	259.6	267.0	433.0	354.0	213.4	290.4	258.0	474.0	346.0	394.1	426.8	398.0
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	638.6	694.0	794.0	866.0	457.0	408.2	365.0	578.0	656.0	739.7	865.9	908.4
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	359.2	666.0	357.0	112.0	162.0	425.2	316.2	533.0	565.0	739.3	527.7	633.1
6	Río Saphy antes de su desembocadura	692.6	730.0	590.0	1020.0	521.7	430.0	592.3	570.0	475.0	542.7	513.0	607.6
7	Riachuelo Tanqarpata	1192.9	656.0	849.0	491.0	472.8	513.9	531.0	1216.0	1139.0	1335.9	2559.8	2234.8
8	Río Cachimayo	2003.4	1366.0	1391.0	1094.0	1544.0	2707.6	3479.1	3904.0	3232.0	3691.0	3259.3	3718.9
9	Riachuelo Pumamarca	2223.0	1302.0	1090.0	1004.0	1757.2	2135.6	1478.4	2941.0	2419.0	3304.4	2430.2	1837.3
10	Afluente Huacarpay	1130.5	400.0	265.0	95.0	396.0	409.4	376.0	268.5	751.0	791.6	1307.5	1388.8

PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS AFLUENTES

Anexo 36: Oxígeno Disuelto de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	5.7	6.0	6.3	1.4	6.5	4.6	6.1	6.6	6.1	5.6	4.1	4.8
2	Riachuelo Chocco	9.0	6.7	6.9	8.1	8.6	9.1	6.1	9.6	6.9	4.7	6.1	5.4
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	5.6	6.4	7.7	7.8	7.0	7.9	5.9	6.6	6.2	4.2	5.4	7.0
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	4.7	5.0	6.4	6.7	5.9	6.3	6.0	6.7	5.8	4.0	5.4	5.2
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	4.5	4.7	5.1	4.2	4.3	3.5	5.3	5.6	4.1	4.0	2.3	3.1
6	Río Saphy antes de su desembocadura	2.8	4.1	4.8	4.7	4.2	4.3	3.5	3.8	2.7	4.2	3.5	3.8
7	Riachuelo Tanqarpata	5.2	5.4	5.7	5.9	4.3	5.6	5.9	4.8	5.8	2.8	3.0	2.9
8	Río Cachimayo	5.9	7.2	6.5	6.8	7.0	6.9	6.1	5.1	6.9	4.2	6.1	5.1
9	Riachuelo Pumamarca	6.7	6.5	6.9	6.1	7.1	7.5	5.1	5.9	7.2	5.3	7.2	5.4
10	Afluente Huacarpay	2.8	5.4	4.1	2.2	3.8	3.8	4.4	4.7	3.6	3.4	3.0	3.2

Anexo 37: Demanda Bioquímica de Oxígeno de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	15.7	75.0	60.0	42.1	30.6	60.4	43.6	30.1	59.9	44.1	41.8	36.7
2	Riachuelo Chocco	43.3	30.7	31.3	37.8	32.7	18.6	46.2	16.4	18.8	15.9	18.9	17.4
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	44.9	45.3	62.1	51.8	76.1	63.3	75.1	48.3	59.9	57.4	55.2	49.0
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	124.5	91.0	105.1	90.7	119.6	123.3	118.7	77.7	74.6	87.2	129.8	111.7
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	210.4	268.7	300.5	328.2	268.4	359.2	298.4	179.1	177.9	327.5	414.8	125.8
6	Río Saphy antes de su desembocadura	267.8	193.1	343.5	193.7	268.3	299.3	432.1	372.5	566.5	477.4	448.3	462.9
7	Riachuelo Tanqarpata	44.5	74.4	134.4	148.0	88.4	195.6	73.7	50.1	45.6	247.3	209.6	203.1
8	Río Cachimayo	75.2	75.9	111.5	90.8	102.7	84.4	90.9	28.6	136.8	128.5	105.9	134.2
9	Riachuelo Pumamarca	25.3	29.2	31.5	12.2	37.2	27.5	30.2	19.4	32.5	28.6	32.1	45.7
10	Afluente Huacarpay	30.8	40.2	58.2	36.2	29.6	20.2	42.0	26.4	7.1	15.4	9.6	18.4

Anexo 38: Nitratos de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	0.8	1.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0
2	Riachuelo Chocco	0.5	3.4	0.9	0.6	0.5	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	1.3	2.3	1.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.9
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	9.6	27.4	0.8	0.5	1.3	2.0	2.5	1.5	2.0	1.8	1.8	5.7
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	1.6	3.1	1.2	0.6	1.0	1.4	1.7	1.2	1.4	1.3	1.3	1.5
6	Río Saphy antes de su desembocadura	3.3	4.9	3.1	1.8	4.4	7.0	8.7	5.3	7.0	6.1	5.7	4.5
7	Riachuelo Tanqarpata	1.9	4.3	1.0	0.3	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	1.2
8	Río Cachimayo	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
9	Riachuelo Pumamarca	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10	Afluente Huacarpay	0.5	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4

Anexo 39: Fosfatos de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	0.6	0.6	0.5	0.7	1.2	1.6	1.9	1.3	1.6	1.4	0.9	0.7
2	Riachuelo Chocco	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.3	0.3
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	0.9	1.8	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.7	0.8
5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	3.4	3.7	3.1	2.9	2.7	2.5	2.4	2.6	2.5	2.6	3.1	3.2
6	Río Saphy antes de su desembocadura	3.2	3.0	3.3	3.3	3.8	4.4	4.7	4.0	4.4	4.2	3.5	3.3
7	Riachuelo Tanqarpata	0.5	0.7	0.4	0.1	0.3	0.5	0.7	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
8	Río Cachimayo	0.5	0.7	0.4	0.9	0.8	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6
9	Riachuelo Pumamarca	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3
10	Afluente Huacarpay	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Anexo 40: Sulfatos de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	55	55	53	54	54	54	36	45	41	45	43	43
2	Riachuelo Chocco	20	25	11	15	18	15	29	22	26	22	24	24
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	19	22	11	15	17	14	31	23	27	22	25	25
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	56	74	38	38	56	47	44	41	43	46	42	44
5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	42	45	42	39	44	43	36	38	37	39	37	38
6	Río Saphy antes de su desembocadura	51	50	49	51	50	49	47	49	48	48	49	48
7	Riachuelo Tanqarpata	56	59	45	52	52	49	45	49	47	47	48	47
8	Río Cachimayo	52	52	51	52	52	51	55	54	54	53	54	54
9	Riachuelo Pumamarca	55	56	55	54	56	55	59	57	58	57	57	57
10	Afluente Huacarpay	36	39	32	32	36	34	39	36	37	36	36	37

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LOS AFLUENTES

Anexo 41: Coliformes Totales de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	9.30E+03	1.1E+06	7.8E+05	4.9E+05	2.4E+05	1.1E+05	1.7E+07	3.5E+06	2.2E+06	4.6E+04	1.1E+05	1.1E+05
2	Riachuelo Chocco	2.40E+03	1.3E+05	2.0E+03	2.0E+03	2.3E+02	9.0E+02	1.3E+04	1.4E+03	9.3E+02	4.3E+02	2.4E+03	4.3E+03
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	2.30E+03	2.0E+04	4.5E+04	2.0E+04	4.3E+04	4.3E+04	4.0E+04	2.3E+05	2.6E+04	4.6E+04	2.4E+04	4.6E+04
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	2.30E+04	1.7E+05	1.7E+05	2.0E+04	4.3E+04	9.3E+04	6.1E+04	4.0E+04	7.9E+04	1.1E+05	4.6E+04	4.6E+04
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	9.30E+05	3.3E+06	1.3E+07	2.7E+06	2.4E+07	9.3E+06	1.3E+06	4.6E+05	3.3E+05	4.3E+05	9.3E+05	4.3E+05
6	Río Saphy antes de su desembocadura	2.40E+06	7.9E+06	2.1E+06	1.1E+07	4.3E+06	2.3E+06	1.6E+08	5.4E+07	1.1E+07	1.1E+07	2.4E+06	4.6E+06
7	Riachuelo Tanqarpata	1.4E+05	1.7E+05	1.7E+03	2.2E+05	2.3E+05	3.3E+05	1.3E+04	4.9E+03	2.4E+04	3.3E+04	4.6E+04	1.4E+05
8	Río Cachimayo	2.40E+05	1.7E+06	7.9E+05	4.9E+05	4.6E+05	2.4E+06	1.7E+05	5.4E+06	5.4E+06	4.6E+05	2.4E+06	4.6E+05
9	Riachuelo Pumamarca	2.40E+03	1.7E+04	1.1E+04	2.3E+04	4.6E+03	4.3E+02	1.4E+04	3.3E+04	4.5E+03	2.4E+03	4.6E+03	1.1E+04
10	Afluente Huacarpay	2.40E+03	7.9E+03	1.4E+03	5.4E+03	4.3E+03	2.4E+03	7.9E+03	2.3E+03	4.9E+03	4.6E+03	4.3E+02	4.0E+01

Anexo 42: Coliformes Termotolerantes de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	9.3E+03	4.0E+05	4.5E+05	4.9E+05	2.4E+05	4.6E+04	9.4E+06	2.4E+06	4.9E+05	2.4E+04	1.1E+05	1.1E+05
2	Riachuelo Chocco	2.4E+03	2.0E+04	2.0E+03	2.0E+03	9.0E+01	4.0E+02	1.3E+04	1.1E+03	9.3E+02	4.3E+02	2.4E+03	2.3E+03
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	2.3E+03	2.0E+04	4.5E+04	2.0E+04	4.3E+04	9.0E+03	4.0E+04	2.3E+05	2.6E+04	4.6E+04	2.4E+04	4.6E+04
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	2.3E+04	1.1E+05	1.7E+05	2.0E+04	4.3E+04	9.3E+04	4.0E+04	4.0E+04	3.3E+04	1.1E+05	4.6E+04	4.6E+04
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	9.3E+05	2.1E+06	7.9E+06	2.7E+06	2.4E+07	2.3E+06	1.3E+06	4.6E+05	3.3E+05	4.3E+05	9.3E+05	4.3E+05
6	Río Saphy antes de su desembocadura	2.4E+05	2.7E+06	2.1E+06	1.1E+07	4.3E+06	9.0E+05	1.6E+08	3.5E+07	7.0E+06	4.6E+06	2.4E+06	9.3E+05
7	Riachuelo Tanqarpata	6.8E+04	6.8E+04	1.7E+03	1.4E+04	2.3E+04	4.3E+04	7.9E+03	4.9E+03	1.3E+04	3.3E+04	4.6E+04	2.4E+04
8	Río Cachimayo	2.4E+06	1.7E+06	2.2E+05	4.9E+05	4.6E+05	4.3E+05	1.7E+05	1.7E+06	5.4E+06	4.6E+05	2.4E+06	4.6E+05
9	Riachuelo Pumamarca	4.3E+02	1.1E+04	4.5E+04	2.3E+04	2.4E+03	4.3E+02	9.3E+03	3.3E+03	4.5E+03	2.4E+03	4.6E+03	4.3E+02
10	Afluente Huacarpay	2.4E+03	3.4E+03	7.8E+02	5.4E+03	4.0E+02	9.0E+02	2.7E+03	2.3E+03	4.9E+03	4.6E+03	4.3E+02	4.0E+01

PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

Anexo 43: pH de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	8.27	8.45	7.59	7.9	8.41	8.16	8.3	8.41	8.24	8.55	8.11	8.33
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	7.76	8.29	7.5	8.01	7.17	8.31	8.47	8.51	8.44	8.7	8.04	8.37
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	7.77	8.32	7.6	8.43	7.33	8.18	8.8	8.99	9.02	9.11	8.44	8.78
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	8.33	8.79	7.75	8.69	8.56	8.69	8.66	8.87	8.73	8.79	8.25	8.52
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	8.34	7.2	7.39	8.4	8.4	8.48	9.2	8.62	7.84	9.21	8.28	8.75
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	6.69	7.85	7.48	7.65	8.8	7.85	8.15	8.12	8.19	8.65	7.72	8.19
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	7.39	6.92	7.05	7.35	8.37	7.47	7.66	7.5	8.18	8.21	7.58	7.90
8	Vertimiento N°8 altura Penal	8.44	5.88	7.51	7.79	8.62	8.36	8.63	7.815	8.53	8.01	7.89	7.95
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	7.22	7.02	7.02	7.08	8.1	7.78	7.85	7.83	7.68	8.11	7.15	7.63
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	7.17	6.26	7.25	8.33	8.78	7.51	8.15	7.9	7.59	8.2	8.91	8.56
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	7.61	6.76	6.86	7.25	8.89	7.78	8.02	7.57	7.93	7.91	7.71	7.81
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	7.58	8.02	7.58	8.34	7.71	7.9	8.03	8.07	8	8.55	8.13	8.34
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	7.77	7.12	7.5	7.28	8.5	8.01	8.22	8.5	9	8.54	8.08	8.31
14	Vertimiento N°14 Saylla	7.14	6.32	6.76	7.08	7.8	7.4	7.33	7.3	7.26	7.4	7.9	7.65
15	Vertimiento N°15 Huasao	7.39	7.02	7.08	7.32	8.48	7.55	7.6	7.69	7.73	8.02	7.56	7.79
16	Vertimiento N°16 Tipón	7.64	7.39	6.9	7.38	8.28	7.38	7.92	7.99	7.95	8.15	7.6	7.88
17	Vertimiento N°17 Oropesa	7.8	7.45	7.2	7.42	8.67	7.94	8.13	8.13	8.06	8	7.65	7.83
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	7.55	7.32	7.15	7.56	8.36	7.64	7.63	7.82	7.87	8.16	7.74	7.95

Anexo 44: Temperatura de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	21.0	18.6	17.3	16.9	17.7	9.8	16.0	14.7	15.4	15.7	19.9	17.8
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	18.4	16.3	17.1	18.5	17.9	12.8	15.0	12.7	14.5	15.1	20.6	17.9
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	17.8	14.6	15.1	17.5	16.4	12.5	15.2	14.6	16.1	15.9	21.0	18.5
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	16.9	16.9	16.6	17.8	16.9	14.8	15.4	14.9	15.6	17.5	20.6	19.1
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	15.8	18.3	21.3	22.2	19.2	13.5	8.3	11.5	12.2	16.4	22.9	19.7
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	17.7	19.5	19.9	19.5	16.3	15.4	10.8	13.0	13.1	15.4	22.9	19.2
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	17.2	17.3	17.4	19.8	16.7	15.8	16.0	16.8	16.0	17.6	15.8	16.7
8	Vertimiento N°8 altura Penal	17.9	17.4	19.4	18.5	17.1	16.1	15.3	15.7	16.1	18.8	20.3	19.6
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	17.6	17.5	17.9	18.3	16.5	15.9	14.7	15.3	15.9	17.9	19.8	18.9
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	18.4	18.4	17.0	18.4	16.5	16.3	14.5	15.4	15.7	17.8	18.4	18.1
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	18.5	19.0	18.7	18.5	14.7	15.6	14.0	15.1	15.3	16.4	17.8	17.1
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	17.6	18.0	18.0	18.2	16.2	16.6	15.3	15.5	15.4	17.6	17.1	17.4
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	17.6	19.7	17.6	16.7	16.0	15.1	14.9	14.1	14.5	16.9	18.8	17.9
14	Vertimiento N°14 Saylla	18.8	16.8	17.8	19.3	16.1	15.6	15.7	14.7	14.4	16.9	17.5	17.2
15	Vertimiento N°15 Huasao	18.9	18.7	19.2	17.5	17.4	16.3	16.0	14.5	15.0	17.6	19.7	18.7
16	Vertimiento N°16 Tipón	17.4	17.4	17.7	16.2	16.3	14.2	14.6	12.3	12.9	15.4	18.6	17.0
17	Vertimiento N°17 Oropesa	17.3	16.3	16.9	15.8	15.0	13.4	14.1	12.3	12.8	14.9	17.0	16.0
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	19.4	17.4	22.6	18.4	16.2	13.1	12.9	9.8	9.6	16.0	19.0	17.5

Anexo 46: Turbidez de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	364.0	313.0	415.0	571.0	493.0	532.0	834.0	325.0	474.0	654.0	489.5	481.8
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	710.5	860.0	561.0	597.0	579.0	588.0	966.0	421.0	>1000	693.5	710.5	846.8
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	>1000	>1000	>1000	458.0	578.0	796.0	>1000	>1000	>1000	518.0	687.0	602.5
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	137.5	271.0	204.3	478.0	241.0	359.5	7.6	10.1	19.6	12.4	108.4	37.6
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	2.5	2.0	3.0	6.0	4.5	5.3	4.7	6.0	3.0	3.9	4.9	4.0
8	Vertimiento N°8 altura Penal	>1000	>1000	721.0	598.0	659.5	628.8	626.0	612.0	786.0	663.2	687.1	651.8
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	395.5	331.0	460.0	648.0	554.0	601.0	766.0	707.0	678.0	688.0	691.0	565.8
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	171.5	84.0	259.0	270.0	264.5	267.3	444.0	357.0	720.0	447.1	508.0	265.2
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	23.9	27.2	21.0	30.0	29.0	28.0	28.9	41.0	44.5	43.0	37.0	22.0
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	199.5	72.0	327.0	274.0	300.5	287.3	123.0	410.3	198.5	243.9	252.6	249.1
14	Vertimiento N°14 Saylla	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
15	Vertimiento N°15 Huasao	93.0	80.0	106.0	239.0	172.5	205.8	125.0	85.4	105.2	105.2	185.6	149.4
16	Vertimiento N°16 Tipón	100.0	134.0	66.0	201.0	133.5	167.3	161.0	105.0	133.0	133.0	165.7	133.6
17	Vertimiento N°17 Oropesa	106.0	127.0	85.0	231.0	158.0	194.5	143.0	110.0	126.5	126.5	181.6	150.3
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	28.3	42.5	14.0	312.0	163.0	237.5	91.0	96.3	93.7	93.7	200.9	132.9

Anexo 47: Sólidos Totales de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	1042.5	1180.0	1178.0	1174.0	1346.0	1225.5	1062.0	1354.0	1324.0	1058.0	1239.0	1141.0
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	795.0	664.0	926.0	1014.0	970.0	992.0	1312.0	770.0	1100.0	1041.0	935.0	1070.5
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	1132.0	1280.0	1184.0	1218.0	1201.0	1209.5	1292.0	1220.0	1156.0	1106.0	1188.0	1181.0
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	1305.0	1104.0	1506.0	1602.0	1254.0	1128.0	1090.0	1146.0	1386.0	1468.0	1316.0	1027.0
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	1003.0	1328.0	1114.0	1034.0	1124.0	1129.0	1002.0	1168.0	1146.0	1135.0	1107.0	1140.5
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	1046.0	1121.6	972.0	1058.3	1146.0	1103.0	1092.0	1172.0	1156.0	1132.0	1114.0	1094.0
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	776.0	782.0	770.0	936.0	853.0	894.5	794.0	794.0	862.0	794.0	828.0	828.0
8	Vertimiento N°8 altura Penal	1392.0	1264.0	1220.0	1202.0	1261.0	1081.5	1298.0	1218.0	1290.0	1208.0	1204.0	1299.0
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	1083.0	872.0	1194.0	1186.0	1140.0	1263.0	946.0	1024.0	958.0	985.0	1291.0	1146.5
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	1075.0	1060.0	1190.0	788.0	1039.0	913.5	1238.0	1244.0	1110.0	1241.0	1277.0	1375.5
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	2567.0	2240.0	2894.0	1848.0	1371.0	1309.5	1054.0	2598.0	1866.0	2376.0	2432.0	2121.0
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	879.0	862.0	812.0	792.0	830.0	815.0	856.0	766.0	640.0	628.0	549.0	580.0
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	597.0	498.0	696.0	1198.0	947.0	1072.5	438.0	818.0	1092.0	628.0	955.0	860.0
14	Vertimiento N°14 Saylla	1225.0	1132.0	1118.0	1221.0	1203.0	1145.5	1242.0	1290.0	838.0	1291.0	1664.0	1264.5
15	Vertimiento N°15 Huasao	773.0	1232.0	914.0	1216.0	980.0	1213.0	1264.0	1255.0	1332.0	1359.5	1393.5	1345.8
16	Vertimiento N°16 Tipón	593.0	698.0	488.0	786.0	637.0	711.5	626.0	706.0	708.0	666.0	707.0	687.0
17	Vertimiento N°17 Oropesa	846.0	936.0	756.0	808.0	782.0	795.0	890.0	849.0	1138.0	869.5	993.5	1003.7
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	323.0	208.0	438.0	714.0	1076.0	1095.0	676.0	695.0	542.0	685.5	352.9	342.8

Anexo 48: Sólidos Suspendidos Totales de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	323.7	320.0	335.0	329.0	446.7	347.8	408.2	465.0	379.6	335.0	442.5	335.7
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	256.7	286.0	230.0	254.8	348.0	289.0	550.0	365.0	360.0	457.5	312.5	358.8
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	347.1	342.0	345.0	410.0	348.9	353.0	485.0	405.0	320.0	305.0	347.5	342.5
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	357.8	332.0	630.0	475.0	468.5	349.3	255.0	320.0	419.7	512.5	372.5	343.8
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	346.9	440.0	340.0	382.0	347.7	344.5	361.4	330.0	340.0	335.7	385.0	322.5
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	332.5	345.0	429.4	370.0	257.5	302.3	345.0	360.0	325.0	332.5	312.5	323.8
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	132.8	320.0	100.0	218.0	204.0	262.0	245.0	225.0	370.0	225.0	337.5	347.5
8	Vertimiento N°8 altura Penal	359.6	340.0	375.0	350.0	352.9	342.5	545.0	390.0	510.0	357.5	348.2	393.8
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	338.0	340.0	344.0	336.0	363.0	376.5	375.0	375.0	350.0	325.0	372.5	337.5
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	327.5	355.0	335.0	300.0	242.5	373.8	390.0	380.0	345.0	356.8	402.5	490.0
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	773.6	645.7	630.0	825.0	559.7	528.8	460.0	780.0	810.0	759.2	975.0	780.6
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	43.8	45.0	40.0	60.0	52.6	54.8	75.0	55.0	80.0	79.4	73.6	44.6
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	248.3	190.0	205.0	345.0	347.5	376.3	170.0	352.5	340.0	211.3	396.3	225.6
14	Vertimiento N°14 Saylla	406.7	445.0	425.0	330.0	337.5	381.3	401.3	525.0	385.0	360.0	667.5	372.5
15	Vertimiento N°15 Huasao	324.7	390.0	320.0	500.0	395.0	436.2	340.0	545.0	430.0	377.5	562.5	483.8
16	Vertimiento N°16 Tipón	227.1	295.0	220.0	275.0	285.0	298.7	225.0	230.0	295.0	262.5	297.5	288.8
17	Vertimiento N°17 Oropesa	342.9	345.0	345.0	265.0	305.0	295.0	305.0	260.0	335.0	297.5	347.5	311.3
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	112.2	95.0	135.0	165.0	275.0	205.0	280.0	222.5	235.0	251.3	128.8	133.1

Anexo 49: Sólidos Disueltos Totales de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	16.3	30.9	1.6	3.7	17.3	9.5	4.8	4.3	4.5	4.5	4.4	4.5
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	8.7	5.7	11.7	10.8	8.3	10.0	26.4	18.6	22.5	22.5	20.6	22.5
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	32.8	24.6	40.9	10.8	17.7	29.3	33.7	22.3	28.0	28.0	25.1	28.0
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	24.2	47.4	0.9	22.3	34.9	17.9	6.0	14.2	10.1	10.1	12.1	10.1
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	0.6	0.5	0.7	8.7	4.6	2.7	6.4	7.6	7.0	7.0	7.3	7.0
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	0.9	0.9	0.9	1.4	1.2	1.0	0.8	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	1.3	1.6	0.9	0.7	1.2	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
8	Vertimiento N°8 altura Penal	8.9	12.5	5.2	17.1	14.8	10.0	11.3	14.2	12.8	12.8	13.5	12.8
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	11.3	10.3	12.2	22.8	16.6	14.4	20.1	21.5	20.8	20.8	21.1	20.8
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	21.3	25.9	16.7	1.1	13.5	15.1	19.5	10.3	14.9	14.9	12.6	14.9
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	260.5	324.5	196.5	289.4	307.0	251.7	4.1	146.8	75.4	75.4	111.1	75.4
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1.2	0.9	2.4	2.0	2.1	2.5	1.7	1.9	1.8	2.2	2.1	1.0
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	6.7	6.9	6.4	5.8	6.4	6.4	3.9	4.9	4.4	4.4	4.6	4.4
14	Vertimiento N°14 Saylla	11.7	11.1	12.3	12.5	11.8	12.1	13.5	13.0	13.3	13.3	13.1	13.3
15	Vertimiento N°15 Huasao	6.2	7.3	5.1	2.0	4.7	4.9	2.8	2.4	2.6	2.6	2.5	2.6
16	Vertimiento N°16 Tipón	4.0	6.6	1.4	4.0	5.3	3.4	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.4	5.0	1.8	1.1	3.1	2.4	4.9	3.0	4.0	4.0	3.5	4.0
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.8	1.0	0.6	0.8	0.9	0.8	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES
Anexo 50: Oxígeno Disuelto de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayocq	3.2	2.4	4.7	3.5	4.4	2.4	4.8	5.1	2.2	8.0	0.0	4.0
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	2.7	5.1	3.0	1.6	0.6	3.2	3.2	5.0	3.4	3.9	0.0	1.9
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	0.3	2.4	2.2	1.7	1.0	2.1	4.9	1.5	0.2	4.0	0.0	2.0
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	3.8	3.6	1.0	1.0	0.0	1.9	3.5	1.1	1.7	0.0	0.0	0.0
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	0.0	0.4	3.6	4.8	5.5	5.7	4.0	5.1	3.2	5.0	2.4	3.7
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	0.7	5.6	4.8	0.0	4.7	4.3	5.6	5.9	4.6	1.0	0.0	0.5
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	4.2	4.8	3.7	4.6	4.5	3.6	4.2	3.9	4.3	4.2	4.0	4.2
8	Vertimiento N°8 altura Penal	2.1	1.3	1.7	1.6	1.1	2.2	1.5	1.5	1.1	0.0	2.0	1.0
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	0.5	0.9	1.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	0.0	0.0	1.5	6.5	6.0	3.2	0.6	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	3.4	0.0	1.7
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	6.6	5.8	6.3	6.3	5.8	5.2	7.1	6.7	7.9	6.9	6.9	6.9
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	2.5	3.0	3.3	2.7	1.8	2.8	3.3	3.5	2.4	2.5	1.4	1.9
14	Vertimiento N°14 Saylla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Vertimiento N°15 Huasao	0.8	3.5	1.0	2.4	1.2	0.7	2.8	1.7	0.8	1.6	2.4	2.0
16	Vertimiento N°16 Tipón	0.9	1.0	2.2	1.7	1.1	0.7	4.1	2.6	1.9	1.2	1.2	1.2
17	Vertimiento N°17 Oropesa	2.4	3.2	4.6	4.3	2.3	3.4	3.6	3.9	3.7	2.4	2.5	2.4
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	4.3	3.5	3.5	3.8	4.1	3.8	4.2	3.9	3.9	4.2	4.3	3.8

Anexo 51: Demanda Bioquímica de Oxígeno de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	377.2	299.1	476.7	435.7	454.7	438.2	416.3	118.7	357.2	437.1	428.1	482.6
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	454.6	496.4	475.9	535.8	495.1	497.1	393.6	475.2	434.0	337.2	434.8	386.0
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	412.3	416.6	399.6	409.1	434.1	386.9	393.6	374.8	375.5	383.2	335.8	410.1
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	474.6	414.6	376.6	339.2	389.6	321.4	438.8	239.3	417.0	298.2	301.6	299.6
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	255.3	312.3	317.8	324.1	218.2	299.3	115.4	114.4	158.4	174.2	221.5	279.3
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	144.8	163.3	134.3	150.3	273.7	121.2	144.0	110.8	136.1	166.5	153.8	160.2
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	356.7	355.5	374.7	375.3	374.6	337.2	336.3	395.0	354.9	354.0	405.8	399.7
8	Vertimiento N°8 altura Penal	375.1	295.1	434.0	393.8	393.5	355.4	374.8	453.5	374.0	414.0	389.4	399.7
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	395.0	474.2	394.5	495.2	319.5	358.2	395.4	234.1	394.1	474.0	430.8	452.4
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	1894.3	1854.2	1593.0	2093.7	1793.5	2095.0	657.9	1973.5	2093.8	1356.6	1647.8	2200.8
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	49.0	56.8	75.4	78.4	29.8	81.4	49.2	66.2	61.7	54.9	61.7	58.3
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	398.9	237.2	337.0	476.7	315.3	292.8	317.5	317.0	395.9	476.5	365.8	370.5
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	415.0	393.0	403.7	393.7	393.5	395.0	394.0	393.5	293.5	394.0	435.0	414.5
14	Vertimiento N°14 Saylla	395.8	296.5	294.7	476.1	434.7	355.7	315.0	315.2	354.3	235.6	329.8	446.4
15	Vertimiento N°15 Huasao	315.9	314.0	315.9	335.4	374.6	315.7	235.5	236.1	235.4	235.2	264.8	364.9
16	Vertimiento N°16 Tipón	337.4	436.2	418.3	398.0	395.8	458.4	437.3	437.4	377.2	296.4	342.7	476.9
17	Vertimiento N°17 Oropesa	194.3	220.6	181.2	239.5	240.8	419.7	359.3	321.7	217.4	210.2	119.6	264.9
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	377.2	299.1	476.7	435.7	454.7	438.2	416.3	118.7	357.2	437.1	428.1	482.6

Anexo 52: Nitratos de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	16.3	30.9	1.6	3.7	17.3	9.5	4.8	4.3	4.5	4.5	4.4	4.5
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	8.7	5.7	11.7	10.8	8.3	10.0	26.4	18.6	22.5	22.5	20.6	22.5
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	32.8	24.6	40.9	10.8	17.7	29.3	33.7	22.3	28.0	28.0	25.1	28.0
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	24.2	47.4	0.9	22.3	34.9	17.9	6.0	14.2	10.1	10.1	12.1	10.1
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	0.6	0.5	0.7	8.7	4.6	2.7	6.4	7.6	7.0	7.0	7.3	7.0
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	0.9	0.9	0.9	1.4	1.2	1.0	0.8	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	1.3	1.6	0.9	0.7	1.2	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
8	Vertimiento N°8 altura Penal	8.9	12.5	5.2	17.1	14.8	10.0	11.3	14.2	12.8	12.8	13.5	12.8
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	11.3	10.3	12.2	22.8	16.6	14.4	20.1	21.5	20.8	20.8	21.1	20.8
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	21.3	25.9	16.7	1.1	13.5	15.1	19.5	10.3	14.9	14.9	12.6	14.9
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	260.5	324.5	196.5	289.4	307.0	251.7	4.1	146.8	75.4	75.4	111.1	75.4
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1.2	0.9	2.4	2.0	2.1	2.5	1.7	1.9	1.8	2.2	2.1	1.0
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	6.7	6.9	6.4	5.8	6.4	6.4	3.9	4.9	4.4	4.4	4.6	4.4
14	Vertimiento N°14 Saylla	11.7	11.1	12.3	12.5	11.8	12.1	13.5	13.0	13.3	13.3	13.1	13.3
15	Vertimiento N°15 Huasao	6.2	7.3	5.1	2.0	4.7	4.9	2.8	2.4	2.6	2.6	2.5	2.6
16	Vertimiento N°16 Tipón	4.0	6.6	1.4	4.0	5.3	3.4	3.9	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.4	5.0	1.8	1.1	3.1	2.4	4.9	3.0	4.0	4.0	3.5	4.0
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.8	1.0	0.6	0.8	0.9	0.8	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Anexo 53: Fosfatos de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	3.2	3.8	2.5	4.0	3.9	3.2	0.7	2.3	1.5	1.5	1.9	1.5
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	3.5	3.8	3.2	4.4	4.1	5.1	5.6	5.0	5.3	5.3	5.1	5.3
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	3.4	3.4	3.5	4.3	3.9	3.7	4.7	4.5	4.6	4.6	4.5	4.6
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	1.7	3.1	0.2	3.6	3.3	1.8	3.8	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	0.4	0.2	0.5	1.6	0.9	0.7	2.9	2.2	2.6	2.6	2.4	2.6
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	0.4	0.3	0.6	1.0	0.7	0.6	0.3	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
8	Vertimiento N°8 altura Penal	4.4	4.8	4.1	4.8	4.8	4.4	4.0	4.4	4.2	4.2	4.3	4.2
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	4.0	3.9	4.0	4.3	4.1	4.1	3.4	3.9	3.6	3.6	3.7	3.6
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	2.6	2.9	2.2	4.0	1.8	2.0	4.3	2.5	3.4	3.4	2.9	3.4
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	3.7	3.5	3.9	4.1	3.8	3.8	1.9	3.0	2.5	2.5	2.8	2.5
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	4.0	4.2	4.6	4.3	4.6	4.9	4.0	4.7	4.9	4.7	4.4	4.5
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	3.3	2.7	3.9	3.9	3.3	3.6	2.8	3.3	3.1	3.1	3.2	3.1
14	Vertimiento N°14 Saylla	3.3	3.9	2.7	3.2	3.5	3.1	3.5	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4
15	Vertimiento N°15 Huasao	2.6	2.8	2.4	2.8	2.8	2.6	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
16	Vertimiento N°16 Tipón	3.6	4.3	3.0	3.1	3.7	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
17	Vertimiento N°17 Oropesa	3.8	4.3	3.4	1.7	3.0	3.2	3.3	2.5	2.9	2.9	2.7	2.9
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	0.5	0.2	0.8	0.2	0.2	0.5	1.6	0.9	1.2	1.2	1.1	1.2

Anexo 54: Sulfatos de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	45	53	26	37	40	33	38	38	38	35	38	37
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	30	26	24	33	25	25	43	38	41	34	39	37
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	44	43	46	44	45	45	56	50	53	51	52	52
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	54	58	46	50	52	49	39	45	42	44	43	43
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	58	56	57	59	57	57	41	50	46	49	48	47
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	40	44	63	36	54	58	25	31	28	42	29	35
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	44	44	43	43	44	43	42	43	42	43	42	42
8	Vertimiento N°8 altura Penal	52	47	49	56	48	49	39	48	43	44	45	44
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	39	31	45	46	38	42	51	49	50	46	49	48
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	42	41	40	43	41	40	47	45	46	44	46	45
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	89	96	99	100	76	88	26	79	53	57	66	55
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	43	43	43	43	43	43	44	44	44	44	44	44
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	17	14	25	19	20	22	12	16	14	17	15	15
14	Vertimiento N°14 Saylla	28	4	11	52	8	9	26	39	33	18	36	25
15	Vertimiento N°15 Huasao	46	44	50	47	47	49	52	50	51	50	50	51
16	Vertimiento N°16 Tipón	28	29	20	26	25	22	30	28	29	26	29	28
17	Vertimiento N°17 Oropesa	46	47	47	45	47	47	49	47	48	48	48	48
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	51	48	54	53	51	53	56	55	55	54	55	55

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

Anexo 55: Coliformes Totales de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoq	4.75E+06	4.90E+06	4.60E+06	1.30E+07	8.80E+06	1.09E+07	2.0E+06	1.30E+07	2.30E+06	7.5E+06	7.7E+06	4.9E+06
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	4.85E+07	4.90E+06	9.20E+07	3.50E+07	6.35E+07	4.93E+07	5.4E+07	2.20E+07	7.90E+06	3.8E+07	1.5E+07	2.3E+07
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	8.55E+06	4.10E+06	1.30E+07	3.50E+07	2.40E+07	2.95E+07	1.6E+08	5.40E+07	3.50E+07	1.1E+08	4.5E+07	7.1E+07
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	1.60E+08	1.60E+08	1.60E+08	2.40E+07	9.20E+07	5.80E+07	1.6E+08	9.20E+07	4.70E+06	1.3E+08	4.8E+07	6.5E+07
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	9.50E+05	1.70E+06	2.00E+05	5.40E+06	2.80E+06	4.10E+06	5.4E+06	1.70E+06	6.80E+05	3.6E+06	1.2E+06	2.1E+06
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	1.85E+06	1.30E+06	2.40E+06	4.90E+06	3.65E+06	4.28E+06	4.5E+05	9.20E+05	1.30E+05	6.9E+05	5.3E+05	4.1E+05
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02	4.5E+02	2.00E+02	4.00E+02	3.3E+02	3.0E+02	4.50E+05
8	Vertimiento N°8 altura Penal	5.80E+07	2.40E+07	9.20E+07	5.40E+07	7.30E+07	6.35E+07	7.9E+06	3.50E+07	1.70E+07	2.1E+07	2.6E+07	1.9E+07
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	2.40E+07	1.30E+07	3.50E+07	9.20E+07	6.35E+07	7.78E+07	3.2E+06	5.40E+07	1.70E+06	2.9E+07	2.8E+07	1.5E+07
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	4.75E+06	4.90E+06	4.60E+06	1.10E+06	2.85E+06	1.98E+06	2.6E+06	3.50E+07	1.70E+06	1.9E+07	1.8E+07	1.0E+07
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	8.20E+06	2.40E+06	1.40E+07	7.80E+05	7.39E+06	4.09E+06	6.8E+05	2.00E+05	2.40E+06	4.4E+05	1.3E+06	1.4E+06
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	3.50E+03	2.2E+03	2.2E+03	1.3E+03	1.1E+03	1.7E+03	3.5E+03	3.50E+03	5.40E+03	2.2E+03	1.3E+03	2.20E+03
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	6.30E+06	4.70E+06	7.90E+06	1.10E+07	9.45E+06	1.02E+07	2.2E+06	7.0E+06	3.30E+06	4.6E+06	5.2E+06	4.0E+06
14	Vertimiento N°14 Saylla	1.20E+07	1.30E+07	1.10E+07	9.20E+07	5.15E+07	7.18E+07	1.1E+07	4.9E+06	7.90E+06	8.0E+06	6.4E+06	7.9E+06
15	Vertimiento N°15 Huasao	2.75E+06	2.20E+06	3.30E+06	1.40E+06	2.35E+06	1.88E+06	7.0E+06	4.9E+06	3.30E+06	6.0E+06	4.1E+06	4.6E+06
16	Vertimiento N°16 Tipón	1.45E+07	2.40E+07	4.90E+06	2.20E+07	1.35E+07	1.77E+07	4.6E+06	1.3E+07	1.70E+06	8.8E+06	7.4E+06	5.3E+06
17	Vertimiento N°17 Oropesa	7.00E+06	7.00E+06	7.00E+06	1.30E+06	4.15E+06	2.73E+06	1.4E+06	1.3E+06	4.90E+06	1.4E+06	3.1E+06	3.1E+06
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	1.01E+05	2.00E+03	2.00E+05	2.00E+03	1.01E+05	5.15E+04	4.5E+02	2.0E+04	2.00E+04	1.0E+04	2.0E+04	1.5E+04

Anexo 56: Coliformes Termotolerantes de Vertimientos

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayooq	2.8E+06	2.3E+06	3.3E+06	1.3E+07	8.2E+06	1.1E+07	1.7E+06	1.3E+06	6.8E+05	1.5E+06	9.9E+05	1.1E+06
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	2.0E+07	4.9E+06	3.5E+07	3.5E+07	3.5E+07	3.5E+07	2.2E+07	1.3E+07	7.9E+06	1.8E+07	1.0E+07	1.3E+07
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	7.2E+06	1.4E+06	1.3E+07	3.5E+07	2.4E+07	3.0E+07	3.5E+07	3.5E+07	7.9E+06	3.5E+07	2.1E+07	2.1E+07
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	8.7E+07	1.4E+07	1.6E+08	2.4E+07	9.2E+07	5.8E+07	1.6E+08	5.4E+06	3.3E+06	8.3E+07	4.4E+06	4.3E+07
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	1.9E+05	1.7E+05	2.0E+05	5.4E+06	2.8E+06	4.1E+06	1.3E+06	1.7E+06	6.8E+05	1.5E+06	1.2E+06	1.1E+06
6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	6.9E+05	1.3E+06	7.8E+04	4.9E+06	2.5E+06	3.7E+06	4.5E+05	2.1E+04	1.3E+05	2.4E+05	7.6E+04	1.8E+05
7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	2.0E+02	4.0E+02	3.3E+06	3.0E+02	3.0E+02
8	Vertimiento N°8 altura Penal	5.3E+07	1.3E+07	9.2E+07	5.4E+07	7.3E+07	6.4E+07	4.9E+06	1.7E+07	1.7E+07	1.1E+07	1.7E+07	1.4E+07
9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa	1.6E+07	7.9E+06	2.4E+07	9.2E+07	5.8E+07	7.5E+07	2.6E+06	3.5E+07	1.7E+06	1.9E+07	1.8E+07	1.0E+07
10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	3.5E+06	4.9E+06	2.1E+06	4.0E+05	1.3E+06	8.3E+05	2.2E+06	2.1E+07	1.7E+06	1.2E+07	1.1E+07	6.7E+06
11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	2.6E+06	1.3E+06	3.9E+06	7.8E+05	2.3E+06	1.6E+06	4.0E+05	2.0E+05	2.4E+06	3.0E+05	1.3E+06	1.4E+06
12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	1.4E+03	2.2E+02	2.2E+03	7.9E+02	9.2E+02	5.4E+02	2.4E+03	3.5E+03	3.5E+03	2.2E+02	3.3E+03	2.4E+03
13	Vertimiento N°13 altura Angostura	3.0E+06	3.3E+06	2.7E+06	4.9E+06	3.8E+06	4.4E+06	1.7E+06	4.6E+06	3.3E+06	3.2E+06	4.0E+06	3.2E+06
14	Vertimiento N°14 Saylla	6.4E+06	7.9E+06	4.9E+06	9.2E+07	4.8E+07	7.0E+07	7.9E+06	3.3E+06	7.9E+06	5.6E+06	5.6E+06	6.8E+06
15	Vertimiento N°15 Huasao	2.5E+06	1.7E+06	3.3E+06	9.2E+05	2.1E+06	1.5E+06	3.3E+06	1.3E+06	3.3E+06	2.3E+06	2.3E+06	2.8E+06
16	Vertimiento N°16 Tipón	1.4E+06	1.1E+06	1.7E+06	1.4E+07	7.9E+06	1.1E+07	3.3E+06	7.0E+06	1.7E+06	5.2E+06	4.4E+06	3.4E+06
17	Vertimiento N°17 Oropesa	6.0E+06	4.9E+06	7.0E+06	1.3E+06	4.2E+06	2.7E+06	9.2E+05	1.3E+06	4.9E+06	1.1E+06	3.1E+06	3.0E+06
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	1.0E+05	2.0E+03	2.0E+05	2.0E+03	1.0E+05	5.2E+04	2.0E+02	2.0E+04	2.0E+04	1.0E+04	2.0E+04	1.5E+04

IDENTIFICACIÓN DE ENTEROBACTERIAS POR PRUEBAS BIOQUÍMICAS RIO HUATANAY

Anexo 57: Enterobacterias por especies del río Huatanay

MESES	N°	PUNTOS DE MUESTREO	BACTERIAS IDENTIFICADAS
	1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Río Huatanay altura Corpac	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Citrobacter diversus</i>
	7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Vibrio cholerae</i>
	9	Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	10	Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Río Huatanay después de la PTAR	<i>Serratia rubidaea</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Proteus vulgaris</i>
	14	Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Citrobacter diversus</i>
	16	Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Proteus mirabilis</i>
	17	Río Huatanay altura Huambutío	<i>Serratia marcesens</i>
ÉPOCA DE LLUVIAS	1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Citrobacter diversus</i>
	3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Klebsiella pneumoniae</i>
	4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Río Huatanay altura Corpac	<i>Salmonella paratyphi A</i> <i>Yersinia pestis</i>
	6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Citrobacter diversus</i>
	8	Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	9	Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Serratia marcescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i> <i>Escherichia coli</i> L (-)
	10	Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Serratia marcescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
	11	Río Huatanay después de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (-) <i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Enterobacter cloacae</i>
	14	Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	16	Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	17	Río Huatanay altura Huambutío	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
	3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	5	Río Huatanay altura Corpac	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Proteus vulgaris</i>
	7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (-) <i>Citrobacter diversus</i>
	8	Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Klebsiella pneumoniae</i>
	9	Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Serratia marcesens</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	11	Río Huatanay después de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	12	Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Serratia liquefaciens</i>
	14	Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Serratia liquefaciens</i>

		<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15 Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	16 Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	17 Río Huatanay altura Huambutío	<i>Escherichia coli</i> L (+)
ÉPOCA DE SECAS	1 Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	2 Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	3 Río Huancaro altura puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4 Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5 Río Huatanay altura Corpac	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6 Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Enterobacter agglomerans</i>
	7 Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	8 Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Citrobacter freundii</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Escherichia coli</i> L (-)
	9 Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10 Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11 Río Huatanay después de la PTAR	<i>Salmonella paratyphi A</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	12 Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Serratia rubideae</i>
	13 Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	14 Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15 Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Citrobacter diversus</i>
	16 Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	17 Río Huatanay altura Huambutío	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1 Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Enterobacter agglomerans</i>
	2 Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3 Río Huancaro altura puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4 Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	5 Río Huatanay altura Corpac	<i>Klebsiela pneumoniae</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	6 Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7 Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8 Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	9 Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10 Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11 Río Huatanay después de la PTAR	<i>Yersinia pestis</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Shygella</i> <i>Enterobacter agglomerans</i>
	12 Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13 Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Serratia liquefaciens</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>Klebsiela pneumoniae</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	14 Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15 Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Citrobacter diversus</i>
	16 Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Klebsiela pneumoniae</i>
	17 Río Huatanay altura Huambutío	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1 Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2 Río Huatanay altura puente Huancaro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3 Río Huancaro altura puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4 Río Huatanay altura primer puente Molino I	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i> <i>Enterobacter aerogenes</i>
	5 Río Huatanay altura Corpac	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6 Río Huatanay altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7 Río Huatanay confluencia con Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
8 Río Huatanay altura puente Enaco	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)	
9 Río Huatanay altura puente K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
10 Río Huatanay antes de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
11 Río Huatanay después de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
12 Río Huatanay altura Llamagas	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
13 Río Huatanay altura Puente Huasao	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Enterobacter cloacae</i>	

	14	Río Huatanay altura Puente Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	<i>Vibrio cholerae</i>
			<i>Serratia rubidaea</i>
	16	Río Huatanay altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
17	Río Huatanay altura Huambutío	<i>Escherichia coli</i> L (+)	

Anexo 58: Registro de Enterobacterias río Vilcanota

MESES	N°	PUNTOS DE MUESTREO	BACTERIAS IDENTIFICADAS
ÉPOCA DE LLUVIAS	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Citrobacter diversus</i>
	2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)
ÉPOCA DE SECAS	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Citrobacter diversus</i>
	2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Vilcanota aguas abajo	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
2	Río Vilcanota aguas arriba	<i>Escherichia coli</i> L (+)	

DE LOS AFLUENTES

Anexo 59: Registro de Enterobacterias de Afluentes

MESES	N°	PUNTOS DE MUESTREO	BACTERIAS IDENTIFICADAS
ÉPOCA DE LLUVIAS	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	2	Riachuelo Chocco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	<i>Proteus vulgaris</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Proteus vulgaris</i>
			<i>Enterobacter agglomerans</i>
	7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Río Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	9	Riachuelo Pumamarca	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Afluente Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Proteus vulgaris</i>
	2	Riachuelo Chocco	<i>Enterobacter agglomerans</i>
<i>Citrobacter diversus</i>			
<i>Escherichia coli</i> L (+)			

	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Citrobacter diversus</i>
	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Vibrio cholerae</i>
	5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Proteus vulgaris</i>
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Klebsiela pneumoniae</i>
	7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Rio Cachimayo	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Salmonella paratiphya</i> A
	9	Riachuelo Pumamarca	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Afluente Huacarpay	<i>Providencia alcalifaciens</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Riachuelo Chocco	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (-)
			<i>Serratia rubidaea</i>
	5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	<i>Citrobacter diversus</i>
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
<i>Citrobacter diversus</i>			
7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (-)	
8	Río Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
9	Riachuelo Pumamarca	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
10	Afluente Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
ÉPOCA DE SECAS	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Enterobacter cloacae</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Riachuelo Chocco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Enterobacter agglomerans</i>
	7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Rio Cachimayo	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	9	Riachuelo Pumamarca	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Afluente Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Riachuelo Chocco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Riachuelo Qorimachaquayniyoc	<i>Enterobacter cloacae</i>
			<i>Serratia liquefaciens</i>
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Rio Cachimayo	<i>Enterobacter cloacae</i>
			<i>Serratia liquefaciens</i>
	9	Riachuelo Pumamarca	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Afluente Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Río Saphy altura campamento municipal	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Riachuelo Chocco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)

	4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Riachuelo Qorimachaghuayniyoc	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Río Saphy antes de su desembocadura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Riachuelo Tanqarpata	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Rio Cachimayo	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	9	Riachuelo Pumamarca	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (-)
	10	Afluente Huacarpay	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Enterobacter cloacae</i>

DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

Anexo 60: Registro de Enterobacterias de Vertimientos

MESES	N°	PUNTOS DE MUESTREO	BACTERIAS IDENTIFICADAS
ÉPOCA DE LLUVIAS	1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoc	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Vibrio cholerae</i>
	3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Yersinia enterocolitica</i>
	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Proteus vulgaris</i>
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Proteus vulgaris</i>
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Escherichia coli</i> L (-) <i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter freundii</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Edwardsiella</i>
	14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Salmonella tiphy</i> <i>Arizona</i> <i>Salmonella paratiphy</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Salmonella tiphy</i> <i>Arizona</i>
	16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Vibrio cholerae</i>
	17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoc	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Enterobacter cloacae</i> <i>Salmonella paratiphy</i> A
	4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli</i> L (-)
	5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Citrobacter freundii</i>
	14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Edwardsiella</i>
	15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Escherichia coli</i> L (+) <i>Citrobacter diversus</i>
	16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Citrobacter diversus</i>
	17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Enterobacter agglomerans</i>
	18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoc	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (-)	
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Citrobacter diversus</i> <i>Escherichia coli</i> L (+)	

	4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Shygella</i>
			<i>Klebsiela pneumoniae</i>
			<i>Citrobacter diversus</i>
	5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Citrobacter diversus</i>
	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Citrobacter diversus</i>
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Citrobacter diversus</i>
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Proteus vulgaris</i>
	14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (-)
	15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Serratia rubidaea</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Enterobacter cloacae</i>
		<i>Enterobacter aerogenes</i>	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	<i>Citrobacter diversus</i>	
ÉPOCA DE SECAS	1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoq	<i>Edwardsiella</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Citrobacter diversus</i>
	3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Serratia liquefaciens</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Salmonella paratyphi A</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Escherichia coli</i> L (-)
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Vibrio cholerae</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Enterobacter agglomerans</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Proteus vulgaris</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Providencia alcalifaciens</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Enterobacter agglomerans</i>
	18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	1	Vertimiento N°1 altura puente Iscayrumichayoq	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Citrobacter diversus</i>
	3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Serratia marcesens</i>
			<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
			<i>Vibrio cholerae</i>
14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Klebsiela pneumoniae</i>	
		<i>Escherichia coli</i> L (+)	
15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Enterobacter agglomerans</i>	
		<i>Serratia rubidaea</i>	
		<i>Vibrio cholerae</i>	
16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Serratia liquefaciens</i>	
		<i>Escherichia coli</i> L (+)	
17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Klebsiela pneumoniae</i>	
		<i>Escherichia coli</i> L (+)	
18	Vertimiento N°18 altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
1	Vertimiento N°1 altura del puente Iscayrumichayoq	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
2	Vertimiento N°2 antes del puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
3	Vertimiento N°3 después del puente 1° de Enero	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
4	Vertimiento N°4 altura los carrizos	<i>Escherichia coli</i> L (+)	
5	Vertimiento N°5 altura puente Quispiquilla	<i>Escherichia coli</i> L (+)	

	6	Vertimiento N°6 altura Sol de Oro	<i>Citrobacter diversus</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	7	Vertimiento N°7 altura puente Enaco	<i>Escherichia coli</i> L (-)
	8	Vertimiento N°8 altura Penal	<i>Enterobacter cloacae</i>
			<i>Serratia liquefaciens</i>
			<i>Escherichia coli</i> L (+)
	9	Vertimiento N°9 altura Aucaypampa (final de Cabildo)	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	10	Vertimiento N°10 antes del Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	11	Vertimiento N°11 Camal de K'ayra	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	12	Vertimiento N°12 Salida de la PTAR	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	13	Vertimiento N°13 altura Angostura	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	14	Vertimiento N°14 Saylla	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	15	Vertimiento N°15 Huasao	<i>Citrobacter diversus</i>
	16	Vertimiento N°16 Tipón	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	17	Vertimiento N°17 Oropesa	<i>Escherichia coli</i> L (+)
	18	Vertimiento N° 18 altura Huacarpay	<i>Escherichia coli</i> L (+)

**ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)
RIO HUATANAY**

Anexo 61: Índices de Calidad de Agua (ICA) río Huatanay

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Huatanay confluencia Chocco - Huancaro	35.06	31.88	49.78	49.82	47.81	42.53	36.25	44.16	37.82	44.76	46.96	38.37
2	Río Huatanay altura puente Huancaro	27.73	30.18	51.46	43.26	39.62	41.59	33.99	39.48	30.73	31.03	36.15	26.79
3	Río Huatanay altura puente 1° de Enero	30.90	34.84	50.37	42.27	34.25	34.05	37.54	31.72	31.42	33.23	36.29	34.06
4	Río Huatanay altura primer puente Molino I	23.58	26.74	35.03	33.75	29.51	25.42	23.20	20.42	20.04	23.79	25.17	24.94
5	Río Huatanay altura Corpac	29.71	37.95	35.88	29.05	28.85	24.19	26.09	32.36	25.27	29.25	25.48	26.47
6	Río Huatanay altura puente Quispiguilla	29.32	36.13	34.09	25.67	24.97	27.31	31.02	27.42	30.02	21.71	26.80	26.42
7	Río Huatanay confluencia con Cachimayo	31.31	35.10	32.62	31.41	31.70	32.07	31.46	30.10	27.34	27.25	26.08	28.32
8	Río Huatanay altura puente Enaco	36.97	34.53	27.53	31.66	27.61	29.15	29.97	32.77	28.40	23.67	28.48	24.46
9	Río Huatanay altura puente Kayra	31.91	30.08	29.00	37.67	29.31	31.85	31.41	31.61	32.88	30.55	30.25	29.28
10	Río Huatanay antes de la PTAR	30.68	33.77	32.73	29.02	31.27	32.48	30.73	35.29	31.95	29.59	30.73	33.88
11	Río Huatanay después de la PTAR	37.24	31.22	35.83	38.60	36.59	36.52	33.31	40.41	40.13	29.93	31.67	30.97
12	Río Huatanay altura Llamagas	33.10	28.55	34.44	38.95	35.95	34.91	34.21	39.46	35.66	31.82	29.22	29.75
13	Río Huatanay altura Puente Huasao	33.47	32.75	38.65	31.84	35.67	37.32	33.51	38.00	39.04	32.87	35.01	31.80
14	Río Huatanay altura Puente Tipón	34.20	36.44	41.43	40.98	33.23	33.52	28.40	38.05	29.68	31.28	32.01	31.73
15	Río Huatanay altura Puente Oropesa	38.30	35.27	36.16	31.85	33.95	30.53	27.69	29.39	27.98	29.56	29.58	35.16
16	Río Huatanay altura Huacarpay	29.55	34.46	38.89	34.96	37.21	33.07	34.19	38.23	34.13	39.32	37.76	36.47
17	Río Huatanay altura Huambufío	29.95	33.24	42.77	34.29	30.52	32.62	28.50	32.31	29.14	34.43	37.68	34.84

Río Vilcanota

Anexo 63: Índices de Calidad de Agua del Río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas abajo	40.62	39.74	45.41	42.40	47.49	39.98	38.23	42.20	41.86	41.35	41.76	42.39
2	Río Vilcanota aguas arriba	56.21	56.53	57.05	55.17	57.87	61.19	60.95	57.36	62.63	58.30	58.41	59.66

Anexo 64: Valoraciones Cualitativas de Índices de Calidad de Agua del río Vilcanota

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Vilcanota aguas arriba	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
2	Río Vilcanota aguas abajo	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala

AFLUENTES

Anexo 65: Índices de Calidad de Agua de Afluentes

N°	Puntos de Muestreo	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
1	Río Saphy altura campamento municipal	53.64	44.87	46.62	34.92	48.14	40.51	38.83	42.81	41.45	45.21	42.89	47.60
2	Riachuelo Chocco	62.66	47.36	65.23	66.35	69.47	71.78	55.77	72.76	68.50	60.12	65.60	58.66
3	Riachuelo Chocco, punto de afluencia	57.70	51.90	55.25	58.09	55.90	54.44	50.10	53.08	56.83	48.31	55.65	49.12
4	Riachuelo Huancaro, punto de afluencia	37.12	31.78	51.00	53.86	47.10	42.92	43.85	49.28	45.82	42.19	42.46	38.60
5	Riachuelo Qorimachaguañiyoc	34.85	32.15	36.13	37.94	37.32	31.68	40.27	44.86	38.57	35.02	30.00	31.50
6	Río Saphy antes de su desembocadura	27.63	28.86	33.44	30.06	30.89	28.03	25.52	26.65	24.57	26.72	26.44	27.38

MODELAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

MODELAMIENTO DE OXÍGENO DISUELTO Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN EL RÍO HUATANAY

Anexo 67: SECCIÓN 1: Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay Puente Molino 1

SECCIÓN 1	Tramo 1 Tramo 1 Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay altura puente Huancaro		Tramo 2 Río Huatanay altura puente Huancaro hasta Río Huatanay altura Puente 1° de Enero		Tramo 3 Río Huatanay altura Puente 1° de Enero hasta Río Huatanay Puente Molino 1	
	Fecha	OD	DBO	OD	DBO	OD
dic-14	9.8557	2.1498	10.7130	0.0704	9.4228	3.2304
ene-15	3.2129	17.3385	7.5615	4.2221	0.0000	74.7438
feb-15	4.4003	31.7679	5.5302	10.8432	0.0000	105.1267
mar-15	3.5488	16.5399	7.8014	3.7805	0.0000	87.3484
abr-15	7.2947	5.6450	9.5493	0.3963	4.1139	13.9784
may-15	10.9190	1.2703	11.4090	0.0252	10.4538	2.4813
jun-15	10.2348	0.2164	10.3280	0.0009	10.2477	0.1878
jul-15	10.2657	0.0398	10.2832	0.0001	10.2746	0.0196
ago-15	10.0332	0.0161	10.0405	0.0000	10.0380	0.0055
sep-15	9.6602	0.0100	9.6649	0.0000	9.6627	0.0047
oct-15	9.1165	0.0255	9.1287	0.0000	9.1214	0.0150
nov-15	9.3416	0.1017	9.3897	0.0002	9.3720	0.0367

**Anexo 68: SECCIÓN 2: Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta
Río Huatanay confluencia con Cachimayo**

SECCIÓN 2	Tramo 1 Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta Río Huatanay altura Corpac		Tramo 2 Río Huatanay altura Corpac hasta Río Huatanay altura puente Quispiquilla		Tramo 3 Río Huatanay altura puente Quispiquilla hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo	
	Fecha	OD	DBO	OD	DBO	OD
dic-14	1.5414	223.3318	1.6372	215.6406	1.6294	215.5492
ene-15	4.2774	168.7797	4.2885	164.7673	4.2833	164.7275
feb-15	5.7439	234.2708	5.6966	229.9806	5.6896	229.9306
mar-15	5.2016	167.0223	5.1963	166.0271	5.1912	165.9862
abr-15	3.4499	188.2193	3.4433	183.8564	3.4370	183.7935
may-15	3.8623	225.4021	3.8870	223.5959	3.8801	223.4883
jun-15	4.6202	238.8862	4.6097	231.3475	4.6001	231.1852
jul-15	3.7467	217.6073	3.7282	209.7923	3.7186	209.5977
ago-15	2.7298	348.9421	2.7426	334.6366	2.7252	334.2571
sep-15	3.2986	336.5549	3.1573	330.5752	3.1381	330.1530
oct-15	3.4254	324.2659	3.2769	317.6977	3.2562	317.3492
nov-15	3.3893	297.9492	3.2740	292.8315	3.2591	292.6008

**Anexo 69: SECCIÓN 3: Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta
Río Huatanay antes de la PTAR**

SECCIÓN 3	Tramo 1 Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta Río Huatanay altura puente Enaco		Tramo 2 Río Huatanay altura puente Enaco hasta Río Huatanay altura puente K'ayra		Tramo 3 Río Huatanay altura puente K'ayra hasta Río Huatanay antes de la PTAR	
	Fecha	OD	DBO	OD	DBO	OD
dic-14	2.7509	220.0551	2.6226	219.2255	2.7930	210.0613
ene-15	4.7102	245.8594	4.5838	245.3227	4.6560	235.1832
feb-15	4.2539	241.4619	4.1134	240.9767	4.2256	231.1639
mar-15	4.0659	209.5916	3.9505	209.1220	4.0399	199.8941
abr-15	3.3651	171.6147	3.2603	171.0854	3.4269	164.7719
may-15	3.3363	283.9839	3.1823	282.7724	3.3644	270.6907
jun-15	3.4508	211.2662	3.3495	209.9761	3.4176	201.3814
jul-15	2.2901	161.1304	2.2076	159.8328	2.3695	153.0600
ago-15	3.5806	193.8853	3.4161	191.9628	3.5760	184.1984
sep-15	0.7225	238.6988	0.5921	236.1170	0.7955	225.9796
oct-15	2.3501	231.9270	2.0882	229.6798	2.3055	220.0825
nov-15	2.5942	234.3725	2.3909	232.7397	2.5502	223.7400

**Anexo 70: SECCIÓN 4: Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río
Huatanay altura Puente Huasao**

SECCIÓN 4	Tramo 1 Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río Huatanay después de la PTAR		Tramo 2 Río Huatanay después de la PTAR hasta Río Huatanay altura altura Llamagas		Tramo 3 Río Huatanay altura altura Llamagas hasta Río Huatanay altura Puente Huasao	
	Fecha	OD	DBO	OD	DBO	OD
dic-14	2.2536	257.0207	2.9629	219.3728	2.7827	218.2372
ene-15	3.3619	257.9384	3.5688	235.8161	3.4081	235.0564
feb-15	2.4633	275.3449	2.7825	255.3411	2.6186	254.5907
mar-15	3.6652	223.8564	3.9034	207.5197	3.7549	206.8367
abr-15	2.0716	213.4148	2.5810	185.8048	2.4678	185.0089
may-15	2.5552	327.2016	3.0203	277.4489	2.8528	275.8794
jun-15	2.2674	251.6589	3.5190	196.9160	3.4045	195.4445
jul-15	2.8744	190.9588	4.0925	149.7440	4.0071	148.3883
ago-15	2.5636	246.7035	4.5126	177.0859	4.4009	175.2604
sep-15	0.6643	292.9878	3.1118	196.7585	2.9681	194.5744
oct-15	0.7656	235.0735	2.9458	171.3430	2.8010	169.6016
nov-15	0.6691	274.2766	2.4264	210.8713	2.2802	209.1560

**Anexo 71: SECCIÓN 5: Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río
Huatanay altura Huacarpay**

SECCIÓN 5	Tramo 1 Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Puente Tipón		Tramo 2 Río Huatanay altura Puente Tipón hasta Río Huatanay altura Puente Oropesa		Tramo 3 Río Huatanay altura Puente Oropesa hasta Río Huatanay altura Huacarpay	
	Fecha	OD	DBO	OD	DBO	OD
dic-14	3.9477	253.2231	3.8280	252.3684	3.6578	251.6273
ene-15	3.8935	241.5218	3.8164	241.0598	3.7064	240.6542
feb-15	4.7598	258.1264	4.6409	257.6654	4.4924	257.2592
mar-15	3.6897	217.0560	3.6271	216.6351	3.5133	216.2578
abr-15	4.9038	192.9628	4.8319	192.4406	4.7287	191.9871
may-15	4.7674	268.8530	4.6678	267.8306	4.5169	266.9517
jun-15	4.0552	267.5952	3.9422	266.1222	3.7884	264.8760
jul-15	5.1745	212.2265	5.0893	210.6917	4.9569	209.3971
ago-15	6.3128	143.6013	6.2479	142.3326	6.1568	141.2700
sep-15	3.4869	260.0358	3.3181	257.4360	3.1000	255.2609
oct-15	4.4223	177.9202	4.2894	176.3824	4.1043	175.0821
nov-15	3.9558	184.9209	3.8466	183.7713	3.6940	182.7934

**Anexo 72: SECCIÓN 6: Río Huatanay altura Huacarpay Río Huatanay
altura Huambutío**

SECCIÓN 6	Tramo 1 Río Huatanay altura Huacarpay hasta Río Huatanay altura Huambutío	
Fecha	OD	DBO
dic-14	3.7548	242.3528
ene-15	5.2224	274.0629
feb-15	4.9757	267.7029
mar-15	3.2889	237.0826
abr-15	4.3397	250.3083
may-15	3.8082	214.4035
jun-15	3.0324	310.4178
jul-15	1.8498	285.7412
ago-15	2.1990	195.7781
sep-15	2.6249	295.3651
oct-15	3.4013	233.1067
nov-15	4.4411	354.0113

SIMULACIÓN DE OXÍGENO DISUELTTO Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN EL RÍO HUATANAY SIN VERTIMIENTOS Y AFLUENTES

Anexo 73: SECCIÓN 1: Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay Puente Molino 1

SECCIÓN 1	Tramo 1 Río Huatanay confluencia Chocco – Huancaro hasta Río Huatanay altura puente Huancaro				Tramo 2 Río Huatanay altura puente Huancaro hasta Río Huatanay altura Puente 1° de Enero				Tramo 3 Río Huatanay altura Puente 1° de Enero hasta Río Huatanay Puente Molino 1			
	Fecha	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)
dic-14	9.8557	2.1498	9.8557	2.1498	10.7130	0.0704	10.7130	0.0704	9.4228	3.2304	10.6751	0.0015
ene-15	3.2129	17.3385	3.2129	17.3385	7.5615	4.2221	7.5615	4.2221	0.0000	74.7438	7.6478	1.3699
feb-15	4.4003	31.7679	4.4003	31.7679	5.5302	10.8432	5.5302	10.8432	0.0000	105.1267	5.7958	4.5178
mar-15	3.5488	16.5399	3.5488	16.5399	7.8014	3.7805	7.8014	3.7805	0.0000	87.3484	7.8906	1.1560
abr-15	7.2947	5.6450	7.2947	5.6450	9.5493	0.3963	9.5493	0.3963	4.1139	13.9784	9.5406	0.0277
may-15	10.9190	1.2703	10.9190	1.2703	11.4090	0.0252	11.4090	0.0252	10.4538	2.4813	11.3844	0.0002
jun-15	10.2348	0.2164	10.2348	0.2164	10.3280	0.0009	10.3280	0.0009	10.2477	0.1878	10.3253	0.0000
jul-15	10.2657	0.0398	10.2657	0.0398	10.2832	0.0001	10.2832	0.0001	10.2746	0.0196	10.2826	0.0000
ago-15	10.0332	0.0161	10.0332	0.0161	10.0405	0.0000	10.0405	0.0000	10.0380	0.0055	10.0403	0.0000
sep-15	9.6602	0.0100	9.6602	0.0100	9.6649	0.0000	9.6649	0.0000	9.6627	0.0047	9.6648	0.0000
oct-15	9.1165	0.0255	9.1165	0.0255	9.1287	0.0000	9.1287	0.0000	9.1214	0.0150	9.1285	0.0000
nov-15	9.3416	0.1017	9.3416	0.1017	9.3897	0.0002	9.3897	0.0002	9.3720	0.0367	9.3886	0.0000

Anexo 74: SECCIÓN 2: Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo

SECCIÓN 2	Tramo 1 Río Huatanay altura primer puente Molino I hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo				Tramo 2 Río Huatanay altura Corpac hasta Río Huatanay altura puente Quispiquilla				Tramo 3 Río Huatanay altura puente Quispiquilla hasta Río Huatanay confluencia con Cachimayo			
	Fecha	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)
dic-14	1.5414	223.3318	0.3529	99.4537	1.6372	215.6406	0.3317	95.2432	1.6294	215.5492	0.3306	95.2040
ene-15	4.2774	168.7797	2.4278	79.2384	4.2885	164.7673	2.3187	75.9562	4.2833	164.7275	2.3169	75.9379
feb-15	5.7439	234.2708	3.6054	74.9416	5.6966	229.9806	3.4499	71.8476	5.6896	229.9306	3.4482	71.8320
mar-15	5.2016	167.0223	3.0708	77.2101	5.1963	166.0271	2.9364	74.0120	5.1912	165.9862	2.9346	73.9939
abr-15	3.4499	188.2193	1.5820	63.9610	3.4433	183.8564	1.5105	61.2762	3.4370	183.7935	1.5093	61.2554
may-15	3.8623	225.4021	1.9481	87.0327	3.8870	223.5959	1.8590	83.3171	3.8801	223.4883	1.8573	83.2771
jun-15	4.6202	238.8862	3.1407	39.6560	4.6097	231.3475	3.0097	37.9167	4.6001	231.1852	3.0089	37.8901
jul-15	3.7467	217.6073	2.1219	46.3715	3.7282	209.7923	2.0307	44.2813	3.7186	209.5977	2.0297	44.2403
ago-15	2.7298	348.9421	1.7118	89.1775	2.7426	334.6366	1.6239	85.0590	2.7252	334.2571	1.6208	84.9627
sep-15	3.2986	336.5549	1.5766	118.0065	3.1573	330.5752	1.4836	112.4614	3.1381	330.1530	1.4789	112.3181
oct-15	3.4254	324.2659	2.0369	118.5941	3.2769	317.6977	1.9177	113.1474	3.2562	317.3492	1.9118	113.0235
nov-15	3.3893	297.9492	1.8204	84.7941	3.2740	292.8315	1.7287	81.0300	3.2591	292.6008	1.7258	80.9663

Anexo 75: SECCIÓN 3: Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta Río Huatanay antes de la PTAR

SECCIÓN 3	Tramo 1 Río Huatanay confluencia con Cachimayo hasta Río Huatanay altura puente Enaco				Tramo 2 Río Huatanay altura puente Enaco hasta Río Huatanay altura puente K'ayra				Tramo 3 Río Huatanay altura puente K'ayra hasta Río Huatanay antes de la PTAR			
	Fecha	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)
dic-14	2.7509	220.0551	1.7026	206.6455	2.6226	219.2255	1.5959	205.8710	2.7930	210.0613	1.5067	196.1638
ene-15	4.7102	245.8594	3.4278	232.3186	4.5838	245.3227	3.3148	231.8132	4.6560	235.1832	3.1461	220.9516
feb-15	4.2539	241.4619	3.0976	221.5704	4.1134	240.9767	2.9759	221.1272	4.2256	231.1639	2.8233	210.7823
mar-15	4.0659	209.5916	2.8555	193.3935	3.9505	209.1220	2.7563	192.9621	4.0399	199.8941	2.6197	183.9254
abr-15	3.3651	171.6147	2.1199	153.2966	3.2603	171.0854	2.0366	152.8267	3.4269	164.7719	1.9333	145.6466
may-15	3.3363	283.9839	2.1092	268.9344	3.1823	282.7724	1.9771	267.7915	3.3644	270.6907	1.8702	255.1430
jun-15	3.4508	211.2662	2.3651	195.0580	3.3495	209.9761	2.2801	193.8691	3.4176	201.3814	2.1636	184.6420
jul-15	2.2901	161.1304	1.3829	156.0345	2.2076	159.8328	1.3152	154.7819	2.3695	153.0600	1.2468	147.3531
ago-15	3.5806	193.8853	2.3562	169.5190	3.4161	191.9628	2.2262	167.8419	3.5760	184.1984	2.1114	159.7394
sep-15	0.7225	238.6988	0.0042	215.8056	0.5921	236.1170	0.0217	213.4706	0.7955	225.9796	0.0224	203.1085
oct-15	2.3501	231.9270	1.2728	213.0581	2.0882	229.6798	1.0707	211.0073	2.3055	220.0825	1.0071	200.8264
nov-15	2.5942	234.3725	1.6919	210.4606	2.3909	232.7397	1.5284	209.0006	2.5502	223.7400	1.4442	199.0170

Anexo 76: SECCIÓN 4: Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río Huatanay altura Puente Huasao

SECCIÓN 4	Tramo 1 Río Huatanay antes de la PTAR hasta Río Huatanay después de la PTAR					Tramo 2 Río Huatanay después de la PTAR hasta Río Huatanay altura Puente Huasao					Tramo 3 Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Puente Huasao						
	Fecha	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)
dic-14	2.2536	257.0207	2.2536	257.0207	257.0207	2.9629	219.3728	1.7894	210.6043	2.7827	218.2372	1.6354	209.5205				
ene-15	3.3619	257.9384	3.3619	257.9384	257.9384	3.5688	235.8161	2.9411	229.6421	3.4081	235.0564	2.7903	228.9040				
feb-15	2.4633	275.3449	2.4633	275.3449	275.3449	2.7825	255.3411	2.1643	247.8932	2.6186	254.5907	2.0137	247.1675				
mar-15	3.6652	223.8564	3.6652	223.8564	223.8564	3.9034	207.5197	3.2091	198.8378	3.7549	206.8367	3.0719	198.1848				
abr-15	2.0716	213.4148	2.0716	213.4148	213.4148	2.5810	185.8048	1.7220	181.3714	2.4678	185.0089	1.6225	180.5981				
may-15	2.5552	327.2016	2.5552	327.2016	327.2016	3.0203	277.4489	1.9872	261.1636	2.8528	275.8794	1.8437	259.6909				
jun-15	2.2674	251.6589	2.2674	251.6589	251.6589	3.5190	196.9160	1.6253	183.7557	3.4045	195.4445	1.5377	182.3885				
jul-15	2.8744	190.9588	2.8744	190.9588	190.9588	4.0925	149.7440	1.9120	128.1578	4.0071	148.3883	1.8537	127.0013				
ago-15	2.5636	246.7035	2.5636	246.7035	246.7035	4.5126	177.0859	1.5784	154.1313	4.4009	175.2604	1.5052	152.5491				
sep-15	0.6643	292.9878	0.6643	292.9878	292.9878	3.1118	196.7585	0.3779	174.8181	2.9681	194.5744	0.3290	172.9244				
oct-15	0.7656	235.0735	0.7656	235.0735	235.0735	2.9458	171.3430	0.4636	148.9426	2.8010	169.6016	0.4065	147.4749				
nov-15	0.6691	274.2766	0.6691	274.2766	274.2766	2.4264	210.8713	0.4480	193.9610	2.2802	209.1560	0.3834	192.4337				

Anexo 77: SECCIÓN 5: Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Huacarpay

SECCIÓN 5	Tramo 1 Río Huatanay altura Puente Huasao hasta Río Huatanay altura Puente Tipón				Tramo 2 Río Huatanay altura Puente Tipón hasta Río Huatanay altura Puente Oropesa				Tramo 3 Río Huatanay altura Puente Oropesa hasta Río Huatanay altura Huacarpay				
	Fecha	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)
dic-14	3.9477	253.2231	241.5218	3.9477	253.2231	3.8280	252.3684	3.8280	252.3684	3.6578	251.6273	3.6578	251.6273
ene-15	3.8935	241.5218	241.5218	3.8935	241.5218	3.8164	241.0598	3.8164	241.0598	3.7064	240.6542	3.7064	240.6542
feb-15	4.7598	258.1264	258.1264	4.7598	258.1264	4.6409	257.6654	4.6409	257.6654	4.4924	257.2592	4.4924	257.2592
mar-15	3.6897	217.0560	217.0560	3.6897	217.0560	3.6271	216.6351	3.6271	216.6351	3.5133	216.2578	3.5133	216.2578
abr-15	4.9038	192.9628	192.9628	4.9038	192.9628	4.8319	192.4406	4.8319	192.4406	4.7287	191.9871	4.7287	191.9871
may-15	4.7674	268.8530	268.8530	4.7674	268.8530	4.6678	267.8306	4.6678	267.8306	4.5169	266.9517	4.5169	266.9517
jun-15	4.0552	267.5952	267.5952	4.0552	267.5952	3.9422	266.1222	3.9422	266.1222	3.7884	264.8760	3.7884	264.8760
jul-15	5.1745	212.2265	212.2265	5.1745	212.2265	5.0893	210.6917	5.0893	210.6917	4.9569	209.3971	4.9569	209.3971
ago-15	6.3128	143.6013	143.6013	6.3128	143.6013	6.2479	142.3326	6.2479	142.3326	6.1568	141.2700	6.1568	141.2700
sep-15	3.4869	260.0358	260.0358	3.4869	260.0358	3.3181	257.4360	3.3181	257.4360	3.1000	255.2609	3.1000	255.2609
oct-15	4.4223	177.9202	177.9202	4.4223	177.9202	4.2894	176.3824	4.2894	176.3824	4.1043	175.0821	4.1043	175.0821
nov-15	3.9558	184.9209	184.9209	3.9558	184.9209	3.8466	183.7713	3.8466	183.7713	3.6940	182.7934	3.6940	182.7934

**Anexo 78: SECCIÓN 6: Río Huatanay altura Huacarpay Río Huatanay
altura Huambutío**

SECCIÓN 6	Tramo 1 Río Huatanay altura Huacarpay hasta Río Huatanay altura Huambutío			
	OD	DBO	OD(s)	DBO(s)
dic-14	3.7548	242.3528	3.4498	238.9699
ene-15	5.2224	274.0629	4.6310	269.6435
feb-15	4.9757	267.7029	4.5284	261.3041
mar-15	3.2889	237.0826	3.0489	233.1030
abr-15	4.3397	250.3083	3.9240	247.0558
may-15	3.8082	214.4035	3.3925	212.1853
jun-15	3.0324	310.4178	2.5538	305.8103
jul-15	1.8498	285.7412	1.3413	282.8492
ago-15	2.1990	195.7781	1.8065	195.0014
sep-15	2.6249	295.3651	2.2559	293.6799
oct-15	3.4013	233.1067	3.0741	232.0502
nov-15	4.4411	354.0113	4.0919	351.9931

Anexo 79: TABLA DE BIODIFERENCIACIÓN DE LAS ENTEROBACTERIAS

H2S POSITIVO

GAS NEGATIVO	TSI	LIA	H2S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella tiphy</i>	K/A	K/K	-/+	-	-	+	-	-

GAS POSITIVO	TSI	LIA	H2S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella</i>	K/A	K/K o N	+	+/-	-	+	-	+
<i>Proteus mirabilis</i>	K/A	R/A	+	+	-	+	-/+	+/-
<i>Proteus vulgaris</i>	A o K/A	R/A	+	+/-	+	+	+	-
<i>Edwardsiella</i>	K/A	K/K	+	+	+	+	-	-
<i>Arizona</i>	A o K/A	K/K o N	+	+	-	+	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	A o K/A	K/A	+	+	-	+	+/-	+

H2S NEGATIVO

GAS NEGATIVO	TSI	LIA	H2S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Yersinia pestis</i>	K/A	K/A	-	-	-	-	-	-
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	K/A	K/A	-	-	-	+/-	+	-
<i>Yersinia enterocolitica</i>	K/A	K/A	-	-	+/-	-/+	+/-	-
<i>Shygella</i>	K/A	K/A	-	-	+/-	-	-	-
<i>Proteus redigeri</i>	K/A	R/A	-	-	-/+	+	+	+
<i>Providencia strartii</i>	K/A	R/A	-	-	+	+/-	-/+	+
<i>Vibrio cholerae</i>	A o K/A	K/K	-	-	+	+	-	+
<i>Psuedomona</i>	K/K o N	K/A o K	-	-	-	+	-	+
<i>Serratia rubidaea</i>	A/A	K/K o A	-	-/+	-	+/-	-	+/-
<i>Enterobacter agglomerans</i>	A o K/A	K/A	-	-/+	-/+	+/-	-/+	+/-

GAS POSITIVO	TSI	LIA	H2S	GAS	INDOL	MOV	UREA	CITRATO
<i>Salmonella paratyphi</i>	K/A	A o K/A	-	+	-	+	-	-
<i>Escherichia coli L (-)</i>	K/A	K/K o A	-	+/-	+	+/-	-	-
<i>Klebsiela pneumoniae</i>	A/A	K/K	-	+	-	-	+	+
<i>Serratia marcenscens</i>	A o K/A	K/K o N	-	+/-	-	+	-/+	+
<i>Serratia liquefaciens</i>	A o K/A	K/K o A	-	+/-	-	+	-	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	A/A	K/K	-	+	-	+	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	A o K/A	K/A o K	-	+	-	+	+/-	+
<i>Escherichia coli L (+)</i>	A/A	K/K	-	+	+	+/-	-	-
<i>Citrobacter diversus</i>	A o K/A	R/A	-	+	+	+	+/-	+

Anexo 80: Fichas de registro para salida a campo

 EPS SEDACUSCO	REGISTRO DE DATOS DE MUESTREO	HOJA: CODIGO REV N° PAGINA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">LAB-EFTAR-M1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1 de 1</td></tr> </table>	3	LAB-EFTAR-M1	1	1 de 1
3							
LAB-EFTAR-M1							
1							
1 de 1							

PROYECTO: _____
 Fecha: _____

N°	COD	HORA	ESTACIÓN	PUNTO DE MUESTREO	T°C	pH	CONDUCTIVIDAD	TDS	SS ml/L/hr	OBSERVACIONES	FIRMA

ELABORADO POR:	REVISADO POR: Dpto Operaciones	ANALISTA	
----------------	--------------------------------	----------	--

REGISTRO FOTOGRÁFICO

PUNTOS DE MUESTREO



Foto 1: Riachuelo Huancaro antes de la confluencia

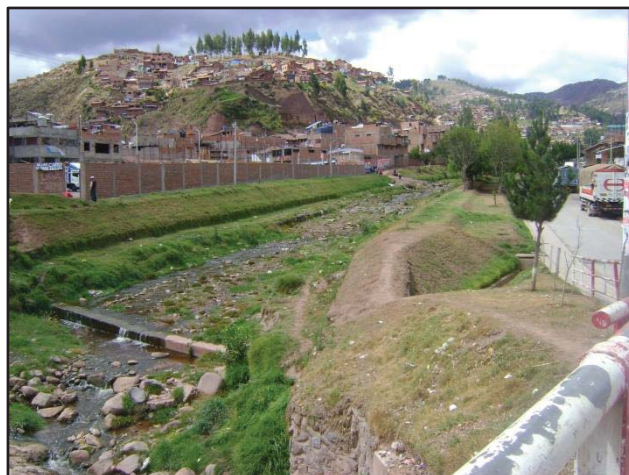


Foto 2: Riachuelo Chocco antes de la confluencia



Foto 3: Vertimiento N° 1



Foto 4: Río Huatanay después de la confluencia



Foto 5: Río Huatanay altura puente Huancaro



Foto 6: Riachuelo Qorimachaquayniyoc



Foto 7: Río Huatanay altura puente Primero de Enero



Foto 8: Río Huatanay altura puente Molino I

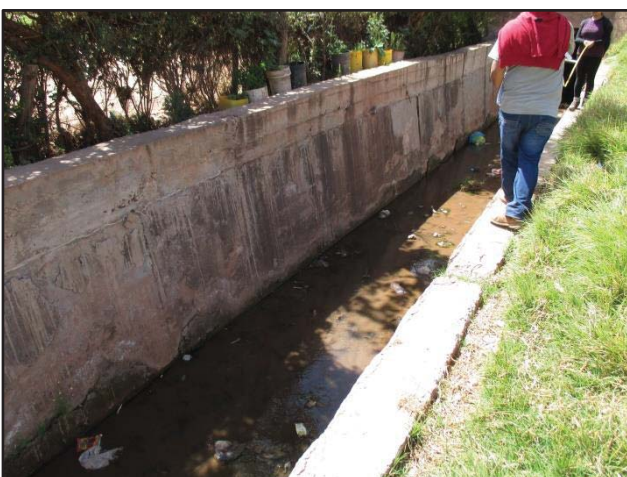


Foto 9: Afluyente Tanqarpata



Foto 10: Río Huatanay altura Ccorpac



Foto 11: Río Huatanay altura puente Quispiquilla



Foto 12: Río Cachimayo



Foto 13: Riachuelo Pumamarca



Foto 14: Vertimiento N° 8 altura Penal



Foto 15: Vertimiento N° 11 Camal de K'ayra



Foto 16: Vertimiento N° 11 Camal de K'ayra vertiendo al río



Foto 17: Río Huatanay altura puente K'ayra



Foto 18: Río Huatanay antes de la PTAR

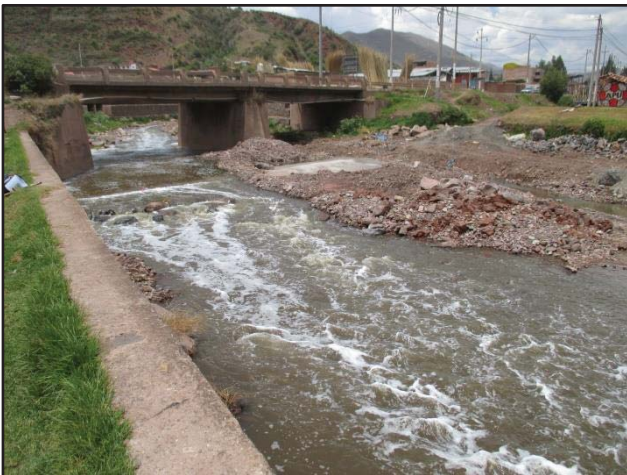


Foto 19: Río Huatanay después de la PTAR



Foto 20: Río Huatanay altura Puente Huasao



Foto 21: Vertimiento N° 15 Huasao



Foto 22: Río Huatanay altura Puente Tipón



Foto 23: Vertimiento N° 16 Tipón



Foto 24: Río Huatanay altura Puente Oropesa



Foto 25: Vertimiento N° 17 Oropesa



Foto 26: Río Huatanay altura Huacarpay



Foto 27: Afluente Huacarpay



Foto 28: Río Huatanay altura Huambutío



Foto 29: Río Vilcanota aguas arriba



Foto 30: Río Vilcanota aguas abajo

USOS DE LAS AGUAS DEL RÍO HUATANAY A LO LARGO DE LA CUENCA



Foto 31: Extracción de agua del río Huatanay por medio de motobombas altura Huancaro



Foto 32: Ganado pastando en el río Huatanay altura de Corpac



Foto 33: Ganado pastando en el río Huatanay altura



Foto 34: Camal de K'ayra vertiendo desechos al río



Foto 35: Extracción de agua del río Huatanay por motobomba altura Huacarpay



Foto 36: Uso de agua del río Huatanay para regar cultivos altura Huacarpay

TOMA DE MUESTRA EN CAMPO A LO LARGO DE LA CUENCA



Foto 37: Preparación de los materiales.

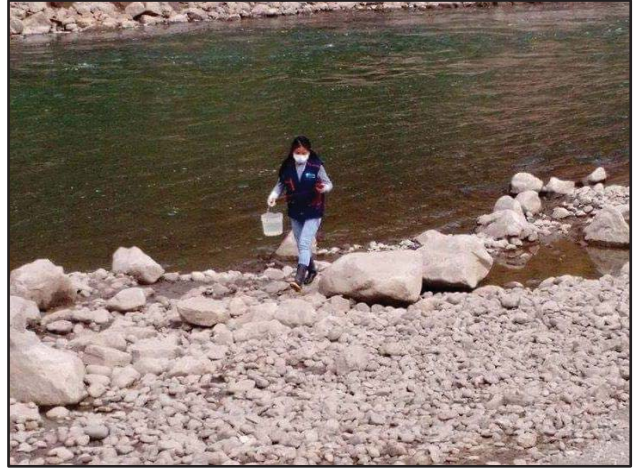


Foto 38: Toma de muestra del río.



Foto 39: Rotulado de los frascos para las muestras.

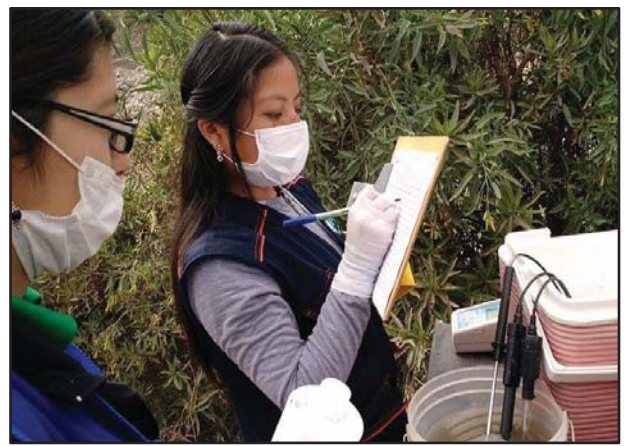


Foto 40: Registro de datos.



Foto 41: Toma de muestra directamente del río.



Foto 42: Toma de muestra de un vertimiento.



Foto 43: Evaluación y registro de los parámetros in situ.



Foto 44: Recolección de muestra para sólidos.



Foto 45: Recolección de la muestra para OD.



Foto 46: Fijación de la muestra para OD.

TRABAJO EN LABORATORIO



Foto 47: Muestras de DBO incubando.



Foto 48: Muestras para evaluar el OD.



Foto 49: Diluciones para coliformes.



Foto 50: Sembrando en caldo Lauril para coliformes



Foto 51: Preparación de los medios de cultivo.



Foto 52: Preparación de medios de cultivo para diferenciación bioquímica.



Foto 53: Medios de diferenciación bioquímica.



Foto 54: Medios de diferenciación bioquímica.



Foto 55: Cultivo en agar Endo.



Foto 56: Incubación de las placas sembradas.



Foto 57: Obtención de colonias de bacterias.

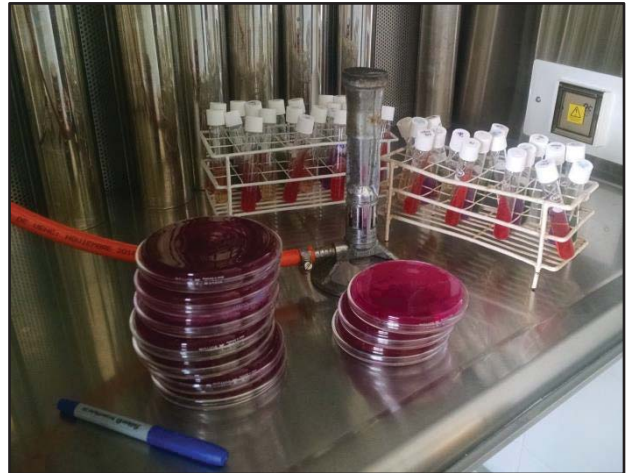


Foto 58: Siembra de las colonias obtenidas en la bacteria para diferenciación bioquímica.



Foto 59: Obtención de la diferenciación bioquímica.



Foto 60: Reacciones de acuerdo a las colonias sembradas.