

II MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL YANACOCHA

SECCIÓN 3.3 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

Preparado para:
Minera Yanacocha S.R.L.



Preparado por:
Stantec Perú S.A..



TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|----------|--|--------------|
| 3 | LINEA BASE | 3.17 |
| 3.3 | DESCRIPCION DEL MEDIO BIOLÓGICO | 3.17 |
| 3.3.1 | <i>Diversidad Biológica</i> | <i>3.17</i> |
| 3.3.1.1 | Diversidad de Ecosistemas..... | 3.17 |
| 3.3.1.2 | Diversidad de Especies | 3.20 |
| 3.3.1.3 | Diversidad de Genes | 3.23 |
| 3.3.2 | <i>Criterios de Evaluación de Campo para Flora y Fauna (Terrestre y Acuática)</i> | <i>3.25</i> |
| 3.3.2.1 | Estaciones de Muestreo de Flora y Fauna Terrestre | 3.25 |
| 3.3.2.2 | Estaciones de Muestreo Hidrobiológico | 3.27 |
| 3.3.2.3 | Métodos de Muestreo de la Biota Terrestre y Acuática | 3.32 |
| 3.3.2.4 | Esfuerzo de Muestreo de la Biota Terrestre y Acuática | 3.37 |
| 3.3.3 | <i>Caracterización de Flora y Fauna Terrestre</i> | <i>3.39</i> |
| 3.3.3.1 | Flora Terrestre..... | 3.41 |
| 3.3.3.2 | Fauna Terrestre | 3.114 |
| 3.3.3.3 | Flora y Fauna Acuática | 3.219 |
| 3.3.4 | <i>Ecosistemas Frágiles</i> | <i>3-294</i> |
| 3.3.4.1 | Definición..... | 3-294 |
| 3.3.4.2 | Marco Normativo..... | 3-294 |
| 3.3.4.3 | Ecosistemas Frágiles Identificados en el Área de Estudio | 3-295 |
| 3.3.4.4 | Caracterización de ecosistemas frágiles identificados en el área de estudio..... | 3-296 |
| 3.3.4.5 | Estado de Conservación de la Flora y Fauna Terrestre | 3.335 |
| 3.3.4.6 | Estado de Conservación y Usos | 3.338 |
| 3.3.4.7 | Servicios Ecosistémicos y Funcionalidad | 3.339 |
| 3.3.5 | <i>Factores que Amenazan la Conservación de los Hábitats o Ecosistemas Identificados</i> | <i>3.340</i> |
| 3.3.6 | <i>Unidades Paisajísticas</i> | <i>3.341</i> |
| 3.3.6.1 | Metodología..... | 3.342 |
| 3.3.6.2 | Componentes del Paisaje..... | 3.342 |
| 3.3.6.3 | Unidades de Paisaje | 3.344 |
| 3.3.6.4 | Determinación de la Calidad Escénica..... | 3.354 |
| 3.3.6.5 | Determinación de la Fragilidad Visual | 3.356 |
| 3.3.6.6 | Determinación de la Accesibilidad Visual..... | 3.358 |

LISTA DE TABLAS

| | | |
|---------------|---|------|
| Tabla 3.3.1-1 | Ecosistemas en el Área de Estudio de la II MEIA Yanacocha..... | 3.17 |
| Tabla 3.3.1-2 | Productos Agrícolas en los Caseríos del ASID | 3.23 |
| Tabla 3.3.2-1 | Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Terrestre..... | 3.25 |
| Tabla 3.3.2-2 | Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Programa de Monitoreo..... | 3.26 |
| Tabla 3.3.2-3 | Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Eventos de Muestreo Realizados por Stantec | 3.27 |

| | | |
|----------------|---|--------------|
| Tabla 3.3.2-4 | Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Acuática..... | 3.28 |
| Tabla 3.3.2-5 | Ubicación de las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico..... | 3.30 |
| Tabla 3.3.2-6 | Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Terrestre | 3.37 |
| Tabla 3.3.2-7 | Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Acuática..... | 3.38 |
| Tabla 3.3.3-1 | Fuentes de Información para la Caracterización de Flora y Fauna Terrestre, Periodo 2012-2018 | 3.40 |
| Tabla 3.3.3-2 | Unidades de Vegetación (Cobertura Vegetal) en el Área de Estudio | 3.45 |
| Tabla 3.3.3-3 | Condición del Pastizal | 3.100 |
| Tabla 3.3.3-4 | Carga Estimada por Condición/ha/Año..... | 3.101 |
| Tabla 3.3.3-5 | Capacidad Sustentadora Ganadera de los Pastizales en el Sector SYE..... | 3.102 |
| Tabla 3.3.3-6 | Listado de Especies de Flora Exóticas o Introducidas..... | 3.103 |
| Tabla 3.3.3-7 | Listado de Especies de Flora con Uso Socio-Económico | 3.104 |
| Tabla 3.3.3-8 | Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio..... | 105 |
| Tabla 3.3.3-9 | Especies Claves de Flora en el Área de Estudio | 3.111 |
| Tabla 3.3.3-10 | Distribución de Queñuales en Áreas de Cierre - 2017 | 3.112 |
| Tabla 3.3.3-11 | Listado de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.117 |
| Tabla 3.3.3-12 | Especies de Aves Migratorias Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.153 |
| Tabla 3.3.3-13 | Especies de Aves Incluidas en los Apéndices de la CITES..... | 3.155 |
| Tabla 3.3.3-14 | Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio..... | 3.156 |
| Tabla 3.3.3-15 | Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.156 |
| Tabla 3.3.3-16 | Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo..... | 3.161 |
| Tabla 3.3.3-17 | Especies de Mamíferos Mayores Registradas por Estación de Muestreo – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.164 |
| Tabla 3.3.3-18 | Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 - 2018..... | 3.165 |
| Tabla 3.3.3-19 | Especies de Mastofauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo | 3.169 |
| Tabla 3.3.3-20 | Listado de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.172 |
| Tabla 3.3.3-21 | Riqueza Taxonómica de Artrópodos Registrada en el Área de Estudio | 3.188 |
| Tabla 3.3.3-22 | Listado de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.188 |
| Tabla 3.3.3-23 | Listado de Clases, Órdenes, Familias y Especies Registrados en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación..... | 3.196 |
| Tabla 3.3.3-24 | Especies Claves de Fauna en el Área de Estudio | 3.215 |
| Tabla 3.3.3-25 | <i>Registro de especies de flora y fauna en categoría de amenaza con ámbito de distribución restringido</i> | <i>3.218</i> |
| Tabla 3.3.3-26 | Descripción del Hábitat de Estaciones de Muestreo Hidrobiológico . | 3.220 |

| | | |
|----------------|--|-------|
| Tabla 3.3.3-27 | Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016 | 3.226 |
| Tabla 3.3.3-28 | Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018 | 3.228 |
| Tabla 3.3.3-29 | Abundancia de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas | 3-242 |
| Tabla 3.3.3-30 | Abundancia de Especies del Zooplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas | 3-252 |
| Tabla 3.3.3-31 | Abundancia de Especies del Perifiton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas | 3-260 |
| Tabla 3.3.3-32 | Abundancia de Especies del Macrobentos en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas | 3-271 |
| Tabla 3.3.3-33 | Valores de Clasificación y Límites de Clase para Ambientes Acuáticos Altoandinos según el IMEERA | 3-285 |
| Tabla 3.3.3-34 | Índices IMEERA del Macrobentos en las Diferentes Subcuencas Evaluadas..... | 3-286 |
| Tabla 3.3.3-35 | Registros de Peces Durante los Eventos de Monitoreo | 3-289 |
| Tabla 3.3.3-36 | Contenido de Metales Pesados en Tejido Muscular de Trucha | 3-293 |
| Tabla 3.3.4-1 | Ubicación de las Estaciones de Muestreo Consideradas para la Caracterización de Ecosistemas Frágiles | 3-296 |
| Tabla 3.3.4-2 | Ecosistemas Identificados en el Área de Estudio | 3-297 |
| Tabla 3.3.4-3 | Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto | 3-298 |
| Tabla 3.3.4-4 | Descripción de los Piezómetros Cercanos a los Ecosistemas Frágiles del Área de Estudio | 3.307 |
| Tabla 3.3.4-5 | Ubicación y Extensión de los Humedales en el Área de Estudio | 3.311 |
| Tabla 3.3.4-6 | Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca) | 3.313 |
| Tabla 3.3.4-7 | Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018) | 3.317 |
| Tabla 3.3.4-8 | Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal del Sector Maqui Maqui | 3.319 |
| Tabla 3.3.4-9 | Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Épocas Húmeda y Seca, 2018 | 3.320 |
| Tabla 3.3.4-10 | Listado de Especies de Herpetofauna Registrados en el Humedal del Sector Maqui Maqui..... | 3.321 |
| Tabla 3.3.4-11 | Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha..... | 3.322 |
| Tabla 3.3.4-12 | Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha..... | 3.323 |
| Tabla 3.3.4-13 | Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha..... | 3.324 |
| Tabla 3.3.4-14 | Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha..... | 3.324 |
| Tabla 3.3.4-15 | Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha..... | 3.325 |
| Tabla 3.3.4-16 | Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José | 3.326 |
| Tabla 3.3.4-17 | Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José | 3.326 |

| | | |
|----------------|---|-------|
| Tabla 3.3.4-18 | Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José | 3.327 |
| Tabla 3.3.4-19 | Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José | 3.327 |
| Tabla 3.3.4-20 | Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José | 3.328 |
| Tabla 3.3.4-21 | Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón..... | 3.328 |
| Tabla 3.3.4-22 | Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en la Laguna Totorá y Áreas Adyacentes (BT-05)..... | 3.330 |
| Tabla 3.3.4-23 | Riqueza de Especies de Aves Registradas en la Laguna Totorá y Áreas Adyacentes (BT-05)..... | 3.331 |
| Tabla 3.3.4-24 | Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05) | 3.331 |
| Tabla 3.3.4-25 | Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05) | 3.332 |
| Tabla 3.3.4-26 | Riqueza de Especies de Artrópodos Registradas en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05) | 3.332 |
| Tabla 3.3.4-27 | Especies de Fauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo..... | 3.335 |
| Tabla 3.3.4-28 | Especies de Flora Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo | 3.337 |
| Tabla 3.3.6-1 | Unidades de Paisaje | 3.344 |
| Tabla 3.3.6-2 | Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica | 3.354 |
| Tabla 3.3.6-3 | Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica | 3.355 |
| Tabla 3.3.6-4 | Evaluación de la Calidad Escénica | 3.355 |
| Tabla 3.3.6-5 | Resumen de Resultados de la Calidad Escénica..... | 3.355 |
| Tabla 3.3.6-6 | Parámetros de Valoración de la Capacidad de Absorción Visual | 3.356 |
| Tabla 3.3.6-7 | Clasificación de la Capacidad de Absorción Visual..... | 3.357 |
| Tabla 3.3.6-8 | Clasificación de Resultados del Análisis de Fragilidad | 3.357 |
| Tabla 3.3.6-9 | Evaluación de la Capacidad de Absorción Visual..... | 3.357 |
| Tabla 3.3.6-10 | Resumen de Resultados de la Capacidad de Absorción Visual | 3.358 |
| Tabla 3.3.6-11 | Puntos de Observación Visual..... | 3.359 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------|--|
| Figura 3.3.1-1 | Ecosistemas en el Área de Estudio Según la Cartografía del MINAM, 2019 |
| Figura 3.3.1-2 | Ecosistemas en el Área de Estudio |
| Figura 3.3.2-1 | Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre |
| Figura 3.3.2-2 | Estaciones de Muestreo Hidrobiológico y Calidad de Sedimentos |
| Figura 3.3.3-1 | Mapa de Unidades de Vegetación |

| | |
|----------------|--|
| Figura 3.3.3-2 | Ubicación de Especies de Flora Introducidas |
| Figura 3.3.3-3 | Ubicación del IBA - PE063 Río Cajamarca |
| Figura 3.3.3-4 | Potenciales Abrevaderos de Fauna Silvestre y Doméstica |
| Figura 3.3.3-5 | Áreas Biológicas Sensibles |
| Figura 3.3.4-1 | Ubicación y Distancia de los Principales Ecosistemas Frágiles en Relación a los Componentes del Proyecto |
| Figura 3.3.4-2 | Proyección de la ubicación de los humedales sobre la distribución de permeabilidad de la capa 1 del modelo |
| Figura 3.3.4-3 | Piezometría y Unidades Hidrogeológicas Sobre Áreas de Ecosistemas Frágiles |
| Figura 3.3.4-4 | Ubicación del Ecosistema frágil con Piezometría obtenida en régimen transitorio |
| Figura 3.3.4-5 | Ubicación y Delimitación de los Humedales en el Área de Estudio |
| Figura 3.3.6-1 | Mapa de Unidades de Paisaje |
| Figura 3.3.6-2 | Puntos de Observación Visual |
| Figura 3.3.6-3 | Zonas de Visibilidad |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------------|---|------|
| Gráfico 3.3.3-1 | Estructura de las Categorías Establecidas por la IUCN..... | 3.42 |
| Gráfico 3.3.3-2 | Número de Especies de Flora Según Cada Familia Registrada – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.52 |
| Gráfico 3.3.3-3 | Número de Especies de Flora Según Cada Orden Registrado – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.53 |
| Gráfico 3.3.3-4 | Proporción de Especies de Flora Según el Hábito de Crecimiento – Eventos de Muestreo 2012-2018..... | 3.54 |
| Gráfico 3.3.3-5 | Número de Especies de Flora Según Estaciones de Muestreo y Evento de Muestreo | 3.55 |
| Gráfico 3.3.3-6 | Número de Especies Registradas en el 2012 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.56 |
| Gráfico 3.3.3-7 | Número de Especies Registradas en el 2013 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.56 |
| Gráfico 3.3.3-8 | Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Húmeda), por Estación de Muestreo..... | 3.57 |
| Gráfico 3.3.3-9 | Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.58 |
| Gráfico 3.3.3-10 | Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.58 |
| Gráfico 3.3.3-11 | Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Seca), por Estación de Muestreo..... | 3.59 |
| Gráfico 3.3.3-12 | Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.60 |
| Gráfico 3.3.3-13 | Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.60 |
| Gráfico 3.3.3-14 | Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.61 |
| Gráfico 3.3.3-15 | Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.62 |

| | | |
|------------------|--|------|
| Gráfico 3.3.3-16 | Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.62 |
| Gráfico 3.3.3-17 | Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.63 |
| Gráfico 3.3.3-18 | Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca) por Estación de Muestreo..... | 3.64 |
| Gráfico 3.3.3-19 | Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo..... | 3.65 |
| Gráfico 3.3.3-20 | Análisis Histórico de Riqueza de Especies – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.65 |
| Gráfico 3.3.3-21 | Número de Individuos Registrados en el 2012 (Época Seca) | 3.66 |
| Gráfico 3.3.3-22 | Especies Más Abundantes Según la Cobertura de Braun-Blanquet en el 2012 (Época Seca) | 3.67 |
| Gráfico 3.3.3-23 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2013 (Época Húmeda) | 3.67 |
| Gráfico 3.3.3-24 | Especies con Mayor Número de Individuos de Flora en el 2013 (Época Húmeda) | 3.68 |
| Gráfico 3.3.3-25 | Estaciones de Muestreo con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda) | 3.68 |
| Gráfico 3.3.3-26 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda) | 3.69 |
| Gráfico 3.3.3-27 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2014 (Época Seca) | 3.69 |
| Gráfico 3.3.3-28 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Seca) | 3.70 |
| Gráfico 3.3.3-29 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Húmeda) | 3.70 |
| Gráfico 3.3.3-30 | Especies con Mayor Cobertura Vegetal en el 2015 (Época Húmeda) | 3.71 |
| Gráfico 3.3.3-31 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Seca) | 3.71 |
| Gráfico 3.3.3-32 | Especies con Mayor Cobertura Vegetal Registradas en el 2015 (Época Seca) | 3.72 |
| Gráfico 3.3.3-33 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2016 (Época Húmeda) | 3.72 |
| Gráfico 3.3.3-34 | Número de Individuos en el 2016 (Época Húmeda) | 3.73 |
| Gráfico 3.3.3-35 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2016 (Época Seca) | 3.73 |
| Gráfico 3.3.3-36 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2016 (Época Seca) | 3.74 |
| Gráfico 3.3.3-37 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Húmeda) | 3.74 |
| Gráfico 3.3.3-38 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Húmeda) | 3.75 |
| Gráfico 3.3.3-39 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca) | 3.75 |
| Gráfico 3.3.3-40 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Seca) | 3.76 |
| Gráfico 3.3.3-41 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda) | 3.76 |

| | | |
|------------------|---|------|
| Gráfico 3.3.3-42 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda) | 3.77 |
| Gráfico 3.3.3-43 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Seca) | 3.77 |
| Gráfico 3.3.3-44 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Seca) | 3.78 |
| Gráfico 3.3.3-45 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca) - STANTEC | 3.78 |
| Gráfico 3.3.3-46 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Seca) - STANTEC | 3.79 |
| Gráfico 3.3.3-47 | Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda) – STANTEC | 3.79 |
| Gráfico 3.3.3-48 | Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda) - STANTEC..... | 3.80 |
| Gráfico 3.3.3-49 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2012 (Época Seca) | 3.80 |
| Gráfico 3.3.3-50 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda) | 3.81 |
| Gráfico 3.3.3-51 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda) | 3.82 |
| Gráfico 3.3.3-52 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca) | 3.82 |
| Gráfico 3.3.3-53 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda) | 3.83 |
| Gráfico 3.3.3-54 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca) | 3.84 |
| Gráfico 3.3.3-55 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda) | 3.84 |
| Gráfico 3.3.3-56 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Épocas Seca) | 3.85 |
| Gráfico 3.3.3-57 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda) | 3.86 |
| Gráfico 3.3.3-58 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.86 |
| Gráfico 3.3.3-59 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.87 |
| Gráfico 3.3.3-60 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca) | 3.88 |
| Gráfico 3.3.3-61 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec..... | 3.88 |
| Gráfico 3.3.3-62 | Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec | 3.89 |
| Gráfico 3.3.3-63 | Análisis Histórico del Índice de Shannon-Wiener – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.90 |
| Gráfico 3.3.3-64 | Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación – Época seca..... | 3.91 |
| Gráfico 3.3.3-65 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Seca..... | 3.91 |
| Gráfico 3.3.3-66 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Seca..... | 3.92 |

| | | |
|------------------|---|-------|
| Gráfico 3.3.3-67 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Seca..... | 3.93 |
| Gráfico 3.3.3-68 | Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación – Época Húmeda..... | 3.94 |
| Gráfico 3.3.3-69 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Húmeda | 3.94 |
| Gráfico 3.3.3-70 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Húmeda | 3.95 |
| Gráfico 3.3.3-71 | Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Húmeda | 3.96 |
| Gráfico 3.3.3-72 | Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado por Stantec (Setiembre, 2017) | 3.97 |
| Gráfico 3.3.3-73 | Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para los Eventos de Muestreo Realizados por Stantec (Enero, 2018) | 3.98 |
| Gráfico 3.3.3-74 | Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Húmeda) – Programa de Monitoreo Biológico..... | 3.99 |
| Gráfico 3.3.3-75 | Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Seca) – Programa de Monitoreo Biológico..... | 3.99 |
| Gráfico 3.3.3-76 | Número de Especies de Aves Registradas por Evento de Muestreo .. | 3.117 |
| Gráfico 3.3.3-77 | Número y Porcentaje de Especies de Aves por Orden - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.121 |
| Gráfico 3.3.3-78 | Número de Especies de Aves por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.122 |
| Gráfico 3.3.3-79 | Porcentaje de Especies de Aves por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.123 |
| Gráfico 3.3.3-80 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012..... | 3.126 |
| Gráfico 3.3.3-81 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013..... | 3.127 |
| Gráfico 3.3.3-82 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda) | 3.127 |
| Gráfico 3.3.3-83 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca) | 3.128 |
| Gráfico 3.3.3-84 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda) | 3.128 |
| Gráfico 3.3.3-85 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca) | 3.129 |
| Gráfico 3.3.3-86 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda) | 3.129 |
| Gráfico 3.3.3-87 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca) | 3.130 |
| Gráfico 3.3.3-88 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda) | 3.131 |
| Gráfico 3.3.3-89 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.131 |
| Gráfico 3.3.3-90 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.132 |
| Gráfico 3.3.3-91 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca) | 3.132 |

| | | |
|-------------------|--|-------|
| Gráfico 3.3.3-92 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.133 |
| Gráfico 3.3.3-93 | Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.133 |
| Gráfico 3.3.3-94 | Análisis Histórico de Riqueza de Especies – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.134 |
| Gráfico 3.3.3-95 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012..... | 3.135 |
| Gráfico 3.3.3-96 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013..... | 3.135 |
| Gráfico 3.3.3-97 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda) | 3.136 |
| Gráfico 3.3.3-98 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca) | 3.137 |
| Gráfico 3.3.3-99 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda) | 3.137 |
| Gráfico 3.3.3-100 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca) | 3.138 |
| Gráfico 3.3.3-101 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda) | 3.139 |
| Gráfico 3.3.3-102 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca) | 3.139 |
| Gráfico 3.3.3-103 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda) | 3.140 |
| Gráfico 3.3.3-104 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.141 |
| Gráfico 3.3.3-105 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.141 |
| Gráfico 3.3.3-106 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca) | 3.142 |
| Gráfico 3.3.3-107 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca), Stantec..... | 3.143 |
| Gráfico 3.3.3-108 | Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) – Stantec..... | 3.143 |
| Gráfico 3.3.3-109 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012..... | 3.144 |
| Gráfico 3.3.3-110 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013..... | 3.145 |
| Gráfico 3.3.3-111 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda) | 3.145 |
| Gráfico 3.3.3-112 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca) | 3.146 |
| Gráfico 3.3.3-113 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda) | 3.146 |
| Gráfico 3.3.3-114 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca) | 3.147 |
| Gráfico 3.3.3-115 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda) | 3.147 |
| Gráfico 3.3.3-116 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca) | 3.148 |
| Gráfico 3.3.3-117 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda) | 3.148 |
| Gráfico 3.3.3-118 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.149 |

| | | |
|-------------------|--|-------|
| Gráfico 3.3.3-119 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.149 |
| Gráfico 3.3.3-120 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca) | 3.150 |
| Gráfico 3.3.3-121 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec..... | 3.150 |
| Gráfico 3.3.3-122 | Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec | 3.151 |
| Gráfico 3.3.3-123 | Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Seca | 3.152 |
| Gráfico 3.3.3-124 | Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda..... | 3.153 |
| Gráfico 3.3.3-125 | Composición Porcentual de la Mastofauna por Orden taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 - 2018..... | 3.157 |
| Gráfico 3.3.3-126 | Composición Porcentual de la Mastofauna por Familia Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 - 2018..... | 3.158 |
| Gráfico 3.3.3-127 | Riqueza Histórica de Mamíferos Menores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 - 2018 | 3.162 |
| Gráfico 3.3.3-128 | Riqueza Histórica de Mamíferos Mayores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 - 2018 | 3.163 |
| Gráfico 3.3.3-129 | Abundancia Histórica de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.166 |
| Gráfico 3.3.3-130 | Valores de Diversidad Histórica de Especies de Mamíferos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018 | 3.167 |
| Gráfico 3.3.3-131 | Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio - Época Seca | 3.168 |
| Gráfico 3.3.3-132 | Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio - Época húmeda | 3.169 |
| Gráfico 3.3.3-133 | Número y Porcentaje de Especies de Anfibios por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.173 |
| Gráfico 3.3.3-134 | Número y Porcentaje de Especies de Reptiles por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.173 |
| Gráfico 3.3.3-135 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2012..... | 3.175 |
| Gráfico 3.3.3-136 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2013..... | 3.175 |
| Gráfico 3.3.3-137 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda) | 3.176 |
| Gráfico 3.3.3-138 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca) | 3.176 |
| Gráfico 3.3.3-139 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca) | 3.177 |
| Gráfico 3.3.3-140 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda) | 3.179 |
| Gráfico 3.3.3-141 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca) | 3.180 |
| Gráfico 3.3.3-142 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda) | 3.180 |
| Gráfico 3.3.3-143 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda) | 3.181 |

| | | |
|-------------------|---|-------|
| Gráfico 3.3.3-144 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) | 3.182 |
| Gráfico 3.3.3-145 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) | 3.183 |
| Gráfico 3.3.3-146 | Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca) | 3.183 |
| Gráfico 3.3.3-147 | Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Anfibios – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.184 |
| Gráfico 3.3.3-148 | Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Reptiles – Eventos de Muestreo 2012-2018 | 3.185 |
| Gráfico 3.3.3-149 | Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época Seca..... | 3.185 |
| Gráfico 3.3.3-150 | Curva de Acumulación de Especies de Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Época Seca..... | 3.186 |
| Gráfico 3.3.3-151 | Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época húmeda | 3.187 |
| Gráfico 3.3.3-152 | Composición Porcentual de Artrópodos por Clase Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 – 2018 | 3.193 |
| Gráfico 3.3.3-153 | Composición Porcentual de Artrópodos por Orden Taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 – 2018 | 3.194 |
| Gráfico 3.3.3-154 | Riqueza Histórica de Clases, Órdenes, Familias y Morfoespecies Registradas en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación.. | 3.207 |
| Gráfico 3.3.3-155 | Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artropofauna por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018..... | 3.209 |
| Gráfico 3.3.3-156 | Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas del Río Grande y del Río Azufre – Eventos de Muestreo 2012 – 2018 | 3.210 |
| Gráfico 3.3.3-157 | Abundancia Histórica de Artropofauna por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018..... | 3.211 |
| Gráfico 3.3.3-158 | Valores de Diversidad Histórica de Morfoespecies de Artrópodos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018..... | 3.212 |
| Gráfico 3.3.3-159 | Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Seca | 3.213 |
| Gráfico 3.3.3-160 | Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda | 3.214 |
| Gráfico 3.3.3-161 | Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-231 |
| Gráfico 3.3.3-162 | Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-231 |
| Gráfico 3.3.3-163 | Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande ... | 3-231 |
| Gráfico 3.3.3-164 | Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-232 |
| Gráfico 3.3.3-165 | Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo | 3-232 |
| Gráfico 3.3.3-166 | Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-234 |
| Gráfico 3.3.3-167 | Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-234 |
| Gráfico 3.3.3-168 | Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-235 |

| | | |
|-------------------|---|-------|
| Gráfico 3.3.3-169 | Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-235 |
| Gráfico 3.3.3-170 | Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo | 3-236 |
| Gráfico 3.3.3-171 | Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-236 |
| Gráfico 3.3.3-172 | Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-237 |
| Gráfico 3.3.3-173 | Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-237 |
| Gráfico 3.3.3-174 | Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-238 |
| Gráfico 3.3.3-175 | Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-238 |
| Gráfico 3.3.3-176 | Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-240 |
| Gráfico 3.3.3-177 | Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-240 |
| Gráfico 3.3.3-178 | Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-241 |
| Gráfico 3.3.3-179 | Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-241 |
| Gráfico 3.3.3-180 | Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-242 |
| Gráfico 3.3.3-181 | Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-244 |
| Gráfico 3.3.3-182 | Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-245 |
| Gráfico 3.3.3-183 | Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-245 |
| Gráfico 3.3.3-184 | Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-246 |
| Gráfico 3.3.3-185 | Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-246 |
| Gráfico 3.3.3-186 | Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Húmeda 2015 | 3-247 |
| Gráfico 3.3.3-187 | Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Seca 2015..... | 3-247 |
| Gráfico 3.3.3-188 | Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-249 |
| Gráfico 3.3.3-189 | Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre | 3-249 |
| Gráfico 3.3.3-190 | Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-250 |
| Gráfico 3.3.3-191 | Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario | 3-250 |
| Gráfico 3.3.3-192 | Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-251 |
| Gráfico 3.3.3-193 | Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Húmeda 2015 | 3-253 |

| | | |
|-------------------|---|-------|
| Gráfico 3.3.3-194 | Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Seca 2015..... | 3-254 |
| Gráfico 3.3.3-195 | Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-256 |
| Gráfico 3.3.3-196 | Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre..... | 3-256 |
| Gráfico 3.3.3-197 | Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-257 |
| Gráfico 3.3.3-198 | Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario..... | 3-257 |
| Gráfico 3.3.3-199 | Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-258 |
| Gráfico 3.3.3-200 | Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-262 |
| Gráfico 3.3.3-201 | Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre..... | 3-262 |
| Gráfico 3.3.3-202 | Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-263 |
| Gráfico 3.3.3-203 | Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario..... | 3-263 |
| Gráfico 3.3.3-204 | Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-264 |
| Gráfico 3.3.3-205 | Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Húmeda 2015..... | 3-265 |
| Gráfico 3.3.3-206 | Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Seca 2015..... | 3-265 |
| Gráfico 3.3.3-207 | Riqueza de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-268 |
| Gráfico 3.3.3-208 | Riqueza de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre..... | 3-268 |
| Gráfico 3.3.3-209 | Riqueza de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-269 |
| Gráfico 3.3.3-210 | Riqueza de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario..... | 3-269 |
| Gráfico 3.3.3-211 | Riqueza de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-270 |
| Gráfico 3.3.3-212 | Diversidad de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-273 |
| Gráfico 3.3.3-213 | Diversidad de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre..... | 3-274 |
| Gráfico 3.3.3-214 | Diversidad de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande..... | 3-274 |
| Gráfico 3.3.3-215 | Diversidad de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario..... | 3-275 |
| Gráfico 3.3.3-216 | Diversidad de Especies del Macrofitos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-275 |
| Gráfico 3.3.3-217 | Dendrograma de Similitud del Macrofitos Durante Temporada Húmeda 2018..... | 3-276 |
| Gráfico 3.3.3-218 | Dendrograma de Similitud del Macrofitos Durante Temporada Seca 2018..... | 3-277 |

| | | |
|-------------------|--|-------|
| Gráfico 3.3.3-219 | Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-278 |
| Gráfico 3.3.3-220 | Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Azufre | 3-279 |
| Gráfico 3.3.3-221 | Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Grande..... | 3-279 |
| Gráfico 3.3.3-222 | Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Quinuario | 3-280 |
| Gráfico 3.3.3-223 | Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Rejo..... | 3-280 |
| Gráfico 3.3.3-224 | Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda..... | 3-282 |
| Gráfico 3.3.3-225 | Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Azufre | 3-282 |
| Gráfico 3.3.3-226 | Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Grande ... | 3-283 |
| Gráfico 3.3.3-227 | Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Quinuario | 3-283 |
| Gráfico 3.3.3-228 | Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Rejo | 3-284 |
| Gráfico 3.3.3-229 | Abundancia de Peces en la Subcuenca de la Quebrada Honda | 3-289 |
| Gráfico 3.3.3-230 | Abundancia de Peces en la Subcuenca del Río Rejo | 3-290 |
| Gráfico 3.3.3-231 | Estructura de Tallas de Ejemplares Colectados de Trucha | 3-291 |
| Gráfico 3.3.4-1 | Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (1-1') - Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10) | 3-300 |
| Gráfico 3.3.4-2 | Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (2-2') - Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10) | 3-301 |
| Gráfico 3.3.4-3 | Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (C-C') – Humedal Asociado a Quebrada La Saccha (EF6) | 3.303 |
| Gráfico 3.3.4-4 | Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (D-D') – Humedal Asociado a Tributario de la Quebrada La Saccha (EF7)..... | 3.304 |
| Gráfico 3.3.4-5 | Riqueza de Familias Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca) | 3.314 |
| Gráfico 3.3.4-6 | Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época seca) | 3.315 |
| Gráfico 3.3.4-7 | Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época Húmeda) | 3.315 |
| Gráfico 3.3.4-8 | Riqueza de Familias Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)..... | 3.318 |
| Gráfico 3.3.4-9 | Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Húmeda, 2018 | 3.318 |
| Gráfico 3.3.4-10 | Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Seca, 2018..... | 3.319 |

LISTA DE FOTOS

| | | |
|--------------|--|-------|
| Foto 3.3.3-1 | Pajonal Andino | 3.47 |
| Foto 3.3.3-2 | Humedal Altoandino | 3.48 |
| Foto 3.3.3-3 | Matorral Arbustivo | 3.48 |
| Foto 3.3.3-4 | Plantación Forestal | 3.49 |
| Foto 3.3.3-5 | Área Revegetada..... | 3.50 |
| Foto 3.3.3-6 | Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio..... | 3.110 |
| Foto 3.3.3-7 | Áreas Revegetadas con Queñuales en el Área del Proyecto | 3.113 |

| | | |
|---------------|---|-------|
| Foto 3.3.3-8 | Centro de Investigación y Producción Cerro Negro | 3.113 |
| Foto 3.3.3-9 | Especies de Aves en Hábitat de Pajonal..... | 3.123 |
| Foto 3.3.3-10 | Especies de Aves en Hábitat de Matorral Arbustivo | 3.124 |
| Foto 3.3.3-11 | Especies de Aves en Hábitat de Humedal Altoandino | 3.124 |
| Foto 3.3.3-12 | <i>Colaptes rupicola</i> , <i>Conirostrum cinereum</i> y <i>Phrygilus unicolor</i> | 3.125 |
| Foto 3.3.3-13 | Especies de Aves Más Abundantes | 3.126 |
| Foto 3.3.3-14 | Algunas Especies de Mamíferos Menores Registradas en el Área de Estudio | 3.158 |
| Foto 3.3.3-15 | Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio | 3.174 |
| Foto 3.3.3-16 | Algunas Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio .. | 3.194 |
| Foto 3.3.3-17 | Ambientes Acuáticos Evaluados | 3.223 |
| Foto 3.3.3-18 | Muestras de Ejemplares de Peces | 3-288 |
| Foto 3.3.4-1 | Estación de Muestreo BT-05 - Humedal Asociado a la Laguna Tatora | 3.312 |
| Foto 3.3.4-2 | Estaciones de Monitoreo Biológico Ubicadas en el Humedal del Sector Maqui Maqui | 3.316 |
| Foto 3.3.4-3 | Estación de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a La Quebrada La Saccha | 3.321 |
| Foto 3.3.4-4 | Estaciones de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a la Quebrada San José..... | 3.325 |
| Foto 3.3.4-5 | Humedal en la parte alta de la Quebrada Encajón | 3.328 |
| Foto 3.3.4-6 | Especies Representativas Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón..... | 3.329 |
| Foto 3.3.4-7 | Vista Panorámica de la Laguna Tatora | 3.330 |
| Foto 3.3.4-8 | Vista Panorámica de la Laguna Maqui Maqui 3..... | 3.334 |
| Foto 3.3.4-9 | Especies de Herpetofauna Registradas en los Humedales..... | 3.336 |
| Foto 3.3.4-10 | Especies Sensibles de Flora Registradas en los Humedales..... | 3.338 |
| Foto 3.3.4-11 | Vista Panorámica de Aves Residentes en el Ámbito de la Laguna Tatora..... | 3.339 |
| Foto 3.3.6-1 | Unidad de Paisaje 1 (UP-1): Laderas Altoandinas | 3.346 |
| Foto 3.3.6-2 | Unidad de Paisaje 2 (UP-2): Pastizales | 3.347 |
| Foto 3.3.6-3 | Unidad de Paisaje 3 (UP-3): Matorral Arbustivo | 3.348 |
| Foto 3.3.6-4 | Unidad de Paisaje 4 (UP-4): Vegetación de Roquedal | 3.349 |
| Foto 3.3.6-5 | Unidad de Paisaje 5 (UP-5): Plantaciones Forestales..... | 3.350 |
| Foto 3.3.6-6 | Unidad de Paisaje 6 (UP-6): Terrenos Hidromórficos | 3.351 |
| Foto 3.3.6-7 | Unidad de Paisaje 7 (UP-7): Áreas Agrícolas | 3.352 |
| Foto 3.3.6-8 | Unidad de Paisaje 8 (UP-8): Instalaciones Mineras y Áreas Disturbadas | 3.353 |

APÉNDICES

APÉNDICE K – INFORMACIÓN BIOLÓGICA

ANEXO K.1 INFORMES DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD TERRESTRE

ANEXO K.2 INFORMES DE MONITOREO DE BIODIVERSIDAD ACUÁTICA

ANEXO K.3 TABLAS RESUMEN DE RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA (TERRESTRE Y ACUÁTICA) EN EL PERIODO 2012-2018

3 LINEA BASE

3.3 DESCRIPCION DEL MEDIO BIOLÓGICO

3.3.1 Diversidad Biológica

Se entiende por diversidad biológica a las diversas formas de vida existentes, a las funciones ecológicas que éstas realizan y a la diversidad genética que contienen (FAO, 1989). En este contexto, se presenta una breve descripción de la diversidad de la biota terrestre y acuática presente en el área de estudio. Un mayor detalle de la biodiversidad existente es presentado en la Sección 3.3.3, *Caracterización Biológica de la Flora y Fauna*.

3.3.1.1 Diversidad de Ecosistemas

Un ecosistema puede ser definido como un sistema dinámico, en el cual, los organismos vivos interactúan entre sí y con el ambiente físico, influyendo en sus propiedades. En general, los ecosistemas en el mundo pueden ser agrupados en dos tipos: ecosistemas naturales y ecosistemas artificiales. Los ecosistemas naturales operan bajo condiciones naturales, sin mucha interferencia del hombre, y pueden ser divididos en ecosistemas terrestres (por ejemplo, praderas, bosques, etc.), ecosistemas acuáticos (por ejemplo, lagos, ríos, quebradas, etc.) y ecosistemas de humedales (bofedales, pantanos, etc.). En tanto que, en los ecosistemas artificiales, el equilibrio natural es frecuentemente alterado por la manipulación y por la adición de energía. Los campos de cultivos y las pozas que son mantenidas artificialmente son algunos ejemplos de ecosistemas artificiales.

Cabe precisar que el mapa de unidades de vegetación de la II MEIA ha sido elaborado a una escala de 1:20,000 utilizando una imagen satelital actual de alta resolución del 2019, y validada con información de campo (delimitación y composición florística de las unidades) como parte de la línea base biológica de la I MEIA (2019); considerando de manera referencial las denominaciones, descripciones y delimitaciones de las unidades de vegetación descritas en la Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM 2015). Con base al mapa de unidades de vegetación, se elaboró el mapa de ecosistemas (Ver Figura 3.3.1-2, *Ecosistemas en el Área de Estudio*), el cual toma de referencia las denominaciones del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM 2019). La identificación de los ecosistemas se basa en la información biológica que proviene de los diversos muestreos que se han efectuado en el área del proyecto desde hace muchos años y que caracterizan consistente y fehacientemente la biota presente en el área del Proyecto.

De esta forma, en el área de estudio se han identificado dos tipos de ecosistemas; ecosistemas naturales como humedal altoandino, matorral andino, pajonal andino, lagunas, ríos y quebradas; y ecosistemas artificiales como plantación forestal, zona agrícola, vegetación secundaria, cuerpos de agua artificial (reservorios y diques) y zona minera (ver la Tabla 3.3.1-1, *Ecosistemas en el Área de Estudio de la II MEIA Yanacocha*). Tanto la ubicación como la distribución de los ecosistemas identificados en el área de estudio se muestran en la Figura 3.3.1-2, *Ecosistemas en el Área de Estudio*.

Con respecto a los roquedales o afloramientos rocosos presentes en el área de estudio, cabe resaltar que han sido considerado como un tipo de cobertura denominada Área altoandina con escasa y sin vegetación, dentro de las unidades de vegetación identificadas (Ver Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*). Este tipo de cobertura constituye también un elemento fisiográfico que interacciona con los ecosistemas existentes, y ha sido incluido y delimitado en el mapa de ecosistemas.

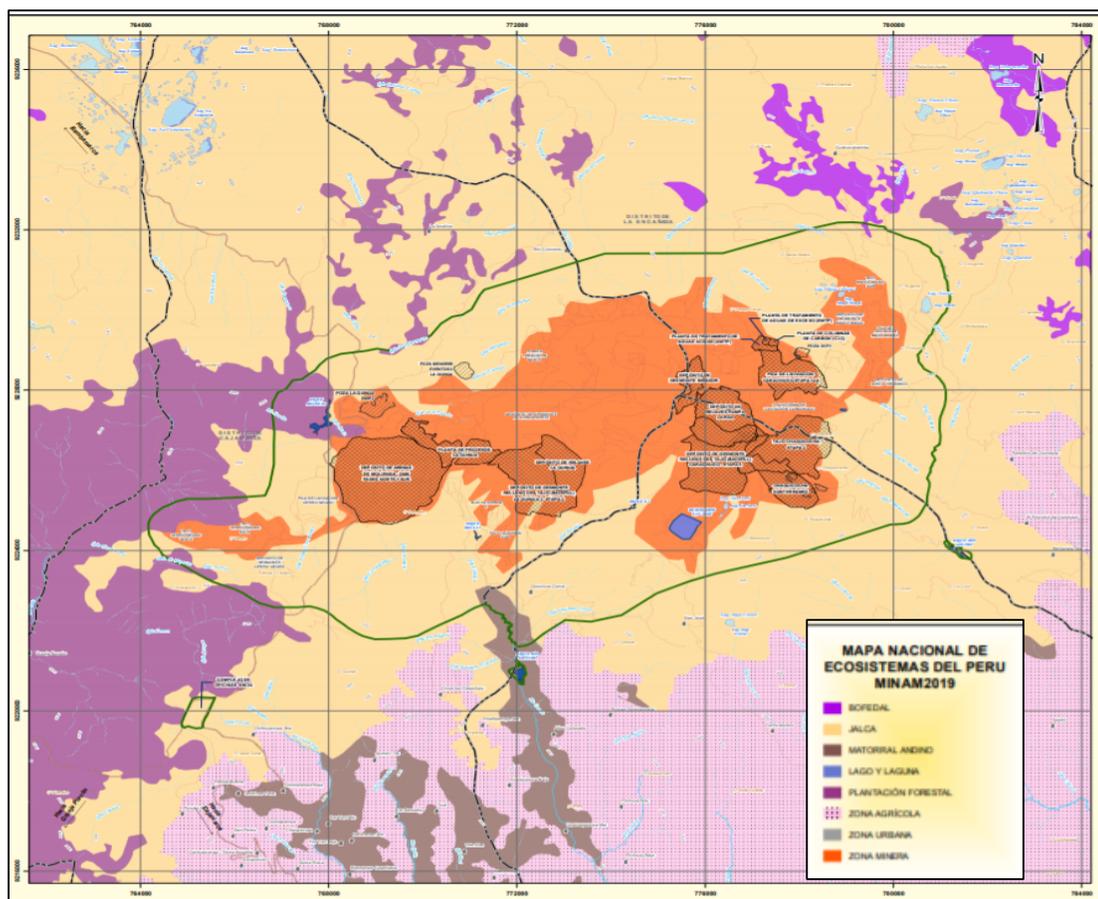
Tabla 3.3.1-1 Ecosistemas en el Área de Estudio de la II MEIA Yanacocha

| Ecosistemas naturales | Ecosistemas artificiales |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Humedal altoandino. • Matorral andino (MINAM, 2019). • Pajonal andino (MINAM, 2015). • Lagunas (MINAM, 2019). • Ríos (MINAM, 2019). • Quebradas | <ul style="list-style-type: none"> • Plantación forestal (MINAM, 2019). • Zona agrícola (MINAM, 2019). • Vegetación secundaria (MINAM, 2019). • Cuerpos de agua artificial (MINAM, 2019). • Zona minera (MINAM, 2019). |
| <p>Nota: Para algunos ecosistemas se ha utilizado la nomenclatura de la memoria descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019)</p> | |

Es preciso señalar que fue revisada la memoria descriptiva y cartografía respectiva referida al Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019). Cuando se superpuso el área de estudio del Proyecto en la cartografía generada por el MINAM (ver la Figura 3.3.1-1, *Ecosistemas en el Área de Estudio Según la Cartografía del MINAM, 2019*), la distribución y denominación de los ecosistemas considerados para el área de estudio según la cartografía del MINAM no guardaba relación con los ecosistemas identificados con base en la información biológica obtenida en campo y en la imagen satelital empleada de alta resolución multiespectral del 2019.

La Figura 3.3.1-1 *Ecosistemas en el Área de Estudio Según la Cartografía del MINAM, 2019*, no muestra a detalle la distribución de los ecosistemas presentes en el área de estudio como lo muestra la Figura 3.3.1-2, *Ecosistemas en el Área de Estudio*, esto se debe a que la información cartográfica del MINAM se encuentra a una escala de 1: 100,000; y ello hace que no calce con la información detallada obtenida en campo, ni con la información que brinda la imagen satelital de alta resolución empleada por Stantec (0.50 metros).

Figura 3.3.1-1 Ecosistemas en el Área de Estudio según la Cartografía del MINAM, 2019



A continuación, se presenta una breve descripción de los ecosistemas identificados en el área de estudio biológico de la II MEIA Yanacocha (ver Figura 3.3.1-2, *Ecosistemas en el Área de Estudio*):

Ecosistemas Naturales

Humedal altoandino

Ecosistema andino hidromórfico con vegetación herbácea de tipo hidrófila, que se presenta en los Andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados; permanentemente inundados o saturados de agua corriente (mal drenaje), con vegetación densa y compacta siempre verde, de porte

almohadillado o en cojín; la fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0.1 a 0.5 metros. Los suelos orgánicos pueden ser profundos (turba). Este tipo de ecosistema es considerado un humedal andino (MINAM, 2019).

Este ecosistema corresponde a la unidad de vegetación humedal altoandino identificada en el área de estudio. Las especies predominantes dentro del área de estudio son: *Carex pichinchensis*, *Calamagrostis tarmensis*, *Distichia* spp., *Aa* spp., *Plantago tubulosa*, entre otras.

Pajonal Andino

Ecosistema andino ubicado en la porción superior de la cordillera de los Andes, aproximadamente entre los 3,800 m.s.n.m. y los 4,800 m.s.n.m., conformado mayormente por herbazales. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos, como en las altiplanicies, hasta empinados o escarpados, como en las depresiones y en el fondo de los glaciares. La fisonomía corresponde a herbazales de hasta 60 cm de altura (MINAM, 2015). Este ecosistema corresponde a la unidad de vegetación pajonal andino identificada en el área de estudio. Las especies predominantes dentro del área de estudio son para el subtipo "pajonal": *Calamagrostis tarmensis*, *Festuca glyceriantha*, *Paspalum bonplandianum*, *Loricaria ferruginea*, entre otras; y para el subtipo "césped": *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis vicunarum*, *Aciachne pulvinata*, *Distichia* spp., *Trifolium amabile*, *Alchemilla orbiculata*, entre otras.

Matorral Andino

Ecosistema andino con distribución amplia a nivel nacional que abarca tres tipos de matorrales (Matorral montano, Matorral de puna seca y Matorral andino), con rango altitudinal de 1,500 hasta 4,500 m.s.n.m. Se caracteriza por la presencia de vegetación leñosa y arbustiva de composición y estructura variable, con una cobertura de suelo superior al 10 % que se extiende por más de 0.5 hectárea, y cuya altura sobre el suelo no supera los 4 metros. En el Matorral andino propiamente dicho dominan matorrales con árboles de manera dispersa y cactáceas (MINAM, 2019).

Este ecosistema corresponde a la unidad de vegetación pajonal andino identificada en el área de estudio. Las especies predominantes dentro del área de estudio son *Miconia andina*, *Brachyotum* sp., *Lupinus* sp., *Berberis* sp., *Baccharis* sp., *Monnina* sp., *Gynoxys* sp., *Hesperomeles* sp., *Bocconia* sp., entre otras.

Lagunas, Ríos y Quebradas

Para el caso de los ecosistemas acuáticos, para el área de estudio se han identificado ambientes lénticos (lagunas) y ambientes lóticos (ríos y quebradas) ubicados en las microcuencas del río Azufre (subcuenca de río Azufre), quebrada Honda (subcuenca de quebrada Honda), río Grande (subcuenca de río Grande), río Shoclla, quebrada Chachacoma e intercuenca SN2 (subcuenca del río Rejo), río San José y quebrada La Saccha (subcuenca del río Quinuario).

Ecosistemas Artificiales

Plantación Forestal

Es una cobertura forestal establecida por intervención directa del hombre con fines de producción o protección forestal. En este proceso se establecen macizos forestales, mediante la plantación o siembra de especies arbóreas a través de actividades conocidas como forestación o reforestación para la producción comercial y no comercial de madera (para construcción rural, combustible, confección de herramientas agrícolas, entre otros) y otros productos forestales, o el servicio de protección de cuencas hidrográficas (MINAM, 2019).

Las plantaciones forestales identificadas en el área de estudio corresponden a bosques de pinos, los cuales son sembrados en Cajamarca desde hace años para reforestar áreas despejadas y/o intervenidas, y para el aprovechamiento de su madera. Cajamarca es el departamento que presenta la mayor superficie reforestada en base a pino (*Pinus radiata*), en su mayoría realizados en la Granja Porcón y alrededores.

Este ecosistema corresponde a la unidad de vegetación plantación forestal identificada en el área de estudio.

Zona Agrícola

Comprenden las áreas dedicadas a cultivos dentro del área de estudio. Las especies agrícolas que se cultivan mayormente dentro del área de estudio son arveja, haba, maíz, mashua, oca, olluco, papa amarilla, papa blanca y papa peruana.

Este ecosistema corresponde a la unidad de vegetación agricultura andina identificada en el área de estudio.

Vegetación Secundaria

Estas zonas comprenden área de pastizales, áreas que fueron intervenidas y convertidas a pastos cultivados (MINAM, 2019).

Esta vegetación corresponde a la cobertura vegetal antrópica denominada áreas revegetadas que fueron identificadas en el área de estudio. En las áreas revegetadas se mezclan las especies vegetales introducidas con las especies nativas. Entre las especies introducidas más importantes utilizadas en las actividades de revegetación están *Dactylis glomerata* (pasto ovillo), *Trifolium pratense* (trébol rojo), *Avena strigosa* (avena forrajera), *Lolium perenne*, entre otras. Entre las especies nativas más importantes utilizadas en las actividades de revegetación de áreas de cierre se tiene *Nicotiana thyrsiflora*, *Baccharis hutchisonii*, *Calamagrostis trichophylla*, *Lupinus peruvianus*, *Senecio canescens* y *Polylepis racemosa*.

Cuerpos de Agua Artificial

Comprenden los diques y reservorios asociados a la Unidad Minera Yanacocha, que fueron identificados dentro del área de estudio.

Zona Minera

Comprenden las instalaciones aprobadas y actuales de la Unidad Minera Yanacocha.

3.3.1.2 Diversidad de Especies

Se presenta a continuación un resumen de la diversidad estimada para las comunidades de la flora y fauna terrestre y acuática en el área de estudio.

Flora Terrestre

La diversidad de Shannon-Wiener (H') de flora obtenida en los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 varían desde 0.74 bits/ind. registrado en la evaluación del 2013 (época húmeda) en la estación MMan del sector Maqui Maqui, hasta 5.25 bits/ind. registrado en la evaluación del 2014 (época seca) en la estación MMco, también del sector Maqui Maqui. Respecto al índice de Equidad de Pielou (J'), en la mayoría de las estaciones de muestreo se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que se registraron valores cercanos a 1, excepto en las evaluaciones del 2013 (época húmeda) y 2015 (época seca) donde se evidenció la dominancia de especies, porque se obtuvieron valores cercanos a cero.

Fauna Terrestre

Avifauna

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') estimado para los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 fluctuó entre $H'= 0$ y $H'= 4.58$ bits/ind. La estación de muestreo que registró el valor de diversidad más alto, respecto a las demás, fue BT-02 (parte baja de la Quebrada Corral Blanco) con 4.58 bits/ind. el cual fue registrado en el evento de muestreo realizado por Stantec en la época seca del 2017. Esta misma estación registró un valor también alto y similar al registrado en la época seca del 2017, con una diversidad de 4.56 bits/individuo, registrada en el evento de muestreo realizado por Stantec en la época húmeda del 2018.

En tanto que la estación de muestreo HUco (sector Huáscar) registró los valores más bajos de diversidad, con valores de 0.0 y 0.64 bits/individuo obtenidos en los muestreos realizados en la época húmeda del

2014 y en la época húmeda del 2013, respectivamente. Le siguieron las estaciones de muestreo SJco (época húmeda del 2013), que también registró una diversidad de 0.64 bits/ind, y MMan (época seca del 2015), con un valor de 0.72 bits/individuo.

Mastofauna

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') estimado para los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 fluctuó de $H'=0$ a $H'=1.52$ bits/ind. La estación de muestreo que registró el valor de diversidad más alto, respecto a las demás, fue HUco con 1.52 bits/ind, el cual fue registrado en la evaluación de época seca del 2015, seguida de la estación SJan (1.46 bits/ind) en la época seca de ese mismo año. En tanto que las estaciones de muestreo ARco (sector Arnacocha), HUAN (sector Huáscar), RGan (sector La Quinua), RGco (sector La Quinua), YAan (sector Yanacocha) y YAcó (sector Yanacocha) registraron los valores más bajos de diversidad, ya que sólo reportaron la riqueza de una especie.

Herpetofauna

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') estimado para los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 fluctuó de $H'=0$ a $H'=1.46$ bits/ind. La estación de muestreo que registró el valor de diversidad más alto, respecto a las demás, fue ARco, ubicada en el sector Arnacocha, con 1.46 bits/ind, el cual fue registrado en la evaluación de época seca del 2015, seguida de la estación CNan, ubicada en el sector Cerro Negro (1.061 bits/ind.) en la época húmeda del 2018. En la mayoría de las estaciones, la diversidad fue cero, esto debido a que se registró una sola especie.

Artrópodos

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') estimado para los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 fluctuó entre $H'=0$ y $H'=5.94$ bits/ind. La diversidad fue $H'=0$ cuando se registró una sola especie por estación de muestreo. La estación de muestreo donde se registró el valor de diversidad más alto, respecto a las demás estaciones, fue ARco con 5.94 bits/ind., el cual fue registrado en la evaluación de la época húmeda del 2015, seguida de la estación HUAN (5.48 bits/ind) en el mismo evento de muestreo. En tanto que las estaciones de muestreo MMan (sector Maqui Maqui) en la época seca del 2012, MMco (sector Maqui Maqui), CNco (sector Cerro Negro) y RGco (sector La Quinua), estas tres últimas en la época húmeda del 2017, registraron los valores más bajos de diversidad debido a que sólo reportaron la riqueza de una especie.

Flora y Fauna Acuática

Fitoplancton

Los índices de diversidad del fitoplancton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0.63 y 4.67 bits/ind, correspondiente principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro) y QVIZ (quebrada Vizcacha). Asimismo, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 1.59 y 4.40 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones CAZ2 (río Azufre) y COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja), y menores valores en las localidades QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) y LTOT/HB-06 (laguna Totora).

Por otro lado, los valores de diversidad de fitoplancton en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 3.03 y 3.45 bits/ind., que equivale a una diversidad alta, con mayores valores en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja). En tanto que los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinuario fluctuaron entre 0.16 y 4.35 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja). Mientras que, los índices de diversidad de fitoplancton en la subcuenca del río Rejo variaron entre 1.00 y 4.25 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación RSA2 (río Shocla, parte baja).

Zooplancton

Dada la escasa riqueza y abundancia específica de la comunidad zooplanctónica en muchas localidades evaluadas, se desestimó la estimación de los índices de diversidad específica.

Perifiton

Los índices de diversidad del perifiton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0.16 y 4.87 bits/ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro) y HLVI (quebrada Vizcacha), principalmente durante los periodos 2012 y 2013, y menores valores en las localidades HCU1 (río Cushuro) y HHO3 (quebrada Honda) durante los eventos de muestreo de la temporada húmeda y seca 2015, respectivamente.

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 0 y 5.57 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones CAZ2 (río Azufre), COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) y CQU1 (quebrada Quecher) durante la temporada seca 2014, y menor valor en la localidad LTOT/HB-06 (laguna Totorá). Asimismo, los valores de diversidad de perifiton en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 0 y 5.09 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral), PV11 (quebrada Viscachayoc) y QEN (quebrada Encajón, parte alta) durante la temporada seca 2014.

Adicionalmente, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinuario fluctuaron entre 0.15 y 5.30 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja). Mientras que, los índices de diversidad de perifiton en la subcuenca del río Rejo variaron entre 0.18 y 5.02 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación RSA3 (río Shoclla, parte alta) y QPCN3 (quebrada S/N).

Macrobentos (Macroinvertebrados Bénticos)

Los índices de diversidad del macrobentos en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0 y 3.28 bits/ind, correspondiente principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro), HLVI (quebrada Vizcacha) durante la época húmeda 2014, así como en la localidad HHO3 (quebrada Honda) durante la época húmeda 2014 y época seca 2017. Estas mismas estaciones presentaron una diversidad nula (0) durante la época húmeda del 2015, ya que no se registraron organismos durante los muestreos.

Asimismo, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 0 y 3.20 bits/Ind, correspondiente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones CAZ3 (río Azufre), COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) y CQU1 (quebrada Quecher) durante la época húmeda del 2014. Se registró un nulo índice de diversidad en las estaciones CAR1 (quebrada Amacocha, parte baja), CAZ2 (río Azufre) y CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja), en algún evento de monitoreo.

Por otro lado, los valores de diversidad del macrobentos en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 0 y 3.59 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante la época húmeda 2018, y PV11 (quebrada Viscachayoc) durante la época húmeda 2015 y época húmeda 2018.

Adicionalmente, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinuario fluctuaron entre 0 y 2.91 bits/Ind, correspondiente a una diversidad baja y media, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José) durante el monitoreo de época húmeda y seca 2018. Mientras que, los índices de diversidad del macrobentos en la subcuenca del río Rejo variaron entre 0 y 3.14 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores en la estación RSA3 (río Shoclla, parte alta) y RT11 (río Tinte) durante los monitoreos de época húmeda 2014 y época húmeda 2016, respectivamente.

Necton

La comunidad del necton en el área de estudio estuvo representada por especies nativas del género *Astroblepus spp.* "bagre" y por una especie introducida correspondiente a *Oncorhynchus mikiss* "trucha arco iris". En relación con la riqueza y abundancia por las subcuencas evaluadas, no se registraron ejemplares de peces en las estaciones de las subcuencas del río Azufre, río Grande y río Quinuario.

Para el caso de la subcuenca de la quebrada Honda, sólo se registraron peces en la estación HCU1 (río Cushuro); la abundancia de peces en este curso de agua varió entre 0 y 15 ejemplares, con un mayor valor durante la temporada húmeda 2013. En relación con la ictiofauna de la subcuenca del río Rejo, se

registraron peces en las estaciones RT11 (río Tinte), RCH1 (quebrada Chachacoma), RSA2 (río Shoclla, parte baja) y RSA3 (río Shoclla, parte alta). Las abundancias en la localidad RT11 fluctuaron entre 0 y 53 ejemplares, con mayores abundancias en las temporadas húmeda y seca del 2012; mientras que en la estación RSA3 fluctuaron entre 1 y 25 individuos, con mayores valores en la temporada seca de los años 2012 y 2013.

3.3.1.3 Diversidad de Genes

Para la caracterización de la diversidad fenotípica de especies botánicas (denominada diversidad de genes) se ha considerado la identificación y presencia de especies cultivadas en el área de estudio. Para ello se presenta a continuación un listado de especies cultivadas (33 productos), las cuales se constituyen en productos agrícolas de los caseríos del área de influencia social directa (ASID) del proyecto Yanacocha (ver Tabla 3.3.1-2, *Productos Agrícolas en los Caseríos del ASID*). Para el caso de la "papa" se han identificado 5 variedades que son cultivadas en los caseríos y son: amarilla, blanca, liberteña, peruana y yungay. Las especies "habas", "maíz", "oca", "olluco" y "papa" (variedad papa blanca) son los productos agrícolas que son sembrados en un mayor número de caseríos del área de influencia social directa del proyecto.

Asimismo, se ha consultado de manera referencial los mapas de distribución de las variedades de papa, maíz y agrobiodiversidad (cultivos), elaborados por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Según, el "Mapa: Perú, país de la papa – 2008", parte del área de estudio social constituye un centro importante de diversidad de papas; donde se ha evidenciado un número importante de especies silvestres y nativas de papas (aproximadamente 5 variedades según la Tabla 3.3.1-2, *Productos Agrícolas en los Caseríos del ASID*). Adicionalmente, según el "Mapa: razas de maíz del Perú - s/a", en el área de estudio habría probabilidad de encontrar de 1 a 3 variedades del maíz; lo cual coincide con la Tabla 3.3.1-2, donde se registró el maíz como producto agrícola de los caseríos del ASID del Proyecto. Finalmente, según el "Mapa de agrobiodiversidad – 2010", el principal cultivo en el área de estudio sería la papa, el maíz, la oca y el olluco, lo cual también coincide con lo registrado en la Tabla 3.3.1-2.

Tabla 3.3.1-2 Productos Agrícolas en los Caseríos del ASID

| Tipo de Cultivo | Caseríos del ASID |
|---------------------|---|
| Arveja | Hierba Buena, Porcón Alto, San Pedro, Cochapampa, Manzana Alto, Purhuay Alto, San José, Puruay Quinuamayo, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Huambocancha Chica, Plan Tual, Coñor, Totorillas, Chaupimayo, Santa Rosa, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Río Colorado, Bellavista Alta, Bellavista Baja, Tres Molinos, Llagamarca, Apalín |
| Caigua | Huambocancha Baja |
| Calabaza o chichayo | Pacopampa, Huambocancha Baja, Bellavista Baja |
| Cebolla | Porcón Alto, Quishuar pata, Purhuay Alto, Huambocancha Chica, Nuevo Perú, Huambocancha Baja, Plan Tual, Huambocancha Alta, El Porvenir de Combayo, Tres Molinos |
| Chocho o Tarwi | Chilimpampa Alta, Chilimpampa Baja, Porcón Alto, Tual, Manzana Alto, Aliso Colorado, Llanomayo, El Porvenir de Combayo, Bellavista Alta |
| Choclo | Tres Molinos |
| Culantro | Huambocancha Chica, Nuevo Perú, Huambocancha Alta |
| Espinacas | Plan Tual |
| Frijol | Pacopampa, Huambocancha Chica, Huambocancha Baja, Plan Tual, Huambocancha Alta, Plan Manzanas, Santa Bárbara, Tres Molinos, Carhuaquero |
| Habas | Hierba Buena, Chilimpampa Alta, Chilimpampa Baja, Porcón Alto, San Pedro, Quishuar pata, Suroporcón, Cochapampa, Cince Las Vizcachas, Pacopampa, Manzana Alto, Yun Yun Alto, La Ramada, Puruay Quinuamayo, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Huambocancha Chica, Huambocancha Baja, Plan Manzanas, Chaupimayo, Santa Rosa, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Pabellón de Combayo, Bellavista Alta, Bellavista Baja, Apalín, Barrojo |
| Lechuga | Llanomayo, Llushcapampa Baja, Tres Molinos |
| Lenteja | Llanomayo |
| Linaza | San Pedro |
| Maíz | Hierba Buena, San Pedro, Suroporcón, Cochapampa, Pacopampa, Manzana Alto, Yun Yun Alto, Purhuay Alto, San José, Puruay Quinuamayo, Aliso Colorado, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Huambocancha Chica, Nuevo Perú, Huambocancha Baja, Plan Tual, Huambocancha Alta, Manzanas Capellanía, Coñor, Plan |

| Tipo de Cultivo | Caseños del AISD |
|--|---|
| | Manzanas, Totorillas, Chaupimayo, Santa Rosa, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Apalina, Río Colorado, Bellavista Alta, El Triunfo, Bellavista Baja, Santa Bárbara, Tres Molinos, Llagamarca |
| Mashua | Río Colorado, Pabellón de Combayo, El Porvenir de Combayo, Santa Bárbara, Barrojo, Carhuaquero |
| Moras | Plan Manzanas |
| Oca | Hierba Buena, Chilimpampa Alta, Chilimpampa Baja, Porcón Alto, Quishuar pata, Suroporcón, Cochapampa, Hualtipampa Alta, Tual, Cince Las Vizcachas, Manzana Alto, Yun Yun Alto, La Ramada, Purhuay Alto, San José, Puruay Quinuamayo, Aliso Colorado, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Huambocancha Chica, Huambocancha Baja, Plan Tual, Manzanas Capellanía, Coñor, Plan Manzanas, Totorillas, Chaupimayo, Santa Rosa, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Apalina, Río Colorado, Cushurubamba, Pabellón de Combayo, El Porvenir de Combayo, Bellavista Alta, El Triunfo, Bellavista Baja, Santa Bárbara, Apalín, Tres Tingos, Barrojo, Carhuaquero |
| Olluco | Hierba Buena, Chilimpampa Alta, Chilimpampa Baja, Porcón Alto, Quishuar pata, Suroporcón, Cochapampa, Hualtipampa Alta, Tual, Cince Las Vizcachas, Pacopampa, Manzana Alto, Yun Yun Alto, La Ramada, Purhuay Alto, San José, Puruay Quinuamayo, Aliso Colorado, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Huambocancha Chica, Manzanas Capellanía, Coñor, Totorillas, Chaupimayo, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Apalina, Río Colorado, Cushurubamba, Pabellón de Combayo, El Porvenir de Combayo, Bellavista Alta, El Triunfo, Bellavista Baja, Santa Bárbara, Tres Molinos, Apalín, Tres Tingos, Barrojo, Carhuaquero |
| Orégano | Quishuar pata, Huambocancha Alta |
| Papa Aceituna | Tual, Carhuaquero |
| Papa Amarilla | Porcón Alto, Tual, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Río Colorado, Pabellón de Combayo, Apalín |
| Papa blanca | Hierba Buena, Chilimpampa Alta, Chilimpampa Baja, Porcón Alto, San Pedro, Quishuar pata, Suroporcón, Cochapampa, Hualtipampa Alta, Tual, Cince Las Vizcachas, Pacopampa, Manzana Alto, Yun Yun Alto, La Ramada, Purhuay Alto, San José, Puruay Quinuamayo, Aliso Colorado, Quishuar Corral, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Purhuay Bajo, Huambocancha Chica, Nuevo Perú, Huambocancha Baja, Plan Tual, Huambocancha Alta, Manzanas Capellanía, Coñor, Plan Manzanas, Totorillas, Chaupimayo, Santa Rosa, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Apalina, Río Colorado, Cushurubamba, Pabellón de Combayo, El Porvenir de Combayo, Bellavista Alta, El Triunfo, Bellavista Baja, Santa Bárbara, Tres Molinos, Llagamarca, Apalín, Tres Tingos, Barrojo, Carhuaquero |
| Papa Libertaña | Cushurubamba, Apalín |
| Papa Peruana | Porcón Alto, Río Colorado |
| Papa Yungay | Porcón Alto, Llanomayo |
| Quinua | Llanomayo, Plan Tual |
| Rabanito | Llushcapampa Baja, Nuevo Perú, Huambocancha Baja |
| Repollo | Llanomayo, Llushcapampa Baja |
| Rocoto | Huambocancha Chica |
| Tomatillo | Tres Molinos |
| Trigo | Quishuar pata, Tual, Manzana Alto, La Ramada, Purhuay Alto, Llanomayo, Llushcapampa Baja, Manzanas Capellanía, Plan Manzanas, Totorillas, Chaupimayo, Yun Yun Bajo, Porcón Bajo, Chilincaga, Apalina, Pabellón de Combayo, El Porvenir de Combayo, Bellavista Alta, Bellavista Baja, Santa Bárbara, Apalín, Tres Tingos, Barrojo, Carhuaquero |
| Zanahoria | Cochapampa, Llanomayo, El Porvenir de Combayo |
| Zapallo | Huambocancha Baja |
| Fuente: I MEIA Yanacocha (Stantec, 2018). | |

3.3.2 Criterios de Evaluación de Campo para Flora y Fauna (Terrestre y Acuática)

3.3.2.1 Estaciones de Muestreo de Flora y Fauna Terrestre

Fuentes de Información para Evaluación de Flora y Fauna Terrestre

Para la actualización de la información de la línea base de biota terrestre en el área de estudio se ha considerado el uso de información secundaria (principalmente informes de monitoreo), lo cual considera lo contemplado en el Art. 40 del D.S N° 040-2014-EM, el cual menciona que, para casos de ampliación o modificación del proyecto, en la misma área donde se ha levantado la línea base de un estudio ambiental previamente aprobado, no se requerirá del levantamiento de una nueva línea base; además, si la información de línea de base respecto del área donde incide la modificación o ampliación propuesta es de una antigüedad superior a los cinco años, se podrá sustentar con reportes de monitoreo (ver más detalles en la Subsección 3.3.2, *Criterios de Evaluación de Campo para Flora y Fauna*).

La caracterización de la flora y fauna terrestre en el área de estudio está basada en información secundaria. Por ello, se ha utilizado la información obtenida en los eventos de muestreo biológico realizados en el área del Proyecto, como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYRSL. Así, se ha considerado la información de los eventos de monitoreo realizados en el periodo 2012-2018. Los informes completos con los resultados obtenidos (incluyendo metodologías y esfuerzos de muestreo empleados) en los eventos de monitoreo de biodiversidad terrestre realizados en los años 2017 y 2018 son presentados en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.1, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre*.

Adicionalmente, se ha utilizado la información obtenida por Stantec en dos eventos de muestreo, uno realizado en setiembre del 2017 (época seca) y otro en enero del 2018 (época húmeda), como parte de la I MEIA. Estos eventos fueron realizados con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

El diseño de los eventos de muestreo efectuados por Stantec consideró la presencia, distribución y extensión de las unidades de vegetación y/o hábitats identificados en el área de estudio, así como la ubicación de los componentes propuestos por esta modificación del EIA. El objetivo del diseño de muestreo fue garantizar la representatividad y determinar el esfuerzo de muestreo adecuado para cada comunidad biológica. Los informes completos de estos eventos de muestreo han sido incluidos en la I MEIA aprobada.

La Tabla 3.3.2-1, *Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Terrestre*, muestra las fuentes de información utilizadas para la caracterización de la flora y fauna terrestre en el área de estudio de la II MEIA.

Tabla 3.3.2-1 Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Terrestre

| Consultora | Año de Muestreo | Estudio Ambiental | Época del Muestreo |
|-------------------------------|-----------------|---|--------------------|
| AMEC | 2012 | Informe Final de Biodiversidad Terrestre, Época Seca | Época Seca |
| Consultora Carranza | 2013 | Monitoreo de Biodiversidad Terrestre, Época Húmeda | Época Húmeda |
| JJ Servicios Generales S.R.L. | 2014 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre. Etapa: Cierre Progresivo de Minera Yanacocha, Época Seca | Época Húmeda |
| JJ Servicios Generales S.R.L. | 2014 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Operativo en Minera Yanacocha, Época Húmeda | Época Seca |
| INSIDEO | 2015 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Yanacocha, Época Seca | Época Húmeda |
| INSIDEO | 2015 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Yanacocha, Época Húmeda | Época Seca |
| FCISA | 2016 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Yanacocha - EIAs Operativos, Época Húmeda | Época Húmeda |
| FCISA | 2016 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Yanacocha - EIAs Operativos, Época Seca | Época Seca |
| FCISA | 2017 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Yanacocha - EIAs Operativos, Época Húmeda | Época Húmeda |

| Consultora | Año de Muestreo | Estudio Ambiental | Época del Muestreo |
|--------------------------------------|-----------------|--|--------------------|
| JJ Servicios Generales S.R.L. | 2018 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Operativo Minera Yanacocha, Época Húmeda | Época Seca |
| JJ Servicios Generales S.R.L. | 2018 | Informe de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre Operativo Minera Yanacocha, Época Seca | Época Húmeda |
| Stantec | 2017 | Informe de Evaluación de Línea Base Biológica para la I Modificación del EIA del Proyecto Minero Yanacocha, Época Seca – Evento de Muestreo de Flora y Fauna | Época Seca |
| Stantec | 2018 | Informe de Evaluación de Línea Base Biológica para la I Modificación del EIA del Proyecto Minero Yanacocha, Época Húmeda - Evento de Muestreo de Flora y Fauna | Época Húmeda |
| Elaborado por: Stantec, 2020. | | | |

Las comunidades muestreadas en los eventos considerados fueron: flora, aves, mamíferos (mayores y menores no voladores), anfibios, reptiles e insectos. Es preciso señalar que los informes generados tras los eventos realizados en el periodo 2012-2017 (estudios de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha y programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre de MYSRL) fueron anexados en su momento en los Instrumentos de Gestión Ambiental del Proyecto aprobados; y que la presente sección incluye únicamente un resumen de los resultados obtenidos en estos eventos (composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de flora, aves, mamíferos, anfibios, reptiles e insectos).

En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna terrestres efectuados en el periodo 2012-2018.

Estaciones de Muestreo de Flora y Fauna Terrestre

La Tabla 3.3.2-2, *Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Programa de Monitoreo*, incluye las coordenadas en UTM de las estaciones de muestreo de flora terrestre consideradas durante los eventos de muestreo biológico realizados en el área de estudio, como parte del programa de monitoreo de biodiversidad aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYRSL. En tanto que la Tabla 3.3.2-3, *Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Eventos de Muestreo Realizados por Stantec*, incluye las coordenadas en UTM de las estaciones consideradas durante los muestreos realizados por Stantec en setiembre del 2017 (época seca) y en enero del 2018 (época húmeda), como parte de la I MEIA Yanacocha.

Tabla 3.3.2-2 Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Programa de Monitoreo

| Punto de muestreo | Coordenadas (WGS84, UTM 17M) | |
|-------------------|------------------------------|---------|
| | Norte | Este |
| CNan | 767636 | 9223804 |
| CNco | 768133 | 9222880 |
| CQco | 768658 | 9221596 |
| YAn | 773513 | 9230212 |
| YAc | 766932 | 9230569 |
| RGan | 774238 | 9225168 |
| RGco | 769197 | 9222021 |
| SJan | 776433 | 9224512 |
| SJco | 777876 | 9224227 |
| HUan | 778731 | 9226343 |
| HUco | 779071 | 9225612 |
| ARan | 779706 | 9227420 |
| ARco | 780533 | 9227145 |
| MMan | 777778 | 9230681 |
| MMco | 779296 | 9231982 |

| Punto de muestreo | Coordenadas (WGS84, UTM 17M) | |
|-------------------|------------------------------|---------|
| | Norte | Este |
| MM-FI27 | 777778 | 9230681 |
| AA96 | 778107 | 9230404 |
| AA97 | 777930 | 9230328 |
| AA98 | 777754 | 9230430 |
| MM-Mm13 | 777980 | 9230338 |
| Nva. Parcela MM | 778320 | 9230785 |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Tabla 3.3.2-3 Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre – Eventos de Muestreo Realizados por Stantec

| Punto de muestreo | Coordenadas (WGS84, UTM 17M) | |
|-------------------|------------------------------|---------|
| | Norte | Este |
| BT-01 | 769754 | 9228477 |
| BT-02 | 770062 | 9223824 |
| BT-03 | 773532 | 9224671 |
| BT-04 | 776332 | 9230254 |
| BT-05 | 780807 | 9230721 |
| BT-06 | 765750 | 9225020 |
| BT-07 | 767492 | 9227517 |

Elaborado por: Stantec, 2020.

La ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de flora y fauna terrestre dentro del área de estudio se muestra en la Figura 3.3.2-1, *Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre*.

3.3.2.2 Estaciones de Muestreo Hidrobiológico

Fuentes de Información para Evaluación de Flora y Fauna Acuática

Para la actualización de la información de la línea base de biota acuática en el área de estudio se ha considerado el uso de información secundaria (principalmente informes de monitoreo), lo cual considera lo contemplado en el Art. 40 del D.S N° 040-2014-EM, el cual menciona que, para casos de ampliación o modificación del proyecto, en la misma área donde se ha levantado la línea base de un estudio ambiental previamente aprobado, no se requerirá del levantamiento de una nueva línea base; además, si la información de línea de base respecto del área donde incide la modificación o ampliación propuesta es de una antigüedad superior a los cinco años, se podrá sustentar con reportes de monitoreo (ver más detalles en la Subsección 3.3.2, *Criterios de Evaluación de Campo para Flora y Fauna*).

La caracterización de la biota acuática en el área de estudio se basa en la información secundaria proveniente de los diferentes monitoreos de vida acuática realizados previamente en el área de influencia de Minera Yanacocha, durante los periodos 2012-2018, de la línea base durante las época húmeda y seca del año 2015 (INSIDEO) como parte de la V MEIA SYE, así como de la línea base complementaria efectuada durante la época seca 2017 y la época húmeda 2018 (MWH Perú) como parte de la I MEIA Yanacocha, los cuales incluyeron puntos de muestreo adicionales a los puntos establecidos dentro del programa de monitoreo. Los informes completos con los resultados obtenidos (incluyendo metodologías y esfuerzos de muestreo empleados) en los eventos de monitoreo de biodiversidad acuática realizados en los años 2017 y 2018 son presentados en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.2, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Acuática*.

En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna acuática efectuados en el periodo 2012-2018.

La Tabla 3.3.2-4, *Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Acuática*, muestra las diferentes fuentes de información secundaria utilizadas para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas en el área de estudio de la II MEIA. De esta forma, se cuenta con información histórica de composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies de las comunidades de plancton, perfiton, bentos y peces, provenientes principalmente del programa de monitoreo de la biota acuática, los cuales serán utilizados para caracterizar la línea base hidrobiológica de la II MEIA.

Tabla 3.3.2-4 Estudios Empleados para la Caracterización de la Biota Acuática

| Consultora | Año de evaluación | Estudio | Fecha de evaluación |
|-------------------------|-------------------|--|---------------------|
| JJR Servicios Generales | 2012 | Informe del Monitoreo Hidrobiológico (Biomonitoreo) Época Seca - 2012 | Época seca |
| JJR Servicios Generales | 2012 | Informe: Monitoreo Hidrobiológico (Biomonitoreo) Época Húmeda - 2012 | Época húmeda |
| SNC-Lavalin | 2013 | Monitoreo de vida acuática 2013 Operaciones Temporada húmeda | Época húmeda |
| SNC-Lavalin | 2013 | Monitoreo de vida acuática Operaciones Temporada seca | Época seca |
| INSIDEO | 2014 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Húmeda 2014 | Época húmeda |
| INSIDEO | 2014 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Seca 2014 | Época seca |
| INSIDEO | 2015 | Línea Base Hidrobiológica - V Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) - Categoría III Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este | Época húmeda |
| INSIDEO | 2015 | Línea Base Hidrobiológica - V Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) - Categoría III Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este | Época seca |
| FCISA | 2015 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Húmeda 2015 | Época húmeda |
| FCISA | 2015 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Seca 2015 | Época seca |
| FCISA | 2016 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Húmeda 2016 | Época húmeda |
| FCISA | 2016 | Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha - Temporada Seca 2016 | Época seca |
| Ausenco | 2017 | Monitoreo de Vida Acuática Yanacocha - EIAs Operativos, Época Seca | Época seca |
| Ausenco | 2017 | Monitoreo de Vida Acuática Yanacocha - EIAs Operativos, Época Húmeda | Época húmeda |
| MWH-Stantec | 2017 | Línea Base Hidrobiológica Complementaria - MEIA Yanacocha | Época seca |
| MWH-Stantec | 2018 | Línea Base Hidrobiológica Complementaria - MEIA Yanacocha | Época húmeda |
| Ausenco | 2018 | Monitoreo de Vida Acuática Yanacocha - EIAs Operativos, Época Húmeda | Época húmeda |
| Ausenco | 2018 | Monitoreo de Vida Acuática Yanacocha - EIAs Operativos, Época Seca | Época seca |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Criterios de Evaluación de Campo

En general, el diseño de muestreo de la flora y fauna acuática, como parte del monitoreo de vida acuática y de las evaluaciones hidrobiológicas de línea base consideró los siguientes criterios para la evaluación de campo:

- Accesibilidad: áreas que puedan ser accesibles desde el punto técnico y social para facilitar la logística del monitoreo.

- Componentes del Proyecto: cursos de agua o tramos del río que son representativos y están ubicados cercanos o en las huellas de los componentes del proyecto (utilizados para la evaluación de impactos potenciales), y otras áreas más alejadas que corresponden a puntos control (sin evidencias de impactos). Asimismo, se ha tomado en cuenta los cuerpos receptores donde se descargarán los efluentes domésticos e industriales tratados asociados al Proyecto.
- Estaciones de calidad de agua superficial: las estaciones hidrobiológicas están ubicadas en los mismos tramos y/o cercanos a ellos de los cursos de agua donde se han establecido los puntos de muestreo de calidad de agua superficial, como parte de su programa de monitoreo ambiental aprobado.

Las actividades de campo incluyeron el levantamiento de información de las comunidades acuáticas del plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados acuáticos) y peces, realizándose colectas y mediciones directas de la biota acuática. Asimismo, se consideró la caracterización del hábitat y la colecta de muestras de sedimento para la determinación de parámetros de calidad.

Asimismo, el análisis y presentación de la información hidrobiológica de los diferentes periodos de evaluación, con el objeto de caracterizar la biota acuática dentro del área de estudio, tomó en cuenta la delimitación hidrográfica elaborada por WSP (2017) como parte de la I MEIA Yanacocha, y presentada en la Sección 3.2.3.1, *Hidrografía*. De esta forma, la clasificación hidrográfica de acuerdo con las estaciones de muestreo hidrobiológico utilizadas es la siguiente:

- Subcuenca del Río Grande: incluye microcuenca del Río Grande;
- Subcuenca del Río Azufre: incluye microcuenca del Río Azufre;
- Subcuenca de la Quebrada Honda: incluye microcuenca de la Quebrada Honda;
- Subcuenca del Río Quinuario: incluye microcuencas del Río San José y de la Quebrada La Saccha; y
- Subcuenca del Río Rejo: incluye microcuencas del Río Shoclla y de la Quebrada Chachacoma, e intercuenca SN2.

Estaciones de Muestreo Hidrobiológico

El área de estudio comprende los cuerpos y cursos de agua superficiales dentro del área de influencia de la unidad minera Yanacocha, las cuales incluyen ríos, quebradas y lagunas para las cuencas Crisnejas (subcuencas de río Grande, río Azufre y río Quinuario), Jequetepeque (subcuenca del río Rejo) y la intercuenca Alto Marañón IV (subcuenca quebrada Honda), entre los 2,800 y 4,200 msnm de altitud. Estos cursos de agua se encuentran ubicados en los distritos de Cajamarca, Encañada y Baños del Inca (provincia de Cajamarca), departamento de Cajamarca.

Las estaciones de muestreo hidrobiológico están ubicadas en las microcuencas del río Azufre (subcuenca de río Azufre), quebrada Honda (subcuenca de quebrada Honda), río Grande (subcuenca de río Grande), río Shoclla, quebrada Chachacoma e intercuenca SN2 (subcuenca del río Rejo), río San José y quebrada La Saccha (subcuenca del río Quinuario).

Los cuerpos de agua evaluados presentaron características típicas de zonas y valles altoandinos con aguas de tipo clara, los cuales estuvieron influenciados por el período hídrico de la temporada seca (caudales bajos, fondos expuestos). Los ambientes evaluados fueron lóticos (ríos y quebradas), que se caracterizaron por poseer ambientes pedregosos de corriente moderada y protegidos por vegetación diversa; asimismo, incluyeron ambientes de lagunas altoandinas asociadas a humedales.

La ubicación geográfica de las estaciones de muestreo hidrobiológico es mostrada en la Figura 3.3.2-2, *Estaciones de Muestreo Hidrobiológico y Calidad de Sedimentos*. La descripción y ubicación geográfica de cada estación de muestreo, así como el periodo de evaluación de cada localidad se muestra en la Tabla 3.3.2-5, *Ubicación de las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico*.

Tabla 3.3.2-5 Ubicación de las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico

| Estación de Muestreo | Localidad | Estación Equivalente | Coordenadas UTM (WGS84 zona 17S) | | Altitud (msnm) | Subcuenca (UH Nivel 7) | Microcuenca (UH Nivel 8) | Periodo de evaluación |
|---|--------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------------|--|
| | | | Este | Norte | | | | |
| Monitoreo de Vida Acuática (2012-2018) | | | | | | | | |
| CAR1 | Ubicado en la quebrada Amacocha | | 780900 | 9226662 | 3,750 | Río Azufre | Río Azufre | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16 |
| CAZ2 | Ubicado en la quebrada Azufre | | 781122 | 9224355 | 3,600 | Río Azufre | Río Azufre | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16 |
| CAZ3 | Ubicado en la quebrada Azufre | | 780888 | 9226179 | 3,729 | Río Azufre | Río Azufre | TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15 |
| CCH1 | Ubicado en la quebrada Chaquicocha | | 781091 | 9224279 | 3,600 | Río Azufre | Río Azufre | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16 |
| COM1 | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | | 780490 | 9225932 | 3,750 | Río Azufre | Río Azufre | TH 12, TS 12, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16 |
| CQU1 | Ubicado en la quebrada Quecher | | 780967 | 9226649 | 3,750 | Río Azufre | Río Azufre | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15 |
| CSJ1 | Ubicado en la quebrada San José | | 779129 | 9220071 | 3,410 | Río Quinario | Quebrada San José | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| HCU1 | Ubicado en la quebrada Cushuro | | 774985 | 9233401 | 3,650 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15 |
| HHO3 | Ubicado en la quebrada Honda | | 776088 | 9232094 | 3,754 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| HLV1 | Ubicado en la quebrada Vizcacha | | 776025 | 9232253 | 3,750 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 17, TS 17, TS 18 |
| PCB1 | Ubicado en la quebrada Corral Blanco | | 770898 | 9223824 | 3,450 | Río Grande | Río Grande | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| PEN1 | Ubicado en la quebrada Encajón | | 771417 | 9223049 | 3,393 | Río Grande | Río Grande | TH 12, TS 12, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| PGR3 | Ubicado en el río Grande | | 771816 | 9221905 | 2,900 | Río Grande | Río Grande | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| PGR4 | Ubicado en el río Grande | | 771299 | 9223107 | 3,300 | Río Grande | Río Grande | TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| PV11 | Ubicado en la quebrada Viscachayoc | | 771912 | 9221288 | 3,550 | Río Grande | Río Grande | TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| QEN | Ubicado en la quebrada Encajón | | 772398 | 9223820 | 3,750 | Río Grande | Río Grande | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| QPCN3 | Ubicado en la quebrada S/N | | 767863 | 9226756 | 3,500 | Río Rejo | Río Shoclla | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15 |
| RCH1 | Ubicado en la quebrada Chachacoma | | 762783 | 9224353 | 3,483 | Río Rejo | Quebrada Chachacoma | TH 14, TS 14, TH 15, TS 15 |

| Estación de Muestreo | Localidad | Estación Equivalente | Coordenadas UTM (WGS84 zona 17S) | | Altitud (msnm) | Subcuenca (UH Nivel 7) | Microcuenca (UH Nivel 8) | Periodo de evaluación |
|---|---------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------|----------------|------------------------|--------------------------|--|
| | | | Este | Norte | | | | |
| RSA2 | Ubicado en el río Shoclla, parte baja | | 767392 | 9227167 | 3,300 | Río Rejo | Río Shoclla | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| RSA3 | Ubicado en el río Shoclla, parte alta | | 768214 | 9228109 | 3,450 | Río Rejo | Río Shoclla | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| RTI1 | Ubicado en el río Tinte | | 762824 | 9224577 | 3,450 | Río Rejo | Intercuenca SN2 | TH 12, TS 12, TH 13, TS 13, TH 14, TS 14, TH 15, TS 15, TH 16, TS 16, TH 17, TS 17, TH 18, TS 18 |
| Muestreo Hidrobiológico Complementario de Línea Base (INSIDEO, 2015; y MWH, 2017-2018) | | | | | | | | |
| L.TOT.Centro | Ubicado en la laguna Tatora | | 780659 | 9230068 | 4,020 | Río Azufre | Río Azufre | TS 15 |
| L.TOT.Orilla | Ubicado en la laguna Tatora | HB-06 | 780743 | 9230123 | 4,051 | Río Azufre | Río Azufre | TS 15, TS 17, TH 18 |
| QTOT | Ubicado en la quebrada Tatora | HB-07 | 781301 | 9228934 | 3,896 | Río Azufre | Río Azufre | TS 15, TS 17, TH 18 |
| CASup-1 | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | | 779277 | 9226770 | 3,908 | Río Azufre | Río Azufre | TS 15 |
| QHCAR | Ubicado en la quebrada Huáscar | | 778955 | 9225879 | 3,919 | Río Azufre | Río Azufre | TH 15, TS 15 |
| QOM | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | | 779422 | 9227057 | 3,912 | Río Azufre | Río Azufre | TH 15, TS 15 |
| QA2 | Ubicado en la quebrada Arnacocha | | 779935 | 9227493 | 3,850 | Río Azufre | Río Azufre | TH 15, TS 15 |
| QCH | Ubicado en la quebrada Chaquicocha | | 778706 | 9225474 | 3,919 | Río Azufre | Río Azufre | TH 15, TS 15 |
| QSJ | Ubicado en la quebrada San José | HB-01 | 776113 | 9223477 | 3,874 | Río Quinario | Quebrada San José | TH 15, TS 15, TS 17, TH 18 |
| QDLS | Ubicado en la quebrada La Saccha | HB-02 | 777493 | 9224004 | 3,950 | Río Quinario | Quebrada La Saccha | TH 15, TS 15, TS 17, TH 18 |
| QVIZ | Ubicado en la quebrada Vizcacha | | 776162 | 9232324 | 3,766 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 15, TS 15 |
| QPL4 | Ubicado en la quebrada Pampa Larga | | 776125 | 9230256 | 3,896 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 15, TS 15 |
| CP12 | Ubicado en la quebrada Río Colorado | | 777577 | 9230309 | 3,907 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TH 15, TS 15 |
| HB-03 | Ubicada en la quebrada Corral Blanco | | 770463 | 9223976 | 3446 | Río Grande | Río Grande | TS 17, TH 18 |
| HB-04 | Ubicada en la quebrada Cushuro | | 768573 | 9227188 | 3456 | Río Rejo | Río Shoclla | TS 17, TH 18 |
| HB-05 | Ubicada en laguna Maqui Maqui 3 | | 778455 | 9230612 | 4099 | Quebrada Honda | Quebrada Honda | TS 17, TH 18 |
| <p>Nota: TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca</p> <p>Fuente: Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012) Monitoreo de vida acuática, Operaciones (SNC Lavalin, 2013)</p> | | | | | | | | |

| Estación de Muestreo | Localidad | Estación Equivalente | Coordenadas UTM (WGS84 zona 17S) | | Altitud (msnm) | Subcuenca (UH Nivel 7) | Microcuenca (UH Nivel 8) | Periodo de evaluación |
|---|-----------|----------------------|----------------------------------|-------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | Este | Norte | | | | |
| Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (INSIDEO, 2014) | | | | | | | | |
| Línea Base Hidrobiológica - V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015) | | | | | | | | |
| Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015-2016) | | | | | | | | |
| Línea Base Hidrobiológica Complementaria - I MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018) | | | | | | | | |
| Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018) | | | | | | | | |
| Elaborado por: Stantec, 2020. | | | | | | | | |

3.3.2.3 Métodos de Muestreo de la Biota Terrestre y Acuática

Muestreo de la Biota Terrestre

A continuación, se describen las metodologías empleadas para los muestreos de flora y fauna (aves, mamíferos, anfibios, reptiles y artrópodos) durante la línea base 2017-2018 (Stantec, I MEIA) y el programa de monitoreo de biodiversidad terrestre.

Línea base 2017-2018

Muestreo de Flora

El muestreo de flora terrestre estuvo orientado a obtener información para elaborar el inventario florístico y para estimar la diversidad y los parámetros ecológicos. A continuación, se describen las metodologías empleadas.

Inventario Florístico

Se realizaron caminatas alrededor de las estaciones de muestreo y las especies presentes fueron registradas. Aquellos especímenes que no pudieron ser identificados en campo fueron colectados. La recolección se realizó mediante el método ortodoxo clásico, tratando de obtener estructuras representativas de los especímenes, ya sea ramas floríferas o fructíferas. Una parte del material recolectado fue conservada en alcohol al 70%, mientras que la otra parte fue prensada. El material prensado fue rotulado y trasladado al Herbario Sur Peruano (HSP) de Arequipa para su identificación taxonómica. Asimismo, se tomaron fotografías de las especies en campo.

Diversidad Vegetal y Parámetros Ecológicos

La evaluación de diversidad se hizo mediante el establecimiento de parcelas de 100 m² (10 m x 10 m), donde fueron registradas las especies arbustivas. Además, se establecieron tres parcelas de 1 m² (1 m x 1 m), donde fueron registradas tanto las especies herbáceas como las subarbustivas. En cada una de las parcelas establecidas se realizó el conteo de especies, así como de individuos por especie, y se calculó la cobertura vegetal. Finalmente, se efectuó el registro fotográfico de las especies y de las áreas de muestreo, y se tomaron los puntos de ubicación de las estaciones con un GPS. No se consideró datos cuantitativos provenientes de formaciones vegetales originados por el hombre, específicamente los Bosques de Pino presentes en la zona, registrando esta especie dentro del inventario florístico.

Muestreo de Aves

Se empleó el método de puntos de conteo, según la literatura obtenida de Bibby *et al.* (2000) y Ralph & Blake (2001). Fueron registradas las especies de aves por observación y/o audición usando líneas de evaluación (o conjunto de puntos). En cada línea fueron establecidas diez estaciones fijas de conteo directo, separadas entre sí por una distancia aproximada de 200 m. Complementariamente, se realizaron registros no sistemáticos durante y fuera de las horas de trabajo en toda el área de estudio. Para la evaluación de la laguna San José se realizó el método de conteo total en todo el espejo de agua; además, se realizaron búsquedas intensivas alrededor de ella.

En cada estación de muestreo se registró a la especie, el número de individuos, así como el sustrato en el que fue localizada. La evaluación en cada punto fijo duró 10 minutos, cubriendo un radio no mayor a 100 metros. La evaluación ornitológica empezó a las 7:45 horas y finalizó a las 13:00 horas, aproximadamente.

Muestreo de Mamíferos

Los mamíferos menores no voladores (roedores) fueron evaluados mediante el uso de líneas de trapeo. Se realizaron transectos constituidas por 100 trampas de captura (50 tipo Víctor y 50 tipo Sherman), distribuidas en diferentes formaciones vegetales y en cada punto de evaluación; cada transecto estuvo intercalada y/o distribuida por una trampa de golpe de madera tipo "Víctor" y una trampa de caja de metal tipo "Sherman" distanciadas entre 10 a 12 metros una de otra, estas estuvieron ubicadas en lugares propicios para la captura de roedores, como debajo de rocas, pajonales altos y otros probables refugios de roedores. Las trampas fueron colocadas en horas de la mañana y revisadas durante las primeras horas del día siguiente; las cuales se encontraron activas durante una noche en cada punto; además se utilizó un cebo estándar para las trampas. Los animales capturados fueron pesados, medidos y revisados para determinar su condición reproductiva.

El inventario de mamíferos pequeños voladores (murciélagos) se realizó mediante la captura viva de los individuos con redes de niebla en zonas estratégicas de paso de estas especies, y según el criterio de la investigadora. Se colocaron tres redes de niebla por cada estación de muestreo. El horario de apertura de redes se realizó desde las 18:00 horas (tarde) hasta las 23:00 horas (noche), siendo revisadas cada 60 minutos.

Los mamíferos medianos y grandes fueron evaluados mediante la metodología de observación directa y avistamientos ocasionales en cada punto de evaluación, que consistió en reportar todo registro y/o indicios indirectos (fecas, huellas, dormideros, madrigueras, pelos o restos óseos) como directos (observación directa, vocalizaciones) esto se realizó en un transecto de 1000 metros y/o durante el traslado dentro del punto de evaluación y entre cada punto según Tirira (2007). En cada registro se procedió a georeferenciar y fotografiar al ejemplar.

Muestreo de Anfibios y Reptiles

El muestreo de herpetofauna se llevó a cabo según la metodología por Búsqueda por Encuentro Visual "Visual Encounter Survey" (VES) utilizada de Crump & Scott (1994) el cual es recomendada para evaluaciones herpetológicas rápidas en hábitat como en pajonal, humedal altoandino y pajonal con afloramientos rocosos, donde el esfuerzo Muestral fue medido por tiempo (horas/hombre).

Cada recorrido de muestreo fue evaluado mediante dos (2) VES en cada estación de muestreo, durante un periodo de 0.5 h cada VES. Además, se demarcó las coordenadas de inicio de cada recorrido, así como se realizó la descripción general del área a evaluar y de las condiciones climáticas.

Muestreo de Artrópodos

Para el muestreo de artrópodos se siguió el Protocolo de Muestreo de Márquez (2005) y Villarreal *et al.* (2004), y se consideró 3 métodos: trampas de caída, red entomológica y bandejas amarillas.

Se utilizaron trampas de caída o pitfall para capturar insectos rastreros o terrestres. En cada punto de muestreo se instalaron trampas en transectos lineales (10 trampas en un transecto de 100 m) por 48 horas, como lo señala Villarreal (2004) para luego con ayuda de tamices y pinzas se revisaron y colocaron las muestras en bolsas plásticas con alcohol al 75%.

El uso de red entomológica está dirigido para la captura de todos aquellos artrópodos voladores. Se realizaron transectos por periodos de tiempo estandarizados para todas las unidades, en un horario fluctuante entre las 11:00 y las 15:00 horas. Al concluir cada captura, el contenido de la red entomológica fue revisado y preservado en alcohol al 75%, salvo los lepidópteros los cuales fueron depositados en sobres entomológicos. Para mejor preservación de la coloración, los odonatos fueron inyectados con acetona empleando una jeringa a través del vientre y tórax, y luego colocados en sobres de papel vegetal y sumergidos por 24-48 horas en acetona (Domínguez y Fernández, 2009).

Se utilizaron bandejas amarillas para la colecta de artrópodos polinizadores. Se colocaron las bandejas al ras del suelo conteniendo la solución colectora (agua y detergente) en transectos por un periodo de 24 horas. Posteriormente, se tamizaron y fijaron las muestras con alcohol al 75%.

Programa de Monitoreo

Muestreo de Flora

El procedimiento consistió en el establecimiento de Parcelas Modificadas de Whittaker o "PMW" (Stohlgren et al., 1995), como unidad de muestreo multi-estratificada en cada unidad de vegetación; registrando el número de individuos por especie, cobertura y altura. Las PMW, están subdivididas en diferentes cuadrantes o sub-parcelas adaptadas a evaluar cada una de las formas de vida (estratificación vertical: arbórea, arbustiva, herbácea).

La composición y riqueza de especies se determinó mediante el registro de especies en cada punto de evaluación y, dependiendo del caso (presencia de órganos reproductivos o especie desconocida), se realizó la colecta de especímenes mediante el método convencional de Cerrate (1964). La abundancia relativa se determinó mediante el registro del número de individuos de una especie, frente al esfuerzo de muestreo realizado.

Muestreo de Aves

La evaluación de avifauna se realizó mediante el método de puntos de conteo, que consistió en establecer 6 puntos fijos de observación ubicados al azar y separados entre sí aproximadamente 100 m en cada estación de monitoreo (11 estaciones) y 4 puntos fijos en 2 estaciones de monitoreo, haciendo un total de 74 puntos fijos de conteo. La evaluación en general empezó a las 06:00 a.m. y terminó a las 04:00 p.m. El tiempo de muestreo de aves en cada punto de conteo fue de 10 minutos; registrando las especies avistadas y/o escuchadas.

Muestreo de Mamíferos

Para la evaluación de mamíferos menores no voladores se utilizó el método de parcelas de captura, para lo cual se realizó un muestreo diferenciando entre parcelas de monitoreo solamente de mamíferos (1 unidad), áreas intervenidas (5 unidades) y parcelas de áreas control (5 unidades); con dimensiones de 100 x 50 m. Cada parcela fue ubicada específicamente en una unidad de vegetación definida, y dentro se instalaron 2 líneas simples con 20 estaciones de trampas Sherman para captura de individuos vivos. El espacio entre cada estación conteniendo una trampa fue de 10 m, formando un total de 40 trampas de captura por parcela por noche. Cada trampa fue cebada e instalada en las parcelas durante la mañana/tarde y a la mañana siguiente fue el momento en el que se verificaban las capturas logradas.

Para la evaluación de mamíferos mayores se empleó el método de recorrido de transectos lineales, para lo cual se realizaron caminatas georreferenciadas de 600 a 1000 m de longitud en promedio en las cercanías de cada una de las parcelas evaluadas. Durante los recorridos, se realizó avistamientos directos de especies presentes y se realizó la inspección del terreno en busca de indicios (pelos, huellas, dormideros, restos alimenticios), que aporten datos sobre la presencia de especies crípticas.

Muestreo de Anfibios y Reptiles

Para la evaluación de la herpetofauna se utilizó el método de Muestreo por Encuentro Visual o "VES" (Kenneth, 2009), para lo cual se realizó búsquedas por caminatas libres, adaptándose a la fisiografía del terreno, de preferencia dentro de un solo tipo de formación vegetal por un mismo intervalo de tiempo (Manzanilla y Péfaur, 2000; Heyer, 1994), registrando datos como hora de avistamiento, fecha, número de individuos, especie, sector, estación de muestreo, datos del clima y fotografías. Este método permite maximizar la búsqueda en los microhábitats dispersos dentro del área de evaluación, teniendo mayor posibilidad de avistamiento de reptiles y anfibios.

Muestreo de Artrópodos

Para la evaluación de los artrópodos se aplicaron tres metodologías: Trampas de Caída Pitfall, Instalación de Bandejas amarillas y Captura con Red Entomológica.

El método de Trampas de Caída Pitfall consiste en la instalación de un recipiente de plástico de 1 litro de capacidad enterrado al nivel del suelo, en cuyo interior se depositan aproximadamente 400 cc de agua más detergente. Estas trampas permiten la caracterización trófica de los artrópodos en categorías de saprófagos, coprófagos, necrófagos, generalistas y especialistas. En cada punto de muestreo se

realizó un esfuerzo de 20 trampas con una separación de diez metros y con tiempo de exposición de 48 horas.

El método de Instalación de Bandejas Amarillas consiste en instalar cuatro bandejas amarillas por unidad de muestreo, a las que se les adicionó agua con detergente líquido hasta un centímetro de profundidad, para romper la tensión superficial y evitar que se escapen los insectos. Estas bandejas fueron expuestas por 48 horas, y se colectó en bolsas de polipropileno llenas con alcohol de 96% debidamente rotuladas.

El método de Captura con Red Entomológica consiste en la captura de forma manual los especímenes posados o en vuelo, mediante la agitación y bandeado de la red por un tiempo aproximado de media hora.

Mayores detalles de los métodos de colecta de flora y fauna terrestres utilizados en los monitoreos de los periodos 2017 y 2018 se presentan en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.1, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre*.

Muestreo de la Biota Acuática

A continuación, se describen las metodologías empleadas para los muestreos de las comunidades hidrobiológicas (plancton, perifiton, bentos y peces) durante la línea base 2017-2018 (Stantec, I MEIA) y el programa de monitoreo de biodiversidad acuática.

Línea base 2017-2018

Muestreo de Fitoplancton y Zooplancton

Para recolectar la comunidad del plancton (fitoplancton y zooplancton), en cada estación de muestreo se filtró 40 litros de agua con una red estándar de plancton de 20 micras de poro. La muestra se trasvasó a un frasco de 350 ml donde fue fijado con formalina al 5% para su posterior envío e identificación en el laboratorio. La identificación taxonómica se realizó en el departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la UNMSM, con la ayuda de claves especializadas.

Muestreo de Perifiton

Por cada estación de muestreo se recogieron dos muestras en un área de piedra o roca de 5 x 5 cm². Siempre que fue posible, las rocas fueron de diámetros entre 15 y 20 cm, sumergidas entre 20 y 30 cm, teniendo cuidado que no queden expuestas a las variaciones en el caudal. En cada sustrato se colectó la muestra utilizando un cuchillo o espátula; el área de 5 x 5 cm² fue luego limpiada con un cepillo dental y lavada con 100 mL de agua destilada, utilizando para ello un frasco lavador (o piceta) para retirar toda la capa de perifiton. Todo el recorte, limpieza y lavado será realizado en una bandeja. Posteriormente, el material colectado fue transferido a una botella de 250 mL y fijado con 5% de formol. La identificación de los individuos colectados se determinó al nivel taxonómico más específico posible; asimismo, se efectuó la cuantificación de los individuos en las muestras. La identificación taxonómica se realizó en el departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la UNMSM, con la ayuda de claves especializadas.

Muestreo de Bentos o Macroinvertebrados Bénticos

Para la colecta de macroinvertebrados bénticos se empleó una red Surber (malla plástica de 200 micras, fondo cuadrado de 30 x 30 cm²), removiendo y lavando preferentemente el sustrato duro del fondo del cuerpo de agua. Se colectó una muestra unificada de tres réplicas por estación de muestreo, con el fin de obtener mayor representatividad en los microhábitats presentes. El material bentónico fue recogido y transportado en frascos con una solución de alcohol al 70%. La identificación de los individuos colectados se determinó al nivel taxonómico más específico posible; asimismo, se efectuó la cuantificación de los individuos en las muestras. La identificación taxonómica se realizó en el departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la UNMSM.

Muestreo de Peces

La evaluación de peces se realizó mediante la técnica de electropesca, con la ayuda de un Electrofisher SUM con voltaje de salida de hasta 500 voltios, utilizándose para la captura redes de mano y red

chinchorro de 5 metros. La cuantificación de los especímenes colectados se realizó en términos de número de individuos capturados en el total de tiempo utilizado (segundos), estimándose la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE).

Los peces colectados fueron fijados en una solución de formol al 10%, preservado en alcohol al 70% y enviados al laboratorio para la identificación taxonómica respectiva. Los organismos identificados fueron depositados en custodia como parte de la colección de ictiología del Museo de Historia Natural de la UNMSM. Algunos ejemplares fueron conservados en cadena de frío para el posterior análisis de metales totales (incluido mercurio) de las muestras de tejido muscular en un laboratorio acreditado por INACAL.

Descripción del hábitat y parámetros de campo

Se realizó la caracterización de cada estación de muestreo que incluyó la medición de la morfometría de los ambientes lóticos evaluados, considerando parámetros como tipo de agua, transparencia, color aparente del agua, ancho del cauce, profundidad, pendiente, tipo de fondo y velocidad de corriente del curso de agua. De igual forma, se registró información cualitativa de vegetación ribereña predominante, cobertura vegetal, predominancia y tipos de microhábitats. Asimismo, se registraron algunos parámetros físico-químicos del agua *in situ* como temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica, utilizando un equipo multiparámetro.

Calidad de sedimento

El muestreo de calidad de sedimentos se realizó siguiendo el procedimiento de las guías elaboradas por la American Society for Testing and Materials (ASTM), por la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Para la colecta de sedimentos se utilizó espátulas de acero inoxidable, tomándose una muestra compuesta representativa de diferentes microhábitats del cuerpo de agua, en donde se haya acumulado el sedimento. Las muestras colectadas fueron preservadas para su posterior envío al laboratorio. Los parámetros de calidad considerados fueron el pH, materia orgánica, mercurio total y metales pesados (ICP-MS).

Programa de Monitoreo

Muestreo de Bentos o Macroinvertebrados Bénticos

Para la recolección de muestras de bentos se empleó una red surber de 30 cm x 30 cm con una abertura de malla de 300 micras. Se colectaron tres muestras (03 réplicas) con las que se formó una muestra única (compuesta). Cada una de las muestras compuestas (por punto de muestreo) fue colocada en envases plásticos de 500 ml, que fueron previamente rotulados. La fijación y preservación directa de las muestras se realizó con alcohol al 70% (Ortega et al., 2014) para luego ser transportados al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para su análisis respectivo.

Muestreo de Peces

La colecta de peces se realizó en horario diurno, empleándose un equipo de electropesca de la marca Halltech y una red de "arrastre" o "chinchorro" (de 10 m x 3 m y tamaño de malla de 4 mm) desde profundidades menores de 1.2 m y desde el centro del cuerpo de agua, dependiendo de la corriente y ancho del mismo. Las muestras ictiológicas se colocaron en recipientes plásticos que contenían una solución de formol al 10% para su fijación por un tiempo mínimo de 48 horas, pasando luego a ser enjuagadas con abundante agua para su identificación preliminar. Posteriormente, fueron envueltas en gasa de algodón empapada con alcohol al 70% y colocadas en bolsas plástico tipo Ziploc, para su transporte y a fin de no maltratar las escamas y aletas de los peces, según Ortega y colaboradores (Ortega et al., 2014).

No se incluyen las metodologías de colecta de plancton y perifiton dentro del Programa de Monitoreo, ya que estas comunidades hidrobiológicas no forman parte de los parámetros de evaluación del programa de monitoreo de vida acuática aprobado y vigente.

Descripción del hábitat y parámetros de campo

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) (USDA,

1998) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And) (Munné, Prat, Solá, Bonada, & Rieradevall, 2003), las que, además de generar información valiosa sobre la condición del hábitat fluvial o las riberas asociadas, generan un puntaje estandarizado a través del que se califica la condición del ambiente. Dicho puntaje permite realizar comparaciones de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

De igual forma, se registraron in situ parámetros de campo, que son de importancia para la conservación y preservación de la vida acuática, tales como oxígeno disuelto, temperatura, pH, conductividad eléctrica, caudal y velocidad del agua; utilizándose un equipo multiparámetro portátil y un correntómetro. Los procedimientos de medición de parámetros en campo en los cuerpos de agua estuvieron basados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

Calidad de sedimento

Los procedimientos de campo se desarrollaron en base a la "Guía para el monitoreo de sedimentos fluviales en movimiento" (ASTM International, 2013). Asimismo, el monitoreo, preservación, conservación y envío al laboratorio de las muestras de calidad de sedimentos se realizaron de acuerdo con las recomendaciones establecidas en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial (ANA, 2011). Los parámetros de calidad considerados fueron el mercurio total y metales pesados (ICP-MS).

Mayores detalles de los métodos de colecta de biota acuática utilizados en los monitoreos de los periodos 2017 y 2018 se presentan en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.2, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Acuática*.

3.3.2.4 Esfuerzo de Muestreo de la Biota Terrestre y Acuática

Esfuerzo de Muestreo para Biota Terrestre

La Tabla 3.3.2-6, *Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Terrestre*, muestra el esfuerzo de muestreo y el método que fueron utilizados para la evaluación de cada una de las comunidades biológicas durante la línea base 2017-2018 (Stantec, I MEIA) y el programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, principalmente del periodo 2017-2018 (ver Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.1, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre*).

Tabla 3.3.2-6 Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Terrestre

| Parámetro/Comunidad Terrestre | Método | Esfuerzo de Muestreo |
|---------------------------------------|---|--|
| Línea Base 2017-2018 (Stantec) | | |
| Flora | Evaluación por establecimiento de parcelas | Parcelas de 1 m ² (1m x 1m) para especies herbáceas y subarborescentes 3 Parcelas de 100 m ² (10m x 10m) para especies arbustivas |
| Aves | Evaluación mediante puntos de conteo | 10 puntos fijos de conteo separadas entre sí a una distancia de 200 m durante 10 minutos de observación, por cada estación de muestreo |
| Mamíferos Menores no Voladores | Captura con trampas en transectos | 100 trampas de captura noche (50 tipo Víctor y 50 tipo Sherman) por cada estación de muestreo |
| Mamíferos Menores Voladores | Captura con redes de niebla | 3 redes de niebla durante un lapso de 5 horas por cada estación de muestreo |
| Mamíferos Mayores | Recorrido en transectos lineales | Transecto de 1 km de longitud por cada estación de muestreo |
| Anfibios y Reptiles | Búsqueda por encuentro visual (VES) | 2 VES por cada estación de muestreo |
| Artrópodos | Trampas de caída o pitfall, captura con red entomológica y bandejas amarillas | 10 trampas pitfall noche en un transecto de 100 m por un periodo de 48 h Captura con redes por un periodo de 4 horas Bandejas en transectos por un periodo de 24 h |

| Parámetro/Comunidad Terrestre | Método | Esfuerzo de Muestreo |
|---|---|---|
| Programa de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre 2012-2018 (MYSRL) | | |
| Flora | Evaluación por establecimiento de parcelas modificadas de Whittaker o PMW | 20 sub-parcelas de 1 m ² cada una |
| Aves | Evaluación mediante puntos de conteo | 4-6 puntos fijos de conteo separadas entre sí a una distancia de 200 m durante 10 minutos de observación, por cada estación de muestreo |
| Mamíferos Menores no Voladores | Captura con trampas en parcelas | 40 trampas de captura noche por cada parcela permanente |
| Mamíferos Mayores | Recorrido en transectos lineales | Transecto de 0.6 a 1 km por de longitud cada estación de muestreo |
| Anfibios y Reptiles | Búsqueda por encuentro visual (VES) | 3 VES de 30 m por cada estación de muestreo |
| Artrópodos | Trampas de caída o pitfall, captura con red entomológica y bandejas amarillas | 20 trampas pitfall noche por un periodo de 48 h Captura con redes por un periodo de media hora 4 Bandejas por unidad de muestreo por un periodo de 48 h |

Esfuerzo de Muestreo para Biota Acuática

La Tabla 3.3.2-7, *Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Acuática*, muestra el esfuerzo de muestreo y el método que fueron utilizados para la evaluación de cada una de las comunidades hidrobiológicas durante la línea base 2017-2018 (Stantec, I MEIA) y el programa de monitoreo de biodiversidad acuática, principalmente del periodo 2017-2018 (ver Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.2, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Acuática*).

Tabla 3.3.2-7 Esfuerzo de Muestreo Empleado para la Evaluación de la Biota Acuática

| Parámetro/Comunidad Hidrobiológica | Método | Esfuerzo de Muestreo |
|--|--|---|
| Línea Base 2017-2018 (Stantec) | | |
| Parámetros de campo | Registro de temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica mediante equipo multiparámetro | 3 mediciones por estación de muestreo |
| Sedimento | Colecta de muestra de sedimentos superficiales según EPA (2001) | Una muestra compuesta por estación de muestreo, constituido de 3 submuestras (diferentes microhábitats) |
| Plancton | Filtrado de volumen de agua mediante red de plancton de 20 µ | Una muestra constituida por el filtrado de 40 L de agua |
| Perifiton | Raspado de diferentes sustratos (duros y blandos) mediante espátulas y cepillos | Dos muestras en un área de piedra o roca de 5x5 cm que dan un total de 50 cm ² |
| Bentos | Colecta de muestras con una red Surber con un marco de 0.30 x 0.30 m (área de 0.09 m ²) | Una muestra compuesta de 0.027 m ² de área, constituido de 3 submuestras o réplicas (diferentes microhábitats) |
| Necton (peces) | Colecta de muestras con equipo de electropesca | 100-200 segundos del equipo de electropesca en un tramo de 100 m |
| Programa de Monitoreo de Biodiversidad Acuática 2012-2018 (MYSRL) | | |
| Parámetros de campo | Registro de temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica mediante equipo multiparámetro, y de flujo mediante un correntómetro | 2-3 Mediciones por estación de muestreo |

| Parámetro/Comunidad Hidrobiológica | Método | Esfuerzo de Muestreo |
|------------------------------------|---|---|
| Sedimento | Colecta de muestra de sedimentos superficiales según EPA (2001) | Una muestra compuesta por estación de muestreo, constituido de 3 submuestras (diferentes microhábitats) |
| Bentos | Colecta de muestras con una red Surber con un marco de 0.30 x 0.30 m (área de 0.09 m ²) | Una muestra compuesta de 0.027 m ² de área, constituido de 3 submuestras o réplicas (diferentes microhábitats) |
| Necton (peces) | Colecta de muestras con equipo de electropesca y una red de arrastre | 100-200 segundos del equipo de electropesca en un tramo de 100 m |

3.3.3 Caracterización de Flora y Fauna Terrestre

La línea base de la flora y fauna terrestre de la II MEIA Yanacocha presenta información obtenida en las estaciones que forman parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL (periodo 2012-2018), así como información complementaria obtenida en dos eventos de muestreo efectuados por Stantec (2017 y 2018). Ver la Tabla 3.3.3-1, *Fuentes de Información para la Caracterización de Flora y Fauna Terrestre, Periodo 2012-2018*.

Con respecto al programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL, se ha utilizado la información proveniente del periodo 2012-2018, porque brinda información biológica completa (cualitativa y cuantitativa), estacional (épocas húmeda y seca), suficiente (información correspondiente a siete años) y detallada de la vegetación representativa y predominante del área de estudio, la cual corresponde al pajonal altoandino de Jalca. El diseño del programa de monitoreo biológico sigue un enfoque de subcuenca, puesto que el área del Proyecto se ubica en la cabecera de cuatro subcuencas: Quebrada Honda, río Rejo, río Chonta y río Grande. Así, se establecieron estaciones en la subcuenca de la Quebrada Honda (MMan, MMco), en la subcuenca del río Rejo (YAn, YAc, CNan, CNco), en la subcuenca del río Chonta (SJan, SJco) y en la subcuenca del río Grande (RGan, RGco).

Desde el 2006 hasta el 2016 se contaba con catorce estaciones de monitoreo: CNan y CNco (ambas ubicadas en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo); YAn y YAc (ambas ubicadas en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo); RGan y RGco (ambas ubicadas en el sector La Quinoa, en la Subcuenca del Río Grande); SJan y SJco (ambas ubicadas en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre); HUan y HUco (ambas ubicadas en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre); ARan y ARco (ambas ubicadas en el sector Amacocha, en la Subcuenca del Río Azufre); y finalmente, las estaciones MMan y MMco (ambas ubicadas en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda).

Sin embargo, en el año 2017 dejaron de ser evaluadas las estaciones ubicadas en los sectores Huáscar y Amacocha (HUan y HUco en el Sector Huáscar; ARan y ARco en el Sector Amacocha); y fueron añadidas ocho estaciones para el seguimiento y control del humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui: MM-FI27 (flora); AA96, AA97 y AA98 (aves); MM-Mm13 (mamíferos); MM-He26 VES1, MM-He26 VES2 y MM-He26 VES3 (anfibios y reptiles). Estas estaciones de seguimiento y control fueron incorporadas en el plan de monitoreo ambiental del último Instrumento de Gestión Ambiental aprobado, concerniente al sector Yanacocha Este (Quinta Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado EIAd – Categoría III Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este, INSIDE, 2016).

Con respecto a la información biológica complementaria obtenida por Stantec, se ha utilizado la información biológica obtenida en dos eventos de muestreo efectuados por Stantec en los años 2017 y 2018. Estos eventos de muestreo complementarios tuvieron el objetivo de caracterizar además de la vegetación predominante, que es el pajonal altoandino de Jalca (13.75%), otras formaciones vegetales presentes en el área de estudio, pero que se encuentran en mucho menor proporción, como los matorrales (2.19%) y los humedales altoandinos (1.78%). Los resultados de la riqueza, cobertura, abundancia y diversidad obtenidos por estación de muestreo y por formación vegetal tanto en la época seca (setiembre, 2017) como en la época húmeda (enero, 2018) fueron anexados en la I MEIA.

En conclusión, la sección de línea base biológica terrestre presentada en la II MEIA Yanacocha basada en la información obtenida en las estaciones que forman parte del programa de monitoreo biológico (periodo 2012-2018) y en la información complementaria obtenida en los dos eventos de muestreo efectuados por Stantec (2017 y 2018), cumple cabalmente con los requerimientos exigidos en los términos de referencia comunes aplicables al proyecto (Resolución Ministerial N°116-2015-MEM/DM) porque presenta un análisis de riqueza, cobertura, abundancia y diversidad de la vegetación natural en el área de estudio, porque

presenta información estacional (en épocas húmeda y seca) y porque presenta suficiente información del periodo 2012-2018 (7 años), aun cuando los "Términos de referencia comunes aplicables al proyecto" (R.M. N° 116-2015-MEM/DM) para una línea base no exige un análisis a lo largo del tiempo, más sí exige una caracterización que corresponda como mínimo a un año.

Por otro lado, es preciso señalar que los informes generados tras los eventos realizados como parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre de MYSRL durante el periodo 2012-2017; al igual que los informes generados tras los eventos de muestreo realizados por Stantec en setiembre del 2017 (época seca) y en enero del 2018 (época húmeda) fueron anexados en su momento en los Instrumentos de Gestión Ambiental del Proyecto aprobados. Únicamente los informes de los eventos de muestreo biológico realizados en los años 2017 (época seca) y 2018 (épocas seca y húmeda) como parte del Programa de Monitoreo de MYRSL serán anexados a la II MEIA porque con la información proveniente de estos informes se ha actualizado y complementado esta sección. Por tanto, la presente sección incluye únicamente un resumen de los resultados obtenidos en estos eventos (composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de flora y fauna terrestre).

En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna efectuados en el periodo 2012-2018.

Tabla 3.3.3-1 Fuentes de Información para la Caracterización de Flora y Fauna Terrestre, Periodo 2012-2018

| Consultora | Año del Evento de Muestreo | Estacionalidad/Fecha del Evento de Muestreo | Estaciones de Muestreo Biológico |
|-------------------------|----------------------------|---|--|
| AMEC Perú | 2012 | Época Seca / Agosto del 2012 | <p>Programa de Monitoreo de la Biodiversidad Terrestre (MYSRL)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CNan (sector Cerro Negro) • CNco (sector Cerro Negro) • YAn (sector Yanacocha) • YAc (sector Yanacocha) • RGan (sector La Quinua) • RGco (sector La Quinua) • SJan (sector San José) • SJco (sector San José) • HUan (sector Huáscar)* • HUco (sector Huáscar)* • ARan (sector Amacocha)* • ARco (sector Amacocha)* • MMan (sector Maqui Maqui) • MMco (sector Maqui Maqui) <p>Programa de Monitoreo del Humedal Altoandino del Sector Maqui Maqui</p> <ul style="list-style-type: none"> • MM-FI27 (flora) • AA96 (aves) • AA97 (aves) • AA98 (aves) • MM-Mm13 (mamíferos) • MM-He26 VES1 (anfibios y reptiles) • MM-He26 VES2 ((anfibios y reptiles) • MM-He26 VES3 (anfibios y reptiles). |
| Consultoría Carranza | 2013 | Época Húmeda / Diciembre a Enero del 2013 | |
| JJR Servicios Generales | 2014 | Época Húmeda / Diciembre a Enero del 2014 | |
| JJR Servicios Generales | 2014 | Época Seca / Octubre del 2014 | |
| INSIDEO | 2015 | Época Húmeda / Mayo del 2015 | |
| INSIDEO | 2015 | Época Seca / Agosto del 2015 | |
| FCISA | 2016 | Época Húmeda / Mayo del 2016 | |
| FCISA | 2016 | Época Seca / Agosto a Octubre del 2016 | |
| FCISA | 2017 | Época Húmeda / Junio a Julio del 2017 | |
| FCISA | 2017 | Época Seca / Setiembre del 2017 | |
| JJR Servicios Generales | 2018 | Época Húmeda / Mayo del 2018 | |
| JJR Servicios Generales | 2018 | Época Seca / Agosto-Setiembre del 2018 | |

| Consultora | Año del Evento de Muestreo | Estacionalidad/Fecha del Evento de Muestreo | Estaciones de Muestreo Biológico |
|--|----------------------------|---|---|
| STANTEC | 2017 | Época Seca / Setiembre del 2017 | Evento de Muestreo Línea Base I MEIA Yanacocha <ul style="list-style-type: none"> • BT-01 (sector La Pajuela / Quebrada Shillamayo) • BT-02 (parte baja de la Quebrada Corral Blanco) • BT-03 (Quebrada Encajón) • BT-04 (Quebrada Pampa Larga) • BT-05 (Laguna Totorá) • BT-06 (sector Cerro Negro) • BT-07 (Dique Rejo) |
| STANTEC | 2018 | Época Húmeda / Enero del 2018 | |
| Nota: *Las estaciones ubicadas en los sectores Huáscar y Arnacocha no fueron evaluadas en el año 2017; y ya no serán evaluadas de ahora en adelante. | | | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Por otro lado, en toda la sección de flora y fauna terrestre se emplea el término "área de estudio", el cual hace referencia al área de estudio para el componente biológico la cual ha sido definida para el muestreo de la biota terrestre, y corresponde a una extensión de 11,532.60 hectáreas. Dicha área está delineada de color verde en las siguientes figuras:

- Figura 3.3.1-2, *Ecosistemas en el Área de Estudio*;
- Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*; y
- Figura 3.3.2-1, *Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre*.

Cabe aclarar que la caracterización cualitativa y cuantitativa sólo se realiza en la vegetación natural o silvestre y no en la vegetación antrópica.

3.3.3.1 Flora Terrestre

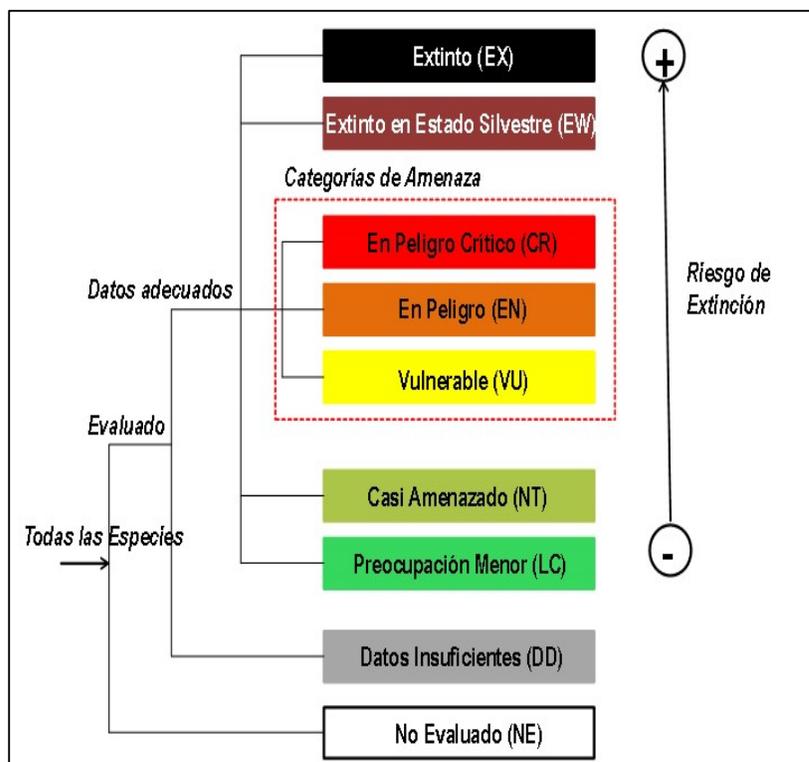
En términos generales, esta subsección incluye la descripción de las zonas de vida y las unidades de vegetación presentes, así como, la caracterización cualitativa y cuantitativa de la flora terrestre en el área de estudio. Finalmente, se incluye listados de plantas que fueron registradas en el área de estudio y que son endémicas del Perú; que están protegidas, ya sea por el Estado Peruano (DS N° 043-2006-AG) o por organizaciones internacionales (IUCN y CITES); que son introducidas o exóticas; y que tienen importancia socioambiental.

En cuanto a las especies de flora protegidas, a nivel Nacional, se ha revisado la "Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre", aprobada mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG de la Legislación Peruana; y a nivel Internacional, se ha revisado la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2), y los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), en vigor a partir del 28 de agosto de 2020. Así, se verificó si alguno de los registros obtenidos en los eventos de muestreo realizados entre el 2012 y el 2018 está incluido en alguna de estas listas.

- a) *Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre en el Perú*: Es un listado de setecientos setenta y siete especies de flora distribuidas en diversas categorías, tales como En Peligro Crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (Vu) y Casi Amenazada (NT). Este listado surgió como resultado de un proceso abierto y participativo a nivel Nacional, que tiene como base los criterios y las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).
- b) *Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN*: Es un sistema que proporciona información global del estado de conservación de las plantas y animales, así como también de la tendencia de su población y de las principales amenazas para las especies. La estructura de las categorías establecidas por la IUCN es mostrada en el Gráfico 3.3.3-1, *Estructura de las Categorías Establecidas por la IUCN*. Únicamente los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR) y Vulnerable (Vu) son considerados como "amenazados".

Este sistema está diseñado para determinar el riesgo relativo de extinción, y el principal propósito de la Lista Roja de la IUCN es catalogar y resaltar aquellas plantas y animales que están enfrentando un mayor riesgo de extinción global (es decir, aquellas especies listadas como En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable). La Lista Roja de la IUCN además incluye información de plantas, hongos y animales que están categorizados como Extintos o Extintos en la Naturaleza; de aquellos taxones que no pueden ser evaluados debido a información insuficiente (es decir, Deficientes en Datos); y de las plantas, hongos y animales que están muy cerca de cubrir los umbrales de amenaza o que estarían amenazados si no fuese por la ejecución de un programa de conservación específico del taxón, y por esa razón, se les denomina como Casi Amenazados (IUCN, 2020-2).

Gráfico 3.3.3-1 Estructura de las Categorías Establecidas por la IUCN



c) *Apéndices de la CITES* (siglas de "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora"). Estos apéndices agrupan aproximadamente 5,000 especies de animales y 28,000 especies de plantas, según el grado de amenaza que posean debido al comercio internacional. La CITES considera tres apéndices: I, II y III, los cuales enlistan especies que representan diferentes niveles o tipos de protección respecto a la sobre-explotación. En seguida, se presenta una breve descripción de lo que abarca cada uno de estos apéndices.

- El Apéndice I incluye las especies que se encuentran en peligro, entre los animales y plantas considerados por la CITES. Estas especies están amenazadas de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de estas especies, excepto cuando el propósito del importe no sea el comercial, por ejemplo, con fines de investigación científica. En estos casos excepcionales, el comercio es autorizado por el otorgamiento de un permiso de importación y exportación, o un certificado de re-exportación (CITES, 2020).
- El Apéndice II enlista especies que no necesariamente se encuentran amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo si no se controla estrictamente su comercio. También incluye a las llamadas "especies parecidas"; es decir, aquellas especies cuyos especímenes en el comercio se parecen a aquellos de las especies enlistadas por razones de conservación. El comercio internacional de especímenes de las especies del Apéndice II podría ser autorizado por el otorgamiento de un permiso de exportación o certificado de re-exportación. Ningún permiso de importación es necesario para estas especies (aunque en algunos países que adoptan medidas más estrictas que la CITES requieren de un permiso).

Los permisos o certificados deberían otorgarse únicamente si las autoridades relevantes determinan que ciertas condiciones se están cumpliendo, y por encima de todo, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de las especies en los ecosistemas (CITES, 2020).

- El Apéndice III es una lista de especies incluidas a solicitud de un Miembro de la CITES que ya regula el comercio de las especies y que necesita la cooperación de otros países para prevenir la explotación ilegal e insostenible. El comercio internacional de los especímenes de especies enlistadas en este apéndice es permitido únicamente presentando los permisos o certificados apropiados (CITES, 2020).

En cuanto a las especies registradas en el área de estudio que son endémicas del Perú, se ha revisado el *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú* (León et al., 2006). Este libro comprende una actualización de los taxones indicados como endemismos en Brako y Zarucchi (1993). Cuarenta y tres personas colaboraron y reunieron información durante treinta meses, entre los años 2003 y 2005, de los taxones potencialmente endémicos descritos principalmente después del año 1993, de interés para el libro en mención (Ulloa et al., 2004; Smith et al., 2005).

Zonas de Vida

Según la clasificación propuesta por Holdridge (INRENA, 1994), el área de estudio está conformada por cuatro zonas de vida, las cuales son descritas a continuación:

Bosque húmedo - Montano Tropical (bh-MT)

Se distribuye entre los 3,500 y 3,900 msnm. Posee un clima húmedo - templado frío, con biotemperatura media anual entre 6 °C y 8 °C; y la precipitación pluvial total, con un promedio anual de entre 500 y 700 milímetros. La cubierta vegetal que caracteriza a esta formación ecológica es la presencia del "chocho" o tarhui. En las partes más altas se observa la existencia de pastos naturales altoandinos. Entre las especies forestales se puede distinguir el "quinual" *Polylepis sp.* y el "mutuy" *Senna sp.* En esta zona de vida, la agricultura de secano se desarrolla casi con óptimas condiciones hídricas, siendo más bien factor limitante los cambios bruscos de temperatura. En esta zona se siembra papa, habas, alverja y cultivos nativos altoandinos como oca, mashua y olluco. Las especies características de esta zona y que fueron registradas en el área de estudio son *Polylepis racemosa*, *Lupinus sp.* y *Calamagrostis tarmensis*.

Bosque muy húmedo - Montano Tropical (bmh-MT)

Se distribuye entre los 2,900 y 3,900 msnm, y en las inmediaciones del área de influencia del proyecto se encuentra entre los 3,600 y 3,900 msnm. Posee un clima perhúmedo - templado frío, con una biotemperatura media anual de entre 6 °C y 12 °C; y la precipitación pluvial total, con un promedio anual variable de entre 900 y 1,800 milímetros. En la cubierta vegetal natural de esta zona de vida predominan especies de gramíneas de los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y *Festuca*, constituyendo praderas de pastos naturales altoandinos, donde además se puede observar la presencia del "chinchango" *Hypericum laricifolium*, especie indicadora y típica de esta zona de vida. Las especies características de esta zona y que fueron registradas en el área de estudio son *Cortaderia sericantha*, *Gynoxys spp.* y *Brachyotum longisepalum*.

Páramo muy húmedo - Subalpino Tropical (pmh-SaT)

Se distribuye entre los 3,900 y los 4,500 msnm. La vegetación en el área de estudio está constituida por gramíneas tales como *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa brachyphylla*, *Stipa inconspicua*, *Bromus catharticus*, *Bromus lanatus*, *Agrostis breviculmis*, *Poa annua*, *Poa tuberosum*, entre otras. Esta zona de vida posee condiciones de humedad del tipo perhúmedo, con una biotemperatura media anual entre 4.6 °C y 6.9 °C; y una precipitación pluvial total, promedio anual entre 584 y 1,255 milímetros. El suelo está conformado por suelos delgados y suelos orgánicos.

Tundra pluvial - Alpino Tropical (tp-AT)

Se distribuye sobre el páramo pluvial- subalpino tropical, entre los 4,300 y 4,500 msnm, en la región de la sierra. Posee un clima superhúmedo - muy frío, con una biotemperatura media anual de entre 1.5 °C y 3 °C; y la precipitación pluvial total, con un promedio anual variable desde 500 hasta 1,000 milímetros. La cubierta vegetal es más abundante y florísticamente diversificada con relación a las otras tundras, tales como la tundra húmeda y la tundra muy húmeda. Además de las matas gramíneas, plantas

arrosetadas y plantas de porte almohadillado, se observa la presencia de *Distichia muscoides*, la cual forma almohadillas convexas que crecen continuamente, y sus raíces más profundas se van convirtiendo en lo que comúnmente se denomina turba. En esta zona de vida también es posible observar la existencia de líquenes y musgos en altitudes superiores, hasta sobrepasar los 4,400 msnm.

Las tierras de esta zona de vida son utilizadas para el pastoreo trashumante, y tienen una amplia capacidad de carga animal, sin causar pérdidas cuantitativas y cualitativas del recurso. Las especies características de esta zona y que fueron registradas en el área de estudio son *Loricaria ferruginea*, *Werneria nubigena* y *Distichia spp.*

Unidades de Vegetación

De acuerdo con la nomenclatura y clasificación provista por el MINAM sobre los diferentes tipos de unidades de vegetación existentes en el Perú (Mapa de Cobertura Vegetal del Perú - Memoria Descriptiva, MINAM 2015), en el área de estudio de la II MEIA Yanacocha se ha identificado tres tipos de unidades de vegetación o cobertura vegetal natural: *Pajonal Andino*, *Humedal Altoandino* y *Matorral Arbustivo* (ver Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*). Asimismo, se ha identificado tres tipos de unidades de vegetación antrópica, que corresponden a *Agricultura Andina*, *Plantación Forestal* y *Área Revegetada*. La Tabla 3.3.3-2, *Unidades de Vegetación (Cobertura Vegetal) en el Área de Estudio*, muestra el área y el porcentaje (en relación con el área de estudio) de las unidades de vegetación o tipos de cobertura vegetal presentes en el área de estudio de la II MEIA Yanacocha, así también muestra la superficie a ser intervenida de cada una de ellas.

Cabe precisar que el mapa de unidades de vegetación de la II MEIA (ver Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*) ha sido elaborado a una escala de 1:20,000 utilizando una imagen satelital de alta resolución multispectral del 2019, y validada con información de campo (delimitación y composición florística de las unidades) de los muestreos complementario y de los monitoreos del 2027 y 2018 como parte de la línea base biológica de la I MEIA (2019); considerando de manera referencial las definiciones y delimitaciones de las unidades de vegetación descritas en la Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM 2015). La identificación de las unidades de vegetación se basa en la información biológica que proviene de los diversos muestreos que se han efectuado en el área del proyecto desde hace muchos años y que caracterizan consistente y fehacientemente la biota presente en el área del Proyecto.

En términos generales, los resultados obtenidos en estos eventos de muestreo biológico muestran una predominancia de las familias Asteraceae y Poaceae y en cuanto al hábito de crecimiento, existe una predominancia de especies de tipo herbáceo, que en conjunto denotan a una unidad de vegetación de pajonal. En el área de estudio del Proyecto, el pajonal andino representa el 13.78%. En cuanto a la vegetación natural en el área de estudio, el pajonal andino es la unidad de vegetación más representativa y que podría tener algunas variantes según la predominancia de especies.

Una de las variantes del pajonal andino es el subtipo "pajonal", que presenta una altura de hasta 80 cm, donde se observan las siguientes especies: *Calamagrostis tarmensis*, *Festuca glyceriantha*, *Paspalum bonplandianum*, *Loricaria ferruginea*, entre otras. Otra variante es el subtipo "césped", que presenta una altura de hasta 15 cm, donde predominan especies en forma de cojines o almohadillas, planos o convexas, como: *Aciachne pulvinata*, *Aciachne acicularis* y poáceas como *Calamagrostis vicunarum*, *Agrostis breviculmis*, *Dissanthelium macusaniense*, entre otras.

En mucha menor proporción, se han registrado zonas de humedales altoandinos (1.78%) y zonas de matorrales (2.20%) dentro del área de estudio. En la zona de humedales altoandinos se observa la predominancia de las familias Cyperaceae y Poaceae, donde las principales especies registradas fueron: *Carex pichinchensis*, *Calamagrostis tarmensis*, *Distichia spp.*, *Aa spp.*, *Plantago tubulosa*, entre otras. En las zonas de matorrales se observa la predominancia de especies arbustivas como las asteráceas de los géneros *Gynoxys*, *Baccharis*, *Senecio*, entre otras; las melastomatáceas del género *Brachyotum*; las fabáceas del género *Lupinus*, entre otras.

En forma complementaria, debe considerarse que Yanacocha cuenta con un registro histórico de flora de su programa de monitoreo de más de 10 años, así como la delimitación y composición de las coberturas vegetales identificadas previamente en líneas base ambientales de IGAs aprobados, y como parte de ese historial se ha mantenido las unidades de vegetación de pajonal andino, humedal andino, matorral arbustivo, y otras coberturas como el roquedal, entre otros. Sin embargo, existe la posibilidad de que algún sector o parche presente características específicas de Jalca u otra vegetación de acuerdo con la descripción del MINAM (2015), siendo predominante en el área de estudio la unidad de

pajonal andino; por lo que, Yanacocha plantea mantener las unidades de vegetación ya identificadas a través de sus programas de monitoreos e IGA previos, a excepción de ajustar la denominación de roquedal por Área altoandina con escasa y sin vegetación (MINAM, 2015).

Por otro lado, cabe indicar que las áreas de cobertura vegetal a ser desbrozadas o intervenidas han sido estimadas considerando el diseño o configuración final de cada uno de los componentes mineros de la II MEIA (ampliaciones propuestas). Por ello, cabe precisar que algunos componentes propuestos de la II MEIA no presentan desbroce, ya que se encuentran sobre área operativa (intervenida), área aprobada o sobre tipos de suelo que no presentan suelo orgánico, tales como: el tajo Chaquicocha etapa 3, el Depósito de desmonte relleno del tajo (Backfill) Carachugo - etapa 3, el Depósito de desmonte relleno del tajo (Backfill) La Quinua 2 – etapa 2 y el depósito de relaves Pampa Larga. Al respecto, sólo se ha previsto el desbroce para los siguientes componentes: el Depósito de Desmonte - Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo – Etapa 3, el Depósito de Desmonte Mirador, la Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A y la Infraestructura del SIMA.

De igual forma, cabe precisar que la denominación de "Centro minero" en la Tabla 3.3.3-2, *Unidades de Vegetación (Cobertura Vegetal) en el Área de Estudio*, se refiere a las Áreas Intervenidas dentro del área de estudio, que incluye las áreas disturbadas por las operaciones mineras, a las áreas ocupadas por los actuales componentes mineros, así como, a las áreas ocupadas por los componentes aprobados en los estudios ambientales anteriores. Con respecto a los roquedales o afloramientos rocosos presentes en el área de estudio, cabe resaltar que han sido considerado como un tipo de cobertura denominada Área altoandina con escasa y sin vegetación, dentro de las unidades de vegetación identificadas.

Tabla 3.3.3-2 Unidades de Vegetación (Cobertura Vegetal) en el Área de Estudio

| Cobertura Vegetal/Hábitat | | Superficie (ha) | %* | Superficie a Intervenir (ha) |
|--|---|------------------|---------------|------------------------------|
| N° | Cobertura Vegetal Natural/Hábitat | | | |
| 1 | Pajonal Andino | 1,585.83 | 13.75 | 0.86 |
| 2 | Humedal Altoandino | 205.00 | 1.78 | - |
| 3 | Matorral Arbustivo | 252.77 | 2.19 | 0.07 |
| N° | Cobertura Vegetal Antrópica/Hábitat | | | |
| 1 | Agricultura Andina | 363.30 | 3.15 | - |
| 2 | Plantación Forestal | 534.66 | 4.64 | 0.03 |
| 3 | Áreas Revegetadas | 653.04 | 5.66 | 22.16 |
| N° | Otras coberturas o hábitats | | | |
| 1 | Área altoandina con escasa y sin vegetación** | 3,008.14 | 26.09 | 10.76 |
| 2 | Cursos y Cuerpos de Agua (Ríos y Lagunas) | 26.9 | 0.23 | - |
| 3 | Diques*** | 14.18 | 0.12 | - |
| 4 | Centro minero**** | 4,888.78 | 42.39 | 20.32 |
| TOTAL | | 11,532.60 | 100.00 | 54.20 |
| Nota: | | | | |
| * Corresponde al porcentaje de la superficie de cada cobertura vegetal y/o hábitat respecto a la superficie total del área de estudio | | | | |
| ** Corresponde al roquedal que pueda presentar una escasa vegetación (especies de pajonal andino) | | | | |
| *** Corresponde a los diques Río Grande, Río Rejo, Río Azufre | | | | |
| **** Corresponde a las Áreas intervenidas, las cuales incluyen las áreas disturbadas por las operaciones mineras, a las áreas ocupadas por los actuales componentes mineros, así como a las áreas ocupadas por los componentes aprobados en estudios ambientales anteriores. | | | | |
| Elaborado por: Stantec, 2020. | | | | |

Respecto a las áreas revegetadas se debe tener en cuenta que en la Figura 3.3.3-1 se muestran las superficies de las áreas revegetadas distribuidas en el área de estudio incluyendo áreas aprobadas y áreas donde se implementarán los componentes propuestos. Sin embargo, cabe resaltar que no todas estas áreas revegetadas que se muestran en la presente sección de línea base son consideradas en la evaluación de impactos ni en la descripción de proyecto, debido a que los parches que se distribuyen sobre áreas aprobadas como en el caso del depósito de relaves Pampa Parga, ubicado sobre un área aprobada de la pila de lixiviación Carachugo en la I MEIA Yanacocha, y componentes en operación como es el caso del relleno del tajo (Backfill) Carachugo – etapa 3, no forman parte de los sectores a ser modificados en esta II MEIA, ya que el retiro de esas áreas revegetadas, posterior a su cierre progresivo, ya han sido evaluadas en IGAs previos como son SYE III (III Modificación EIA Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este, SYE IV (IV Modificación EIA Ampliación del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este), SYE V (Quinta Modificación de EIA Suplementario Yanacocha Este) y MEIA Yanacocha I Modificación del EIA Yanacocha), entre otros. Por consiguiente, no se considera conveniente realizar nuevamente una evaluación del retiro de cobertura vegetal y afectación de hábitat en estos sectores aprobados. Al respecto, en la Tabla 5.4.2-1, Relación de IGA Aprobados para Componentes Mineros con Áreas Revegetadas (ver Subsección 5.4.2.1 Impactos en la Biotas Terrestre en la Sección 5, Caracterización de Impactos Ambientales del Proyecto), se muestra la relación y resolución de estos IGA aprobados y vinculados a las áreas revegetadas que se emplazan en los sectores aprobados de componentes en operación, y que no han sido parte de la evaluación de impactos.

De igual forma, en la Subsección 5.4.2.1 *Impactos en la Biotas terrestre*, como parte de la descripción del Impacto ET-1: *Pérdida de Cobertura Vegetal*, se incluye el detalle del número de hectáreas de las áreas nuevas que serán intervenidas como parte de la implementación de los componentes propuestos en la II MEIA Yanacocha. Se ha previsto la ocurrencia de este impacto sólo en la etapa de construcción del Proyecto, como consecuencia del desbroce o retiro de cobertura vegetal (áreas naturales y rehabilitadas, y otros hábitats) y también el retiro del suelo orgánico para los siguientes componentes: el Depósito de Desmonte - Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo – Etapa 3, el Depósito de Desmonte Mirador, Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A y la Infraestructura del SIMA (Poza La Quinua SWP2 y Poza DCP 1 - Poza Yajayri). El resto de los componentes no presentarán modificaciones en sus configuraciones o huellas aprobadas como parte de la I MEIA Yanacocha, o se encuentran sobre áreas aprobadas o áreas intervenidas.

Finalmente, según el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú - Memoria Descriptiva del MINAM (2015), el área de estudio muestra únicamente dos unidades de vegetación: el pajonal andino y la plantación forestal. Al respecto, es preciso indicar que el Mapa de Cobertura Vegetal del MINAM fue elaborado a una escala mayor (1: 100,000) y que, la actualización de la delimitación de las seis unidades de vegetación (cobertura vegetal natural y antrópica), mencionadas en la Tabla 3.3.3-2, *Unidades de Vegetación en el Área de Estudio*, se hizo en base a una imagen satelital de alta resolución multispectral (0,50 metros) con fecha de toma del 04 de Abril del 2019. Así también, se tomó en cuenta la información biológica (tipo de cobertura vegetal) levantada en campo por Stantec durante dos eventos de muestreo (época seca 2017 y época húmeda 2018), como parte de la I MEIA Yanacocha.

La nomenclatura y denominaciones de las unidades de vegetación identificadas, a excepción del humedal altoandino y del área revegetada, coinciden con las presentadas en la memoria descriptiva del MINAM (2015). Si bien el humedal altoandino no está descrito en la memoria descriptiva, sí está presente en el área de estudio y se le considera una unidad de vegetación, así como un ecosistema altoandino.

A continuación, se describe cada tipo de cobertura vegetal (natural y antrópica) identificada en el área de estudio.

Cobertura Vegetal Natural

Pajonal Andino

Esta unidad de vegetación presenta una superficie de 1,585.83 ha (13.75%) en el área de estudio, que representa la unidad más representativa. Está conformada mayormente por herbazales, ubicados en la porción superior de la Cordillera de los Andes, aproximadamente entre los 3,800 y 4,800 m.s.n.m. La Foto 3.3.3-1, *Pajonal Andino*, muestra una imagen de esta unidad de vegetación en el área de estudio. El pajonal andino se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos, como en las altiplanicies, hasta empinados o escarpados, en las depresiones y fondos de los valles glaciares. El pajonal andino podría tener algunas variantes según la predominancia de especies, tales como el subtipo "pajonal", que se presenta en alturas de hasta 80 cm de alto, y donde se observan las siguientes especies: *Calamagrostis*

tarmensis, *Festuca glyceriantha*, *Paspalum bonplandianum*, *Loricaria ferruginea*, entre otras. Otra variante es el subtipo "césped", en el que predominan las familias *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Umbelliferae*, entre otras, siendo las especies más abundantes: *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis vicunarium*, *Aciachne pulvinata*, *Distichia spp.*, *Trifolium amabile*, *Alchemilla orbiculata*, entre otras.

Foto 3.3.3-1 Pajonal Andino



Elaborado por: Stantec, 2020.

Humedal altoandino

Esta unidad de vegetación ocupa una extensión de 205.00 ha (1.78%) dentro del área de estudio. Constituye comunidades vegetales hidromorfas que están distribuidas en la región altoandina, a partir de los 3,800 m.s.n.m. Esta unidad se desarrolla en las laderas de relieves inclinados y en extensas planicies. El suelo se caracteriza por estar inundado o saturado de agua (permanente o estacionalmente), con gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Esta formación es muy heterogénea. Las principales especies predominantes en el humedal altoandino son: *Carex pichinchensis*, *Calamagrostis tarmensis*, *Distichia spp.*, *Aa spp.*, *Plantago tubulosa*, entre otras. La Foto 3.3.3-2, *Humedal Altoandino*, muestra una imagen de esta unidad de vegetación en el área de estudio.

Foto 3.3.3-2 Humedal Altoandino

Elaborado por: Stantec, 2020.

Matorral Arbustivo

Esta unidad de vegetación ocupa un área de 252.77 ha (2.19%) dentro del área de estudio. Se encuentra ubicada en algunos sectores de la porción superior del bosque de montaña alfirmontano, por encima de los 3,500 m.s.n.m.; y se la encuentra en contacto con el pajonal andino. Esta unidad está conformada por comunidades de especies arbustivas, como, por ejemplo: *Miconia andina*, *Brachyotum sp.*, *Lupinus sp.*, *Berberis sp.*, *Baccharis sp.*, *Monnina sp.*, *Gynoxys sp.*, *Hesperomeles sp.*, *Bocconia sp.*, entre otras.

La Foto 3.3.3-3, *Matorral Arbustivo*, muestra una imagen de esta unidad de vegetación en el área de estudio.

Foto 3.3.3-3 Matorral Arbustivo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Cobertura Vegetal Antrópica

Agricultura Andina

Esta unidad de vegetación antrópica ocupa una superficie de 363.30 ha (3.15%) dentro del área de estudio. Se ha identificado campos de cultivos en laderas de pendiente suave a moderada, los cuales están distribuidos en las zonas de Quishuar Corral y Río Colorado. Las especies agrícolas que se cultivan mayormente en la zona de Quishuar Corral son arveja, haba, maíz, oca, olluco y papa blanca. En la zona de Río Colorado, las especies agrícolas cultivadas mayormente son arveja, maíz, mashua, oca, olluco, papa amarilla, papa blanca y papa peruana.

Plantación forestal

Esta unidad de vegetación antrópica presenta una superficie de 534.66 ha (4.64%) dentro del área de estudio. En esta unidad se han establecido árboles que conforman una masa boscosa (ver la Foto 3.3.3-4, *Plantación Forestal*), la cual tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética y protección de laderas para detener la erosión del suelo y regular el agua de escorrentía. Esta plantación forestal se desarrolla muy bien en climas subhúmedos hasta húmedos; es decir, por encima de los 500 mm/año de precipitación. Las plantaciones forestales identificadas en el área de estudio corresponden a bosques de pinos, los cuales son sembrados en Cajamarca desde hace años para reforestar áreas despejadas y/o intervenidas, y para el aprovechamiento de su madera.

Foto 3.3.3-4 Plantación Forestal



Elaborado por: Stantec, 2020.

Cajamarca es el departamento que presenta la mayor superficie reforestada en base al pino (*Pinus radiata*), en su mayoría realizados en la Granja Porcón y alrededores. Si bien existe la predominancia de esta especie introducida, a fin de realizar la caracterización de esta unidad de vegetación, se ha tenido en cuenta la predominancia de especies nativas, integrando esta unidad dentro de otras (Pajonal y Matorral arbustivo), ya que se dio prioridad a la presencia de especies nativas como *Calamagrostis tarmensis*, *Aa paleacea*, *Loricaria ferruginea*, *Gynoxys spp.*, entre otras.

Área Revegetada

Esta unidad de vegetación antrópica ocupa una superficie de 653.04 ha (5.66%) dentro del área de estudio. En las áreas revegetadas se mezclan las especies vegetales introducidas con las especies

nativas. Las especies introducidas son de crecimiento rápido, ayudan a reducir la erosión de los suelos y crean un hábitat adecuado para el crecimiento de las especies nativas. Entre las especies introducidas más importantes utilizadas en las actividades de revegetación están *Dactylis glomerata* (pasto ovillo), *Trifolium pratense* (trébol rojo), *Avena strigosa* (avena forrajera), *Lolium perenne*, entre otras. En tanto que, las especies vegetales nativas son de crecimiento mucho más lento, y se encargan de restablecer la cobertura vegetal a largo plazo y de manera permanente. Entre las especies nativas más importantes utilizadas en las actividades de revegetación de áreas de cierre se tiene *Nicotiana thyriflora*, *Baccharis hutchisonii*, *Calamagrostis trichophylla*, *Lupinus peruvianus*, *Senecio canescens*, *Polylepis racemosa* y *Polylepis incana*.

La Foto 3.3.3-5, *Área Revegetada*, muestra una imagen de esta unidad de vegetación antrópica en el área de estudio.

Foto 3.3.3-5 Área Revegetada



Elaborado por: Stantec, 2020.

Como parte de las áreas revegetadas (cobertura vegetal o vegetación antrópica, que incluye diferentes especies nativas e introducidas sembradas), se consideró la presencia de parches o ejemplares dispersos de queñuales (*Polylepis racemosa* y *Polylepis incana*) dentro de algunos sectores del proyecto (Maqui Maqui, Cerro negro y La Quinua). En general, la mayoría de los individuos de *Polylepis* registrados en el área de estudio se encuentran distribuidos en las áreas revegetadas y rehabilitadas dentro del área efectiva del Proyecto. Por ello, estos parches de *Polylepis* no corresponden a bosques relictos; es decir que no son remanente de un bosque nativo más amplio que ha perdido gran parte de su superficie; puesto que son ejemplares introducidos en la zona y utilizados por MYSRL con fines de revegetación como parte del cierre progresivo. Estas áreas revegetadas han sido delimitadas y son mostradas en la Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*.

Asimismo, se registraron individuos de *Polylepis racemosa* como parte de la vegetación natural en zonas ubicadas fuera del área efectiva del proyecto. Al respecto, un número muy bajo de individuos y dispersos fue registrado en las estaciones del programa de monitoreo biológico CNan (Sector Cerro Negro), MMan (Sector Maqui Maqui) y YAan (Sector Yanacocha). También se registraron ejemplares de queñuales en la estación BT-03 (Quebrada Encajón), la cual fue evaluada como parte del muestreo de línea realizado por Stantec en el periodo 2017-2018 (I MEIA Yanacocha). En estas estaciones, los registros de queñuales fueron obtenidos en la unidad de vegetación de pajonal andino asociado a matorrales.

Considerando los pocos ejemplares del género *Polylepis* registrados en forma dispersa como parte de la vegetación natural y que está asociado a otras unidades, no es posible delimitar una unidad de vegetación

específica para este espécimen, ni considerarlo un bosque relicto, ya que se tratarían de pocos ejemplares, y muy dispersos lo que no permite identificarlo como una unidad de vegetación y/o ecosistema frágil. Además, la Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*, está a una escala 1:25000, la cual no mostraría tal nivel de detalle sobre la distribución de *Polylepis* en estado silvestre dentro del área de estudio.

Además, si bien *Polylepis racemosa* está categorizada como una especie "En Peligro Crítico" según el D.S. N° 043-2006-AG (Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre) y como una especie "Vulnerable" según la Lista Roja de la IUCN (2020-2), ésta constituye un taxón que ha sido introducido en gran proporción en el área de estudio, con fines de revegetación y uso local. Además, no es endémica del Perú, y está ampliamente distribuida en el Perú (IUCN, 2020-2; MOBOT, 2019). Adicionalmente, es una especie que soporta condiciones adversas de clima, calidad y profundidad de suelo.

Bajo estas asunciones, se concluye que se ha reportado la presencia de algunos ejemplares de *Polylepis racemosa* como parte de la vegetación natural (asociada a las unidades de vegetación de pajonal andino y matorral arbustivo) fuera del área efectiva del proyecto, y de pequeños parches del género *Polylepis* como parte de las áreas revegetadas (vegetación antrópica) dentro del área efectiva del proyecto; no constituyendo como tal un bosque relicto o ecosistema frágil dentro del área de estudio, por lo que no ha sido considerado su identificación y caracterización biológica dentro de la Subsección 3.3.4.3, *Ecosistemas Frágiles Identificados en el Área de Estudio*.

Análisis de Riqueza y Cobertura-Abundancia

Riqueza de Flora para el Área de Estudio

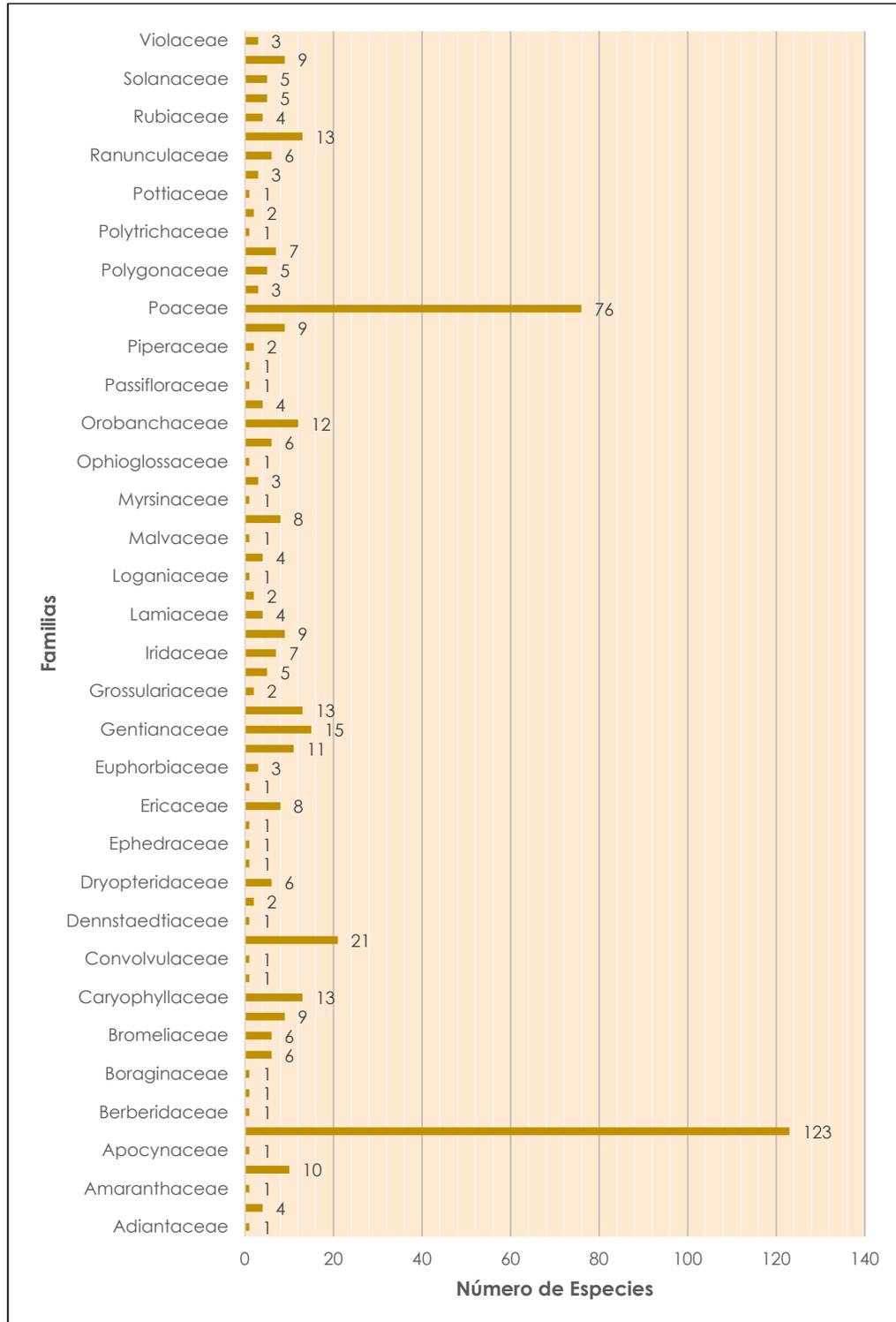
Se efectuó un análisis de composición de especies de la flora registrada en los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018, considerando los registros obtenidos en 22 estaciones de muestreo (14 estaciones del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL; 07 estaciones de los dos eventos realizados por STANTEC Perú como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha; y, una estación del programa de monitoreo del humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui – MM-FI27). Dicho análisis arrojó un total de 489 especies registradas, distribuidas en 64 familias, de las cuales, la familia más representativa fue Asteraceae con 123 especies (25.15%), seguida de Poaceae con 76 especies (15.54%). En el Gráfico 3.3.3-2, *Número de Especies de Flora según Cada Familia Registrada – Eventos de Muestreo 2012-2018* se muestra el número de especies por cada familia registrada.

Además, se realizó el análisis de los órdenes con mayor riqueza de especies, donde se registró en total 35 órdenes, de los cuales Asterales tuvo la riqueza más alta, con el 26.99% de las especies registradas, seguido de Poales con el 22.90%, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-3, *Número de Especies de Flora Según Cada Orden Registrado - Eventos de Muestreo 2012-2018*.

Asimismo, en cuanto a los hábitos de crecimiento más representativos, se obtuvo que el hábito herbáceo fue el más predominante en una mayor proporción (82.82%), seguido del hábito arbustivo, con un 15.54% (ver el Gráfico 3.3.3-4, *Proporción de Especies de Flora Según el Hábito de Crecimiento – Eventos de Muestreo 2012-2018*). Esta predominancia de las especies herbáceas es característica de las formaciones vegetales evaluadas que corresponden a pajonales y humedales altoandinos, donde predominan especies en macollos de las familias Poaceae y Cyperaceae, especies en almohadillas como *Arcytophyllum filiforme* y especies como *Werneria pygmaea* y *Werneria sp.*

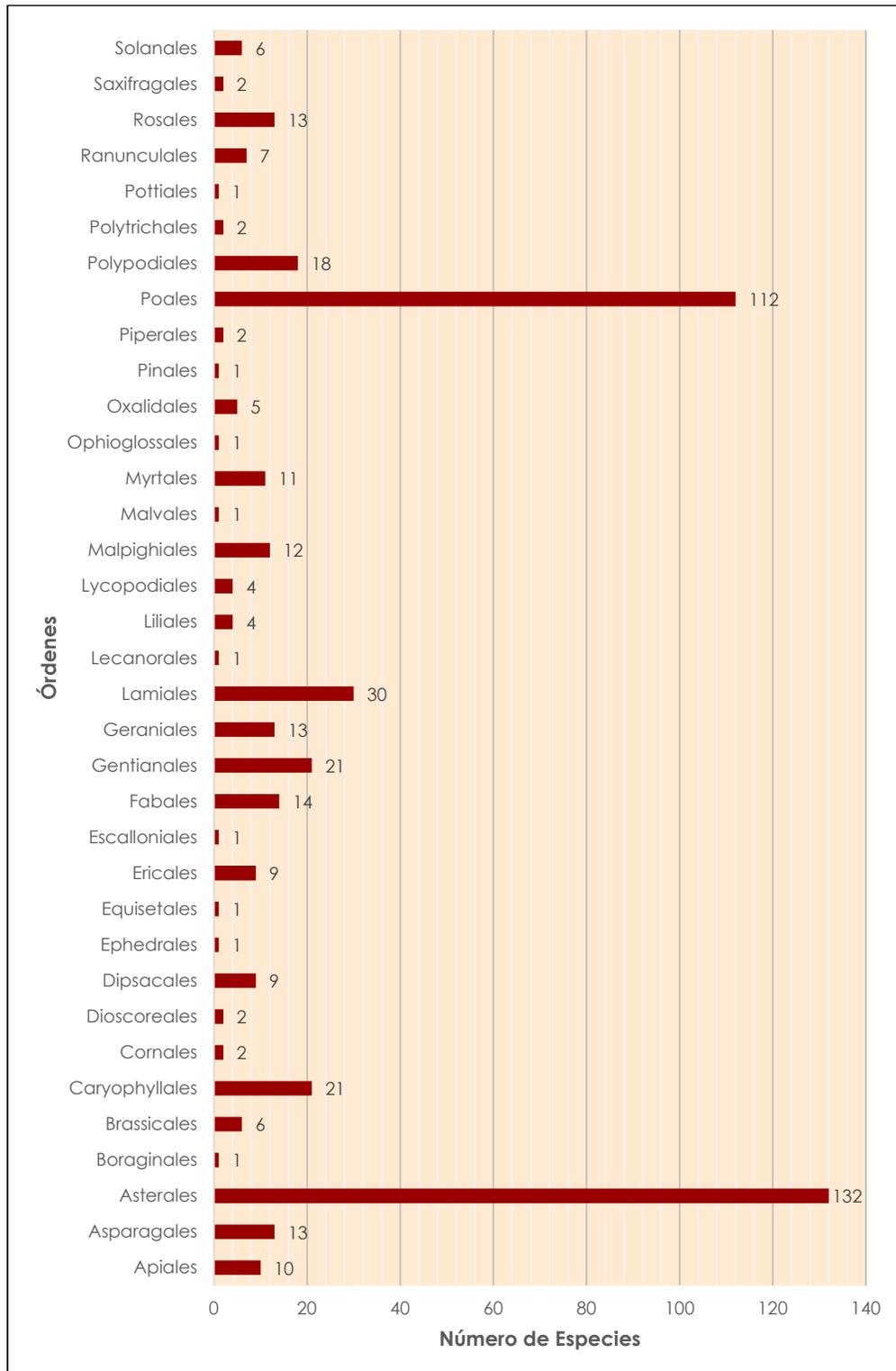
En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna terrestre efectuados en el periodo 2012-2018.

Gráfico 3.3.3-2 Número de Especies de Flora Según Cada Familia Registrada – Eventos de Muestreo 2012-2018



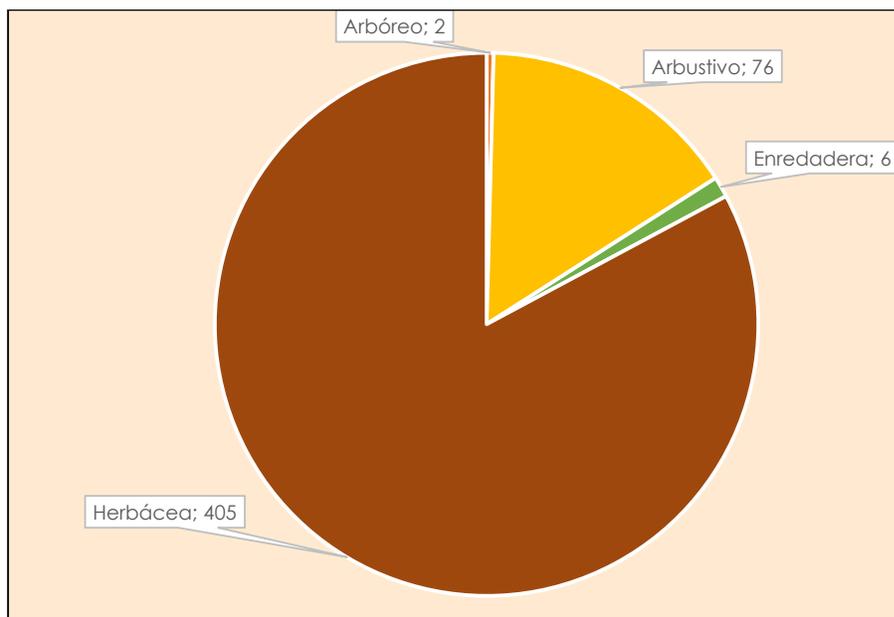
Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.3-3 Número de Especies de Flora Según Cada Orden Registrado – Eventos de Muestreo 2012-2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.3-4 Proporción de Especies de Flora Según el Hábito de Crecimiento – Eventos de Muestreo 2012-2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

Riqueza de Flora por Evento de Muestreo

Tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-5, *Número de Especies de Flora Según Estaciones de Muestreo y Evento de Muestreo*, la evaluación realizada en el año 2012 (época seca) registró 113 especies, distribuidas en 39 familias, de las cuales Asteraceae fue la más representativa, con 37 especies. El estudio realizado en el año 2013 (época húmeda) registró 100 especies, distribuidas en 29 familias, de las cuales Asteraceae fue la más representativa, con 32 especies.

Más adelante, en la evaluación del año 2014, durante la época seca se registraron 125 especies, distribuidas en 33 familias, de las cuales Asteraceae fue la más representativa, con 34 especies. Para la evaluación de época húmeda del año 2014, se registró un total de 185 especies, distribuidas en 34 familias, de las cuales, la que tuvo la riqueza más alta fue Asteraceae, con 40 especies.

En relación a la evaluación del año 2015, durante la época seca se registraron 91 especies, distribuidas en 28 familias, de las cuales la familia Asteraceae también tuvo la riqueza más alta, con 28 especies. En la evaluación de la época húmeda del 2015, se registraron 115 especies, distribuidas en 33 familias, de las cuales Asteraceae tuvo la riqueza más alta, con 30 especies.

La evaluación realizada en el año 2016 (época seca), registró 102 especies, distribuidas en 19 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la que presentó la riqueza más alta, con 27 especies. Para la evaluación en época húmeda del año 2016, se registraron 99 especies, distribuidas en 18 familias, de las cuales la familia Asteraceae también fue la que tuvo la riqueza más alta, con 31 especies.

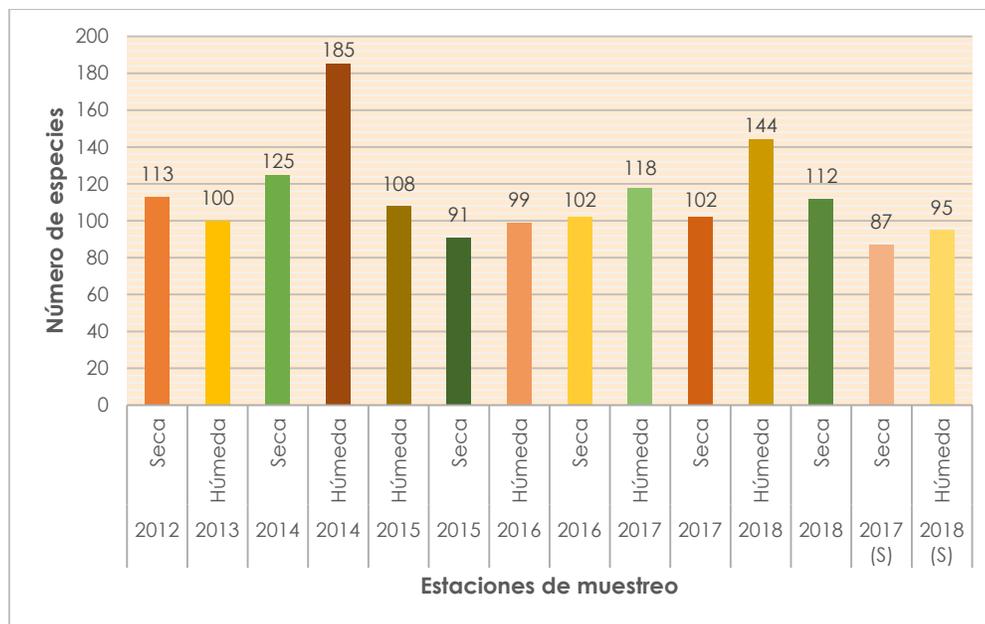
En la evaluación realizada en el año 2017 (época húmeda), se registraron 118 especies, distribuidas en 29 familias, donde la familia Asteraceae fue la más representativa, con 33 especies. En la evaluación realizada en la época seca del año 2017, se registraron 102 especies, distribuidas en 30 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la más representativa, con 30 especies.

En la evaluación realizada en el año 2018 (época húmeda), se registraron 144 especies, distribuidas en 39 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la que presentó la riqueza más alta, con 40 especies. En la evaluación realizada en la época seca del año 2018, se registraron 112 especies, distribuidas en 37 familias, de las cuales la familia Asteraceae también fue la que tuvo la riqueza más alta, con 32 especies.

Finalmente, Stantec efectuó dos eventos de muestreo como parte de la línea base de la I MEIA Yanacocha. El primer muestreo se realizó en setiembre del 2017 (época seca) y el segundo fue realizado en enero del 2018 con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

Así, en el muestreo realizado en el setiembre del 2017 se registraron 87 especies, distribuidas en 35 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la que presentó la riqueza más alta, con 26 especies. En el muestreo realizado en enero del 2018 se registraron 95 especies, distribuidas en 40 familias, de las cuales la familia Asteraceae fue la que presentó la riqueza más alta, con 25 especies.

Gráfico 3.3.3-5 Número de Especies de Flora Según Estaciones de Muestreo y Evento de Muestreo



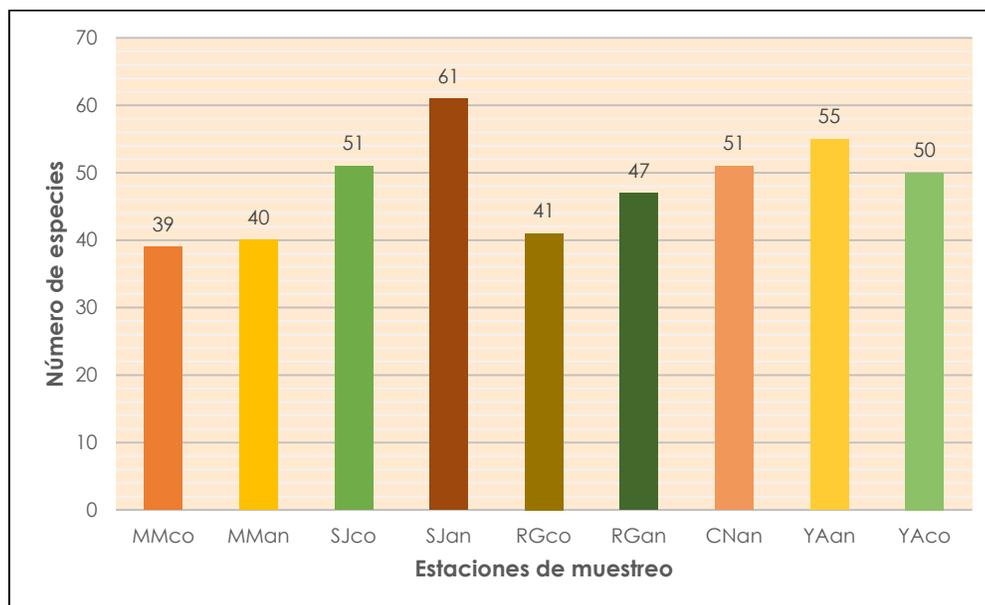
Elaborado por: Stantec, 2020.

Riqueza de Flora por Estación de Muestreo por Cada Evento de Muestreo

A continuación, se describen los valores de riqueza de flora registrada en cada estación de muestreo evaluada y según cada evento de muestreo.

Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)

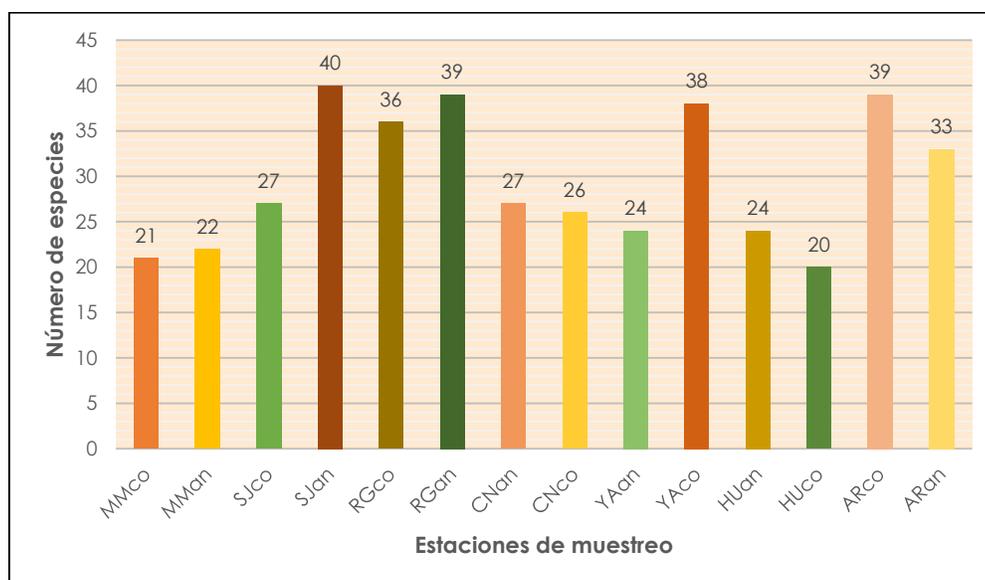
En este evento de muestreo se evaluaron nueve estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, YAan, YAcó), donde la estación SJan, ubicada en el sector San José, fue la que registró la riqueza más alta, con 61 especies; seguida de YAan, con 55 especies. Los valores más bajos fueron reportados para las estaciones MMco, del sector Maqui, con 39 especies; y MMan con 40 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-6, *Número de Especies Registradas en el 2012 (Época Seca) por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-6 Número de Especies Registradas en el 2012 (Época Seca) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)

En este evento de muestreo se evaluaron 14 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAco, HUan, HUco, ARco y ARan), donde la estación SJan, ubicada en el sector San José, fue la que registró mayor riqueza, con 40 especies, seguida de las estaciones RGan y ARco (sector La Quinua y Arnacocha, respectivamente) con 39 especies cada una. Los valores más bajos fueron reportados para la estación MMco, del sector Maqui, con 21 especies y HUco, del sector Huáscar, con 20 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-7, *Número de Especies Registradas en el 2013 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo*.

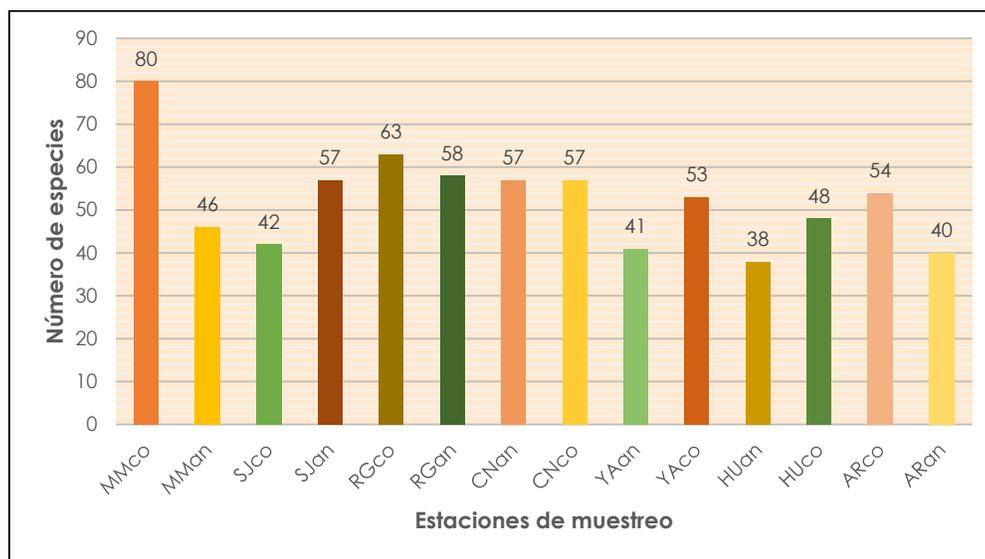
Gráfico 3.3.3-7 Número de Especies Registradas en el 2013 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

En este evento de muestreo se evaluaron 14 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcO, HUan, HUco, ARco, ARan), donde la estación MMco, ubicada en el sector Maqui Maqui, fue la que registró la riqueza más alta, con 80 especies; seguida de RGco, del sector La Quinua, con 63 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación HUan, del sector Huáscar, con 38 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-8, *Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Húmeda), por Estación de Muestreo*.

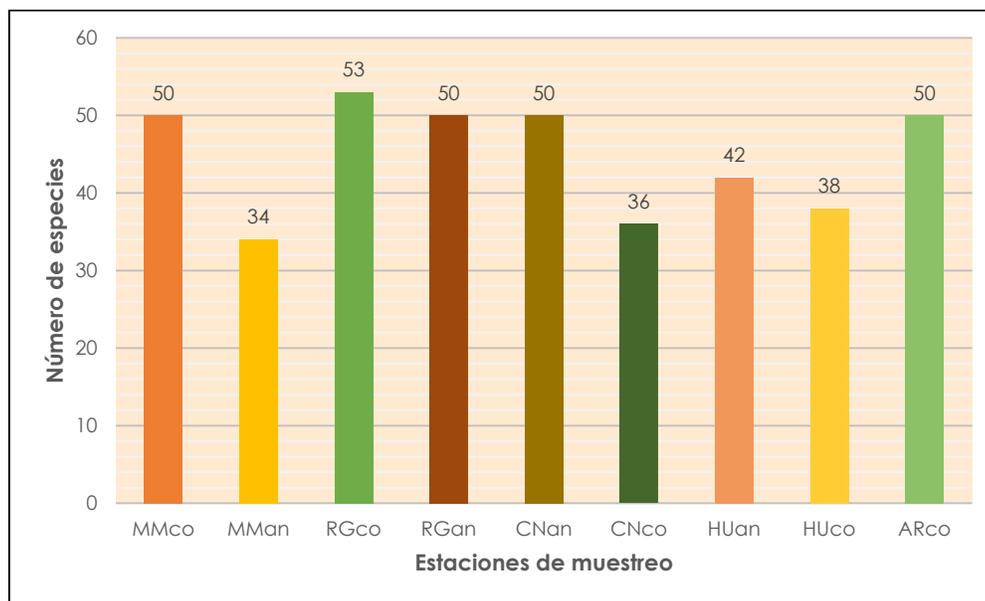
Gráfico 3.3.3-8 Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Húmeda), por Estación de Muestreo



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

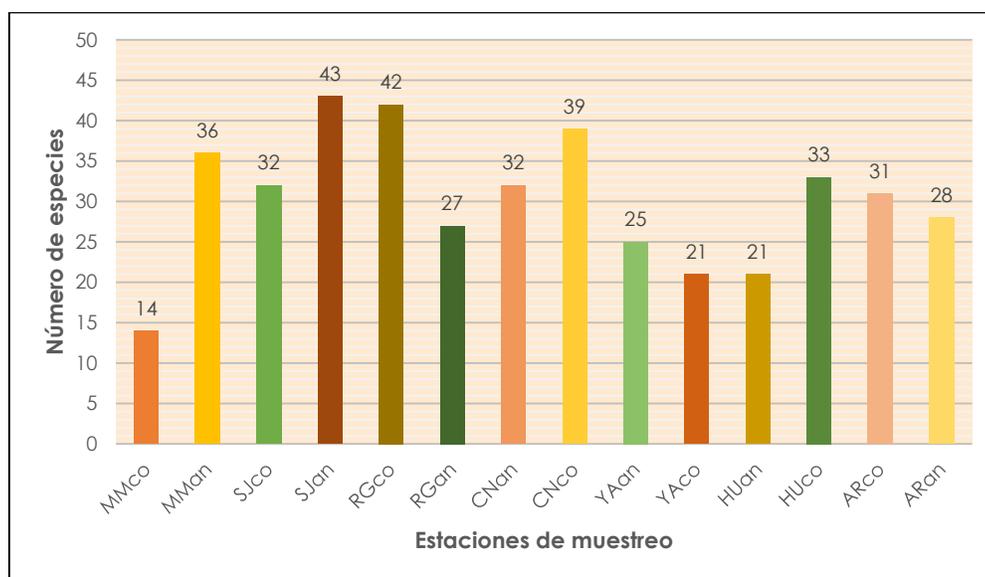
En este evento de muestreo se consideraron nueve estaciones de muestreo (MMco, MMan, RGco, RGan, CNan, CNco, HUan, HUco, ARco) de las cuales, YAcO, YAan y ARan no presentaron resultados porque se encontraron quemadas. Además, la estación SJco y SJan (ambas ubicadas en el sector Maqui Maqui) no fueron evaluadas por problemas sociales. La estación RGco, del sector La Quinua, registró la riqueza más alta, con 53 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación CNco, del sector Cerro Negro, con 36 especies y MMan, del sector Maqui Maqui, con 34 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-9, *Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Seca) por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-9 Número de Especies Registradas en el 2014 (Época Seca) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

En este evento de muestreo se evaluaron 14 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó, HUan, HUco, Arco y ARan), donde la estación SJan, ubicada en el sector San José, fue la que registró la riqueza más alta, con 43 especies; seguida de la estación RGco del sector La Quinua, con 42 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación MMco, del sector Maqui Maqui, con 14 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-10, Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo.

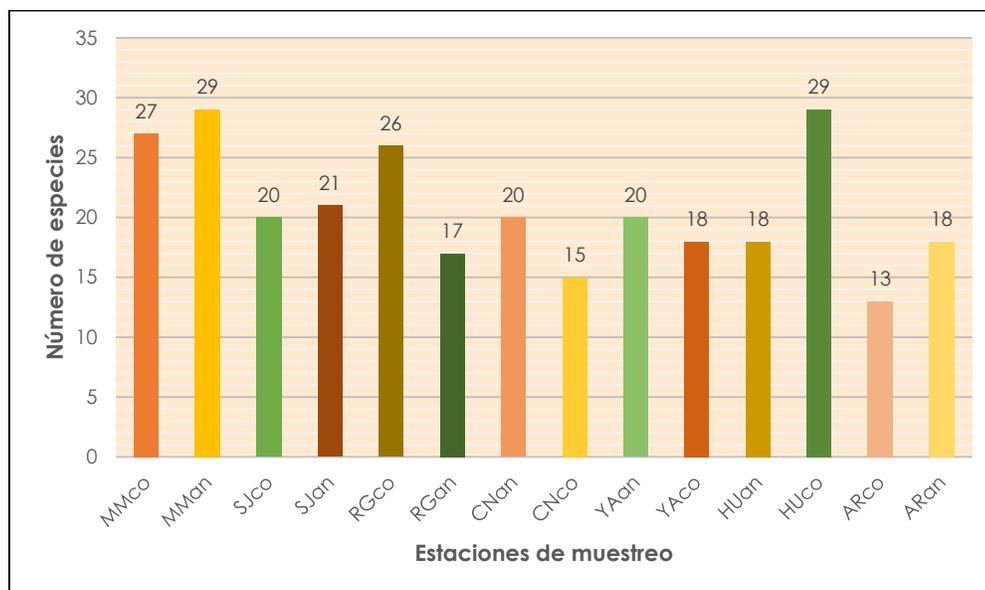
Gráfico 3.3.3-10 Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

En este evento de muestreo se evaluaron 14 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó, HUan, HUco, ARco y ARan), donde las estaciones MMan y HUco de los sectores Maqui Maqui y Huáscar, fueron las que registraron la riqueza más alta, con 29 especies; seguida de la estación MMco (sector Maqui Maqui) con 27 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación CNco, del sector Cerro Negro, con 15 especies; y ARco, del sector Arnacocha, con 13 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-11, *Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Seca) por Estación de Muestreo*.

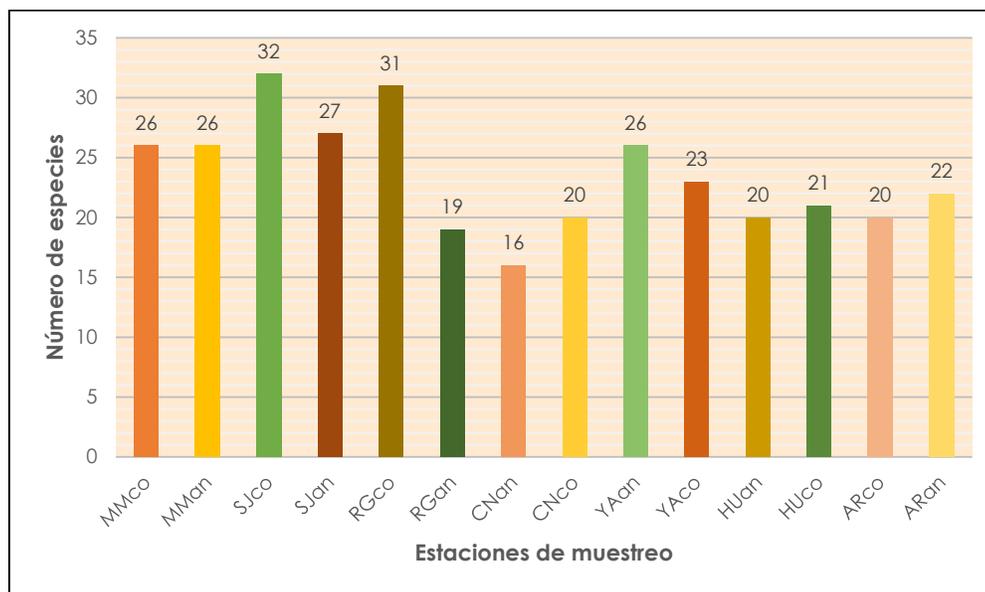
Gráfico 3.3.3-11 Número de Especies Registradas en el 2015 (Época Seca), por Estación de Muestreo



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

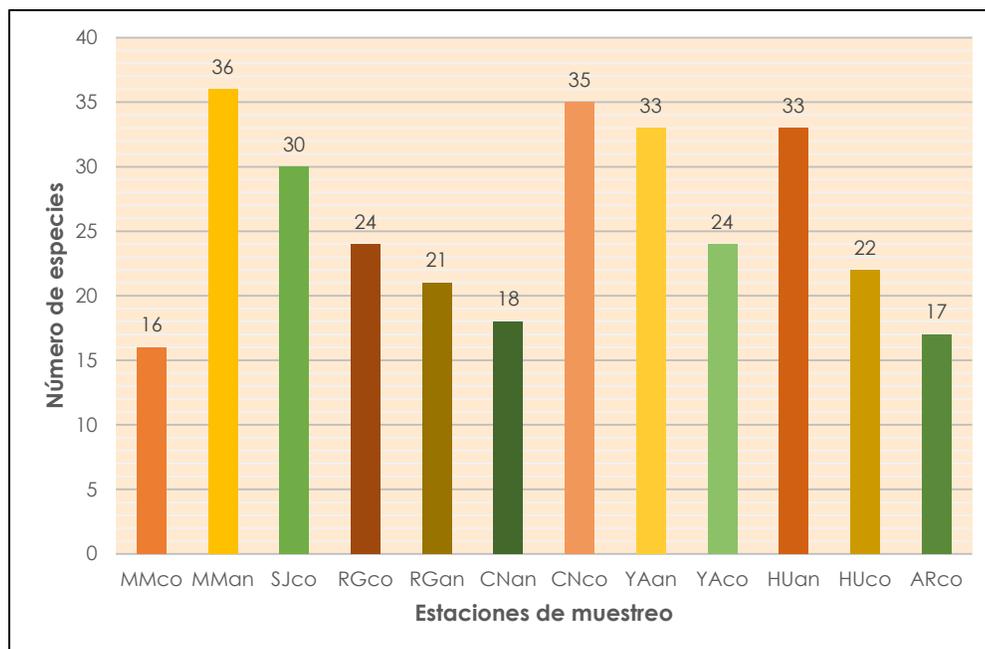
En este evento de muestreo se evaluaron 14 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó, HUan, HUco, ARco y ARan), donde la estación SJco, ubicada en el sector San José, fue la que registró la riqueza más alta, con 32 especies; seguida de la estación RGco del sector La Quinua, con 31 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación RGan, del sector La Quinua, con 19 especies y CNan, del sector Cerro Negro, con 16 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-12, *Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-12 Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

En este evento de muestreo se evaluaron 12 estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAco, HUan, HUco y ARco), donde la estación MMan, ubicada en el sector Maqui Maqui, fue la que registró la riqueza más alta, con 36 especies; seguida de CNco del sector Cerro Negro, con 35 especies. Los valores más bajos fueron reportados para la estación ARco, del sector Amacocha, con 17 especies y MMco, del sector Maqui Maqui, con 16 especies, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-13, *Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Seca) por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-13 Número de Especies Registradas en el 2016 (Época Seca) por Estación de Muestreo

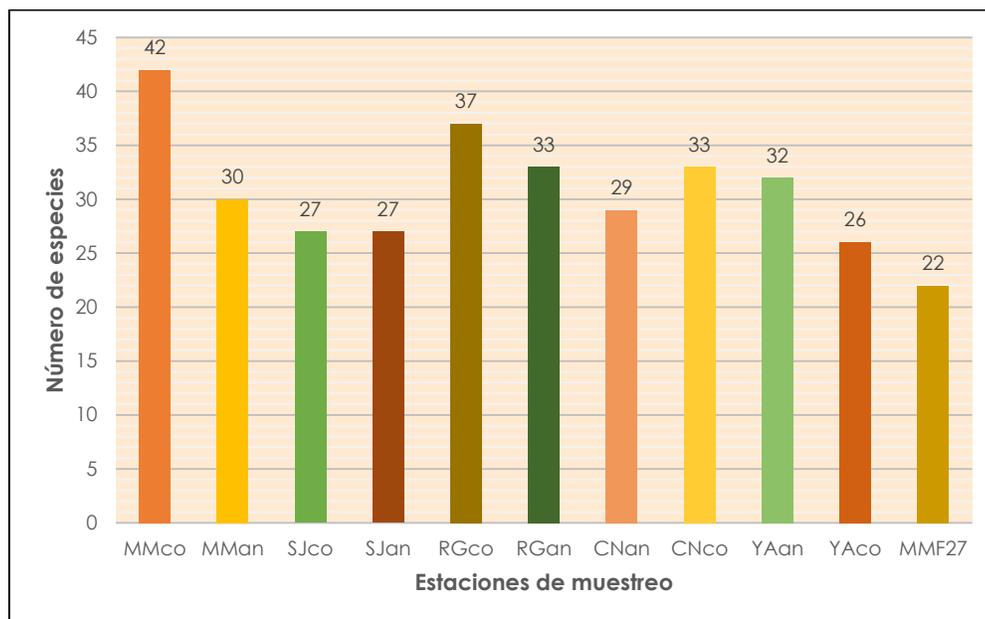
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

En este evento de muestreo se evaluaron once estaciones de muestreo: MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó y MMF27. Todas las estaciones, a excepción de la estación MMF27, se ubican en la formación de pajonal andino. La estación MMF27 se ubica en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui. Se observa en el Gráfico 3.3.3-14, *Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo*, que la riqueza de especies en el humedal de Maqui Maqui fue la más baja, con un registro de 22 especies. Esta riqueza es baja comparada con el total de especies registradas en este evento (118 spp.) y en el periodo 2012-2018 (489 spp.).

Por otro lado, la estación MMco, ubicada en el sector Maqui Maqui, fue la que registró la más alta riqueza de las estaciones evaluadas, con un registro de 42 especies; seguida de RGco del sector La Quinua, con 37 especies.

Gráfico 3.3.3-14 Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

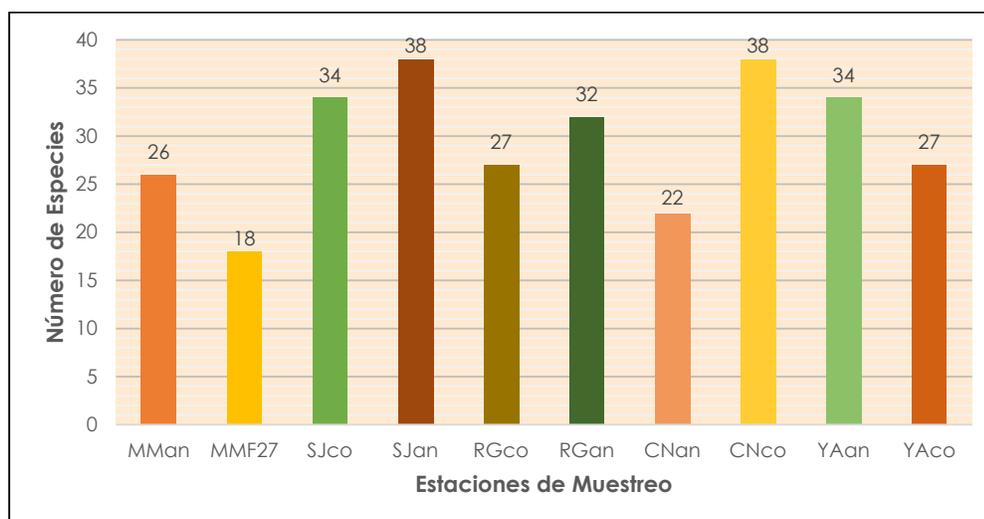


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

En este evento de muestreo se evaluaron diez estaciones de muestreo: MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó y MMF27. La estación MMco no pudo ser evaluada por conflictos sociales. Todas las estaciones, a excepción de la estación MMF27, se ubican en la formación de pajonal andino. La estación MMF27 se ubica en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui. Se observa en el Gráfico 3.3.3-15, *Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca) por Estación de Muestreo*, que la riqueza de especies en el humedal de Maqui Maqui fue la más baja, con un registro de 18 especies. Esta riqueza es baja comparada con el total de especies registradas en este evento (102 spp.) y en el periodo 2012-2018 (489 spp.).

Por otro lado, las estaciones SJan y CNco fueron las que registraron la más alta riqueza respecto a las estaciones evaluadas, con un registro de 38 especies.

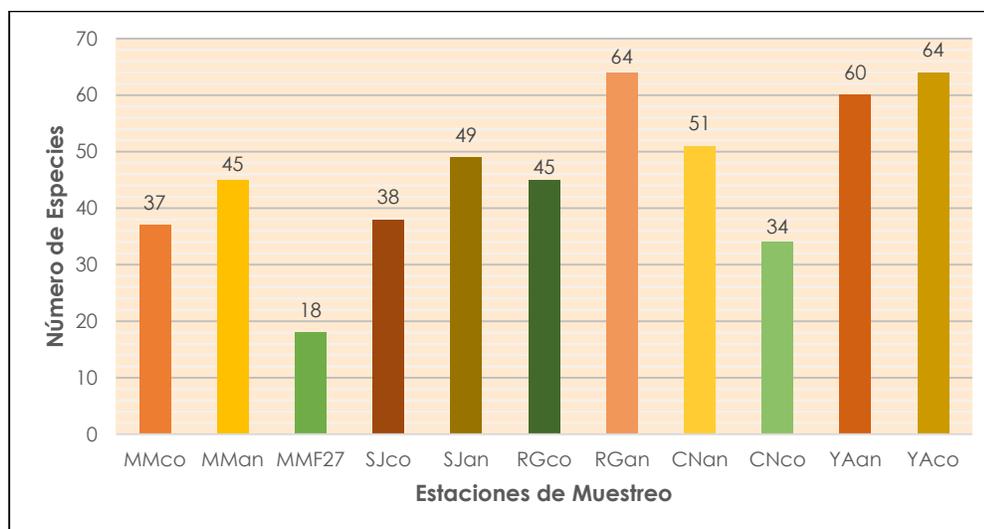
Gráfico 3.3.3-15 Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

En este evento de muestreo se evaluaron once estaciones de muestreo: MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAco y MMF27. Todas las estaciones, a excepción de la estación MMF27, se ubican en la formación de pajonal andino. La estación MMF27 se ubica en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui. Se observa en el Gráfico 3.3.3-16, *Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo*, que la riqueza de especies en el humedal de Maqui Maqui fue también la más baja en este evento de muestreo, con un registro de 18 especies, comparada con las otras estaciones de muestreo. Esta riqueza es baja comparada con el total de especies registradas en este evento (144 spp.) y en el periodo 2012-2018 (489 spp.).

Por otro lado, las estaciones RGan y YAco fueron las que registraron la más alta riqueza respecto a las estaciones evaluadas, con un registro de 64 especies.

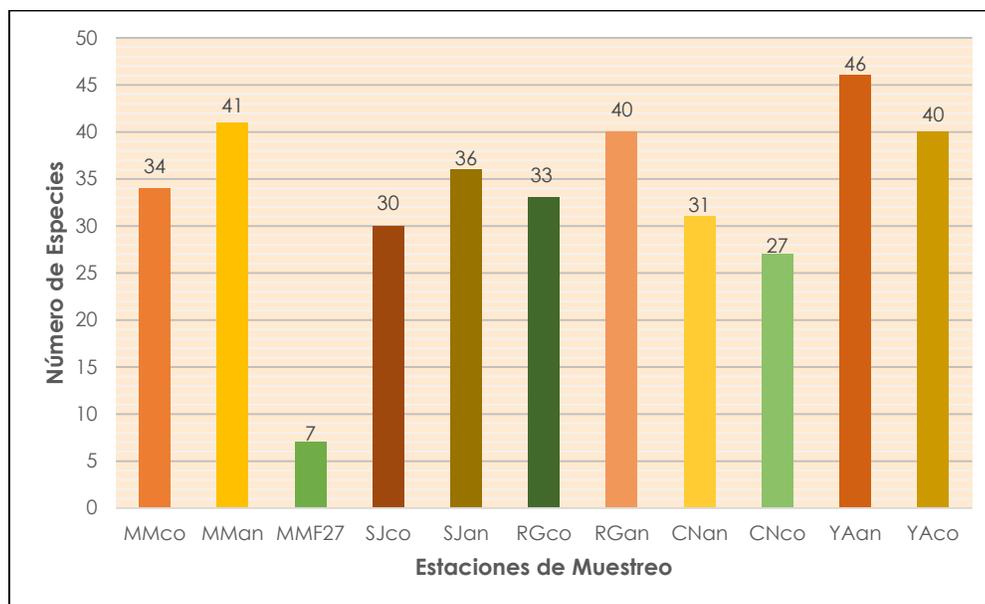
Gráfico 3.3.3-16 Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

En este evento de muestreo fueron evaluadas once estaciones de muestreo (MMco, MMan, SJco, SJan, RGco, RGan, CNan, CNco, YAan, YAcó y MM-FL27), donde la estación YAan, ubicada en el sector Yanacocha, fue la que registró la riqueza más alta, con el registro de 46 especies. Por otro lado, la riqueza más baja fue registrada en la estación MM-FL27, ubicada en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui, con el registro de sólo 7 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-17, *Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Seca) por Estación de Muestreo*. Esta riqueza es baja comparada con el total de especies registradas en este evento de muestreo (112 spp.) y en el periodo 2012-2018 (489 spp.).

Gráfico 3.3.3-17 Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Seca) por Estación de Muestreo



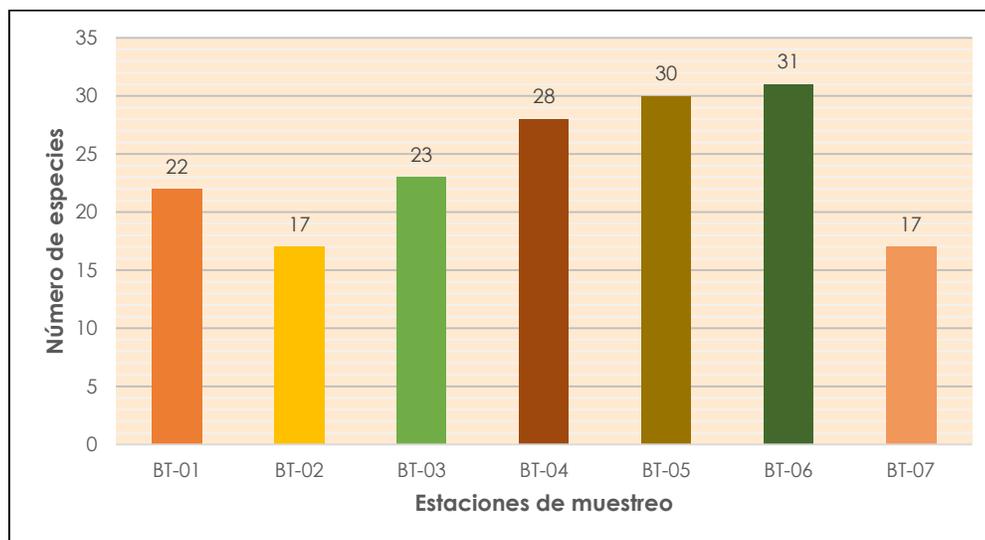
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) – Stantec

Este evento fue efectuado por Stantec como parte de la línea base de la I MEIA Yanacocha. El muestreo se realizó en setiembre del 2017 (época seca) con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

Las estaciones de muestreo consideradas fueron BT-01 (ubicada en el sector La Pajuela/ alrededores de la Quebrada Shillamayo), BT-02 (ubicada en los alrededores de la parte baja de la Quebrada Corral Blanco), BT-03 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Encajón), BT-04 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Pampa Larga), BT-05 (ubicada en los alrededores de la Laguna Totora), BT-06 (ubicada en el sector Cerro Negro) y BT-07 (ubicada en los alrededores del Dique Rejo).

La estación BT-06 (ubicada en el sector Cerro Negro), fue la que registró la riqueza más alta, con 31 especies; seguida de la estación BT-05 (ubicada en los alrededores de la Laguna Totora), con 31 especies. Los valores más bajos fueron reportados para las estaciones BT-02 y BT-07, con 17 especies cada una, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-18, *Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca), por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-18 Número de Especies Registradas en el 2017 (Época Seca) por Estación de Muestreo

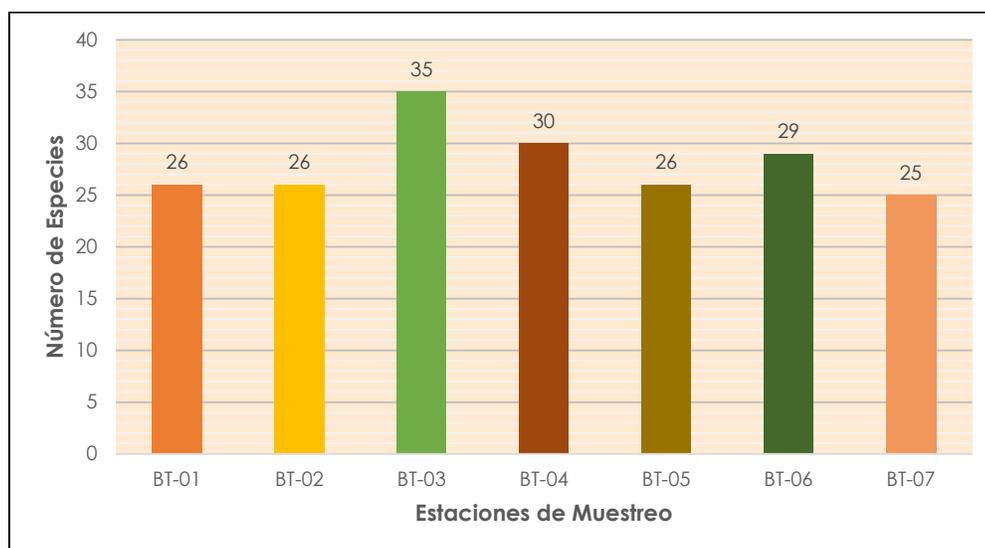
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) – Stantec

Este evento fue efectuado por Stantec como parte de la línea base de la I MEIA Yanacocha. El muestreo se realizó en enero del 2018 (época húmeda) con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

Las estaciones de muestreo consideradas fueron BT-01 (ubicada en el sector La Pajuela/ alrededores de la Quebrada Shillamayo), BT-02 (ubicada en los alrededores de la parte baja de la Quebrada Corral Blanco), BT-03 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Encajón), BT-04 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Pampa Larga), BT-05 (ubicada en los alrededores de la Laguna Totorá), BT-06 (ubicada en el sector Cerro Negro) y BT-07 (ubicada en los alrededores del Dique Rejo).

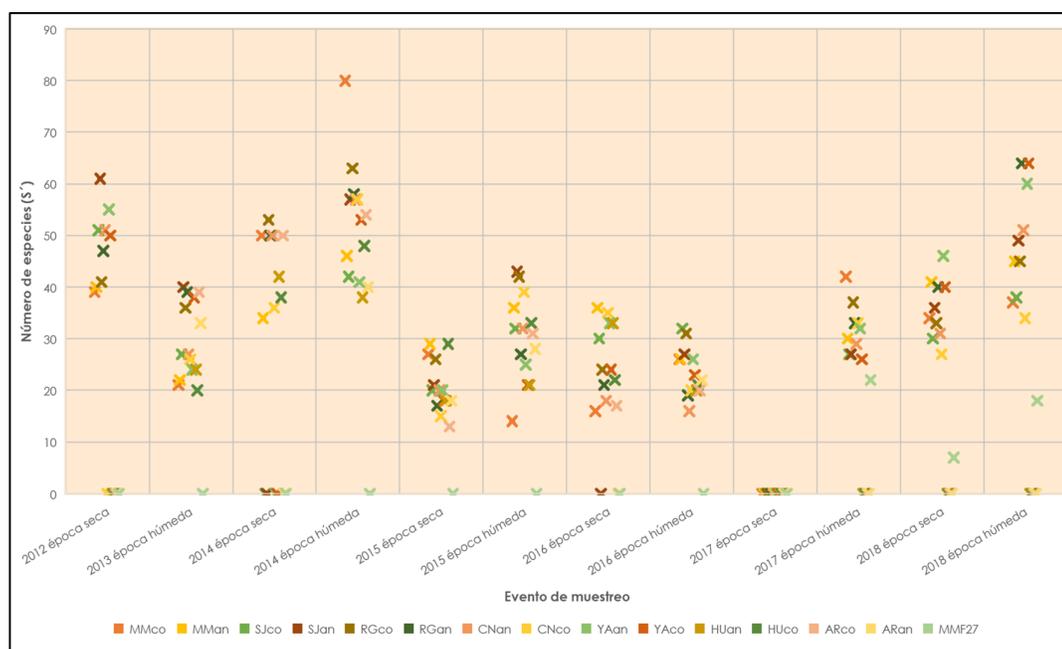
La estación BT-03 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Encajón), fue la que registró la riqueza más alta, con 35 especies; seguida de la estación BT-04 (ubicada en los alrededores de la Quebrada Pampa Larga), con 30 especies. El valor más bajo fue reportado para la estación BT-07, con 25 especies registradas, tal como se muestra en el Gráfico 3.3.3-19, *Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda), por Estación de Muestreo*.

Gráfico 3.3.3-19 Número de Especies Registradas en el 2018 (Época Húmeda) por Estación de Muestreo

Elaborado por: Stantec, 2020.

Riqueza Histórica de Flora

Al realizar un análisis histórico de la riqueza de especies, se aprecia que en el evento de muestreo del 2014 (época húmeda), se registraron los valores más altos de riqueza de flora, específicamente en la estación de muestreo MMco, del sector Maqui Maqui, con 80 especies; seguido del evento de muestreo del 2018 (época húmeda), donde las estaciones de muestreo RGan (sector de La Quinua) y YAcO (sector de Yanacocha), alcanzaron el valor más alto de riqueza, con 64 especies. Los eventos de muestreo que registraron valores de cero corresponden a las estaciones de muestreo que no fueron evaluadas, por motivos de quema de pastizales y/o conflictos sociales. Ver el Gráfico 3.3.3-20, *Análisis Histórico de Riqueza de Especies - Eventos de Muestreo 2012-2018*.

Gráfico 3.3.3-20 Análisis Histórico de Riqueza de Especies – Eventos de Muestreo 2012-2018

Elaborado por: Stantec, 2020.

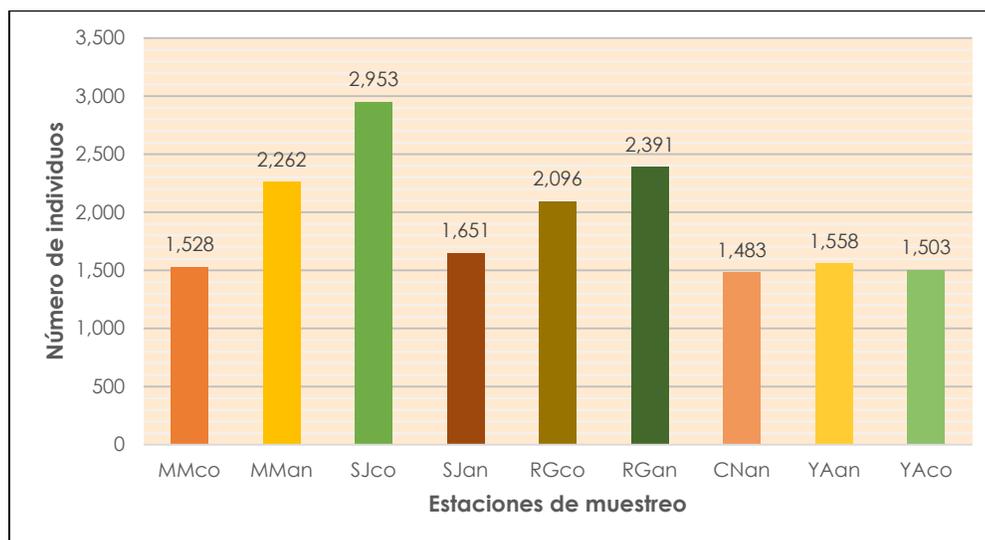
Cobertura-Abundancia de Flora por Evento de Muestreo

Para el procesamiento de la información primaria y secundaria obtenida, para el evento de muestreo del 2012 se considera datos de cobertura según Braun-Blanquet; para los eventos de muestreo del año 2015 (épocas húmeda y seca), y del año 2016 (época húmeda) se considera el análisis de cobertura vegetal registrada en cada estación de muestreo; y para los eventos de muestreo de los años 2013, 2014, 2016 (época seca), 2017 (épocas húmeda y seca) y 2018 (épocas húmeda y seca), al igual que en los muestreos realizados por Stantec (setiembre, 2017 y enero, 2018), se considera el análisis del número de individuos (abundancia). Asimismo, se resalta que para los gráficos de cobertura-abundancia por especie, se presenta únicamente las especies más abundantes. A continuación, se presenta el análisis de cobertura-abundancia por evento de muestreo.

Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)

Para el evento de muestreo del año 2012, la estación de muestreo SJco, ubicada en el sector San José, registró la abundancia más alta, con 2,953 individuos; seguida de la estación RGan del sector La Quinua, con un registro de 2,391 individuos. La estación que reportó la abundancia más baja fue CNan del sector Cerro Negro, con un registro de 1,483 individuos (ver el Gráfico 3.3.3-21, *Número de Individuos Registrados en el 2012 (Época Seca)*).

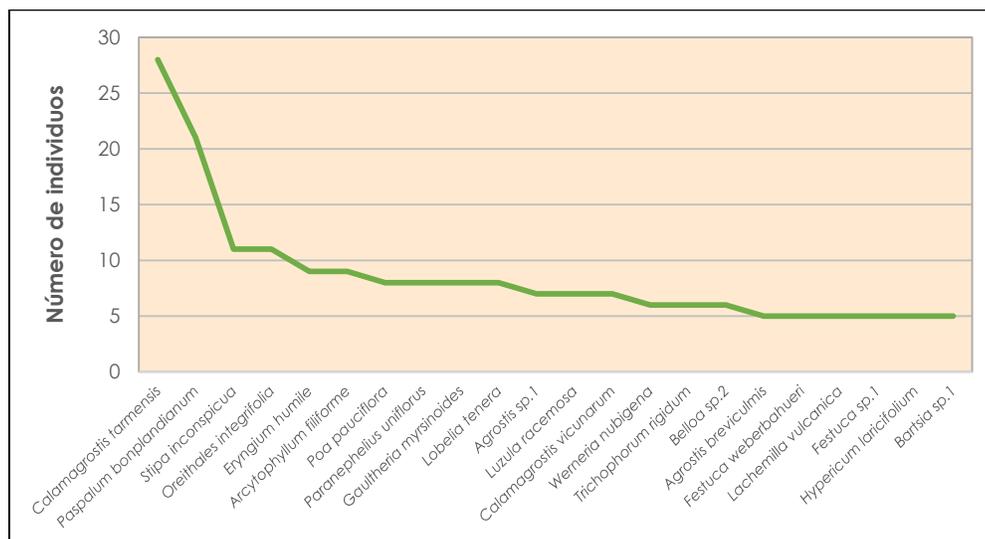
Gráfico 3.3.3-21 Número de Individuos Registrados en el 2012 (Época Seca)



Elaborado por: Stantec, 2020.

Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden a abundancias según las categorías de Braun-Blanquet, donde *Calamagrostis tarmensis* registró el valor más alto con el registro de 28 individuos, que representan el 8.56%, seguida de *Paspalum bonplandianum* con 21 individuos, que representan el 6.42%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-22, *Especies Más Abundantes Según la Cobertura de Braun-Blanquet en el 2012 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-22 Especies Más Abundantes Según la Cobertura de Braun-Blanquet en el 2012 (Época Seca)

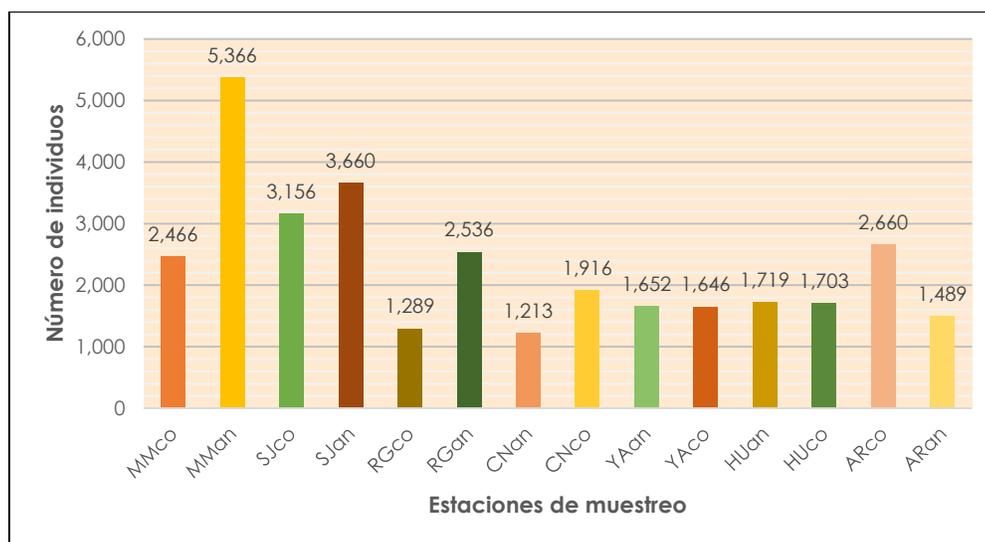


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)

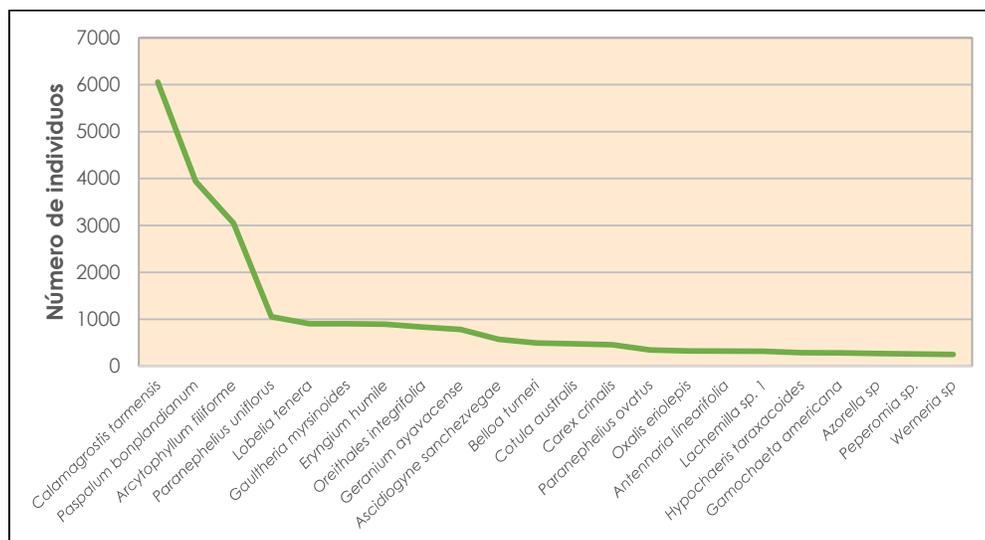
Para el evento de muestreo del año 2013 (época húmeda), se reportó que la estación de muestreo MMan del sector Maqui Maqui obtuvo la más alta abundancia con el registro de 5,366 individuos, seguida de SJan del sector San José con 3,660 individuos. La estación que reportó la abundancia más baja fue CNan del sector Cerro Negro con 1,213 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-23, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2013 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-23 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2013 (Época Húmeda)



Elaborado por: Stantec, 2020.

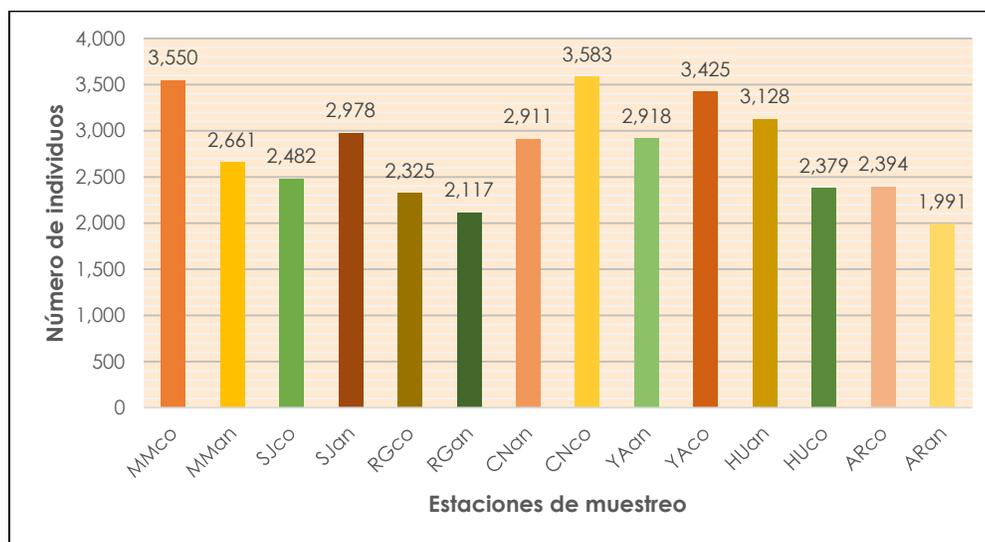
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Calamagrostis tarmensis* registró el valor más alto de abundancia con el registro de 6,494 individuos, que representan el 21.72%; seguida de *Paspalum bonplandianum* con 4,133 individuos, que representan el 13.83%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3- 24, *Especies con Mayor Número de Individuos de Flora en el 2013 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-24 Especies con Mayor Número de Individuos de Flora en el 2013 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

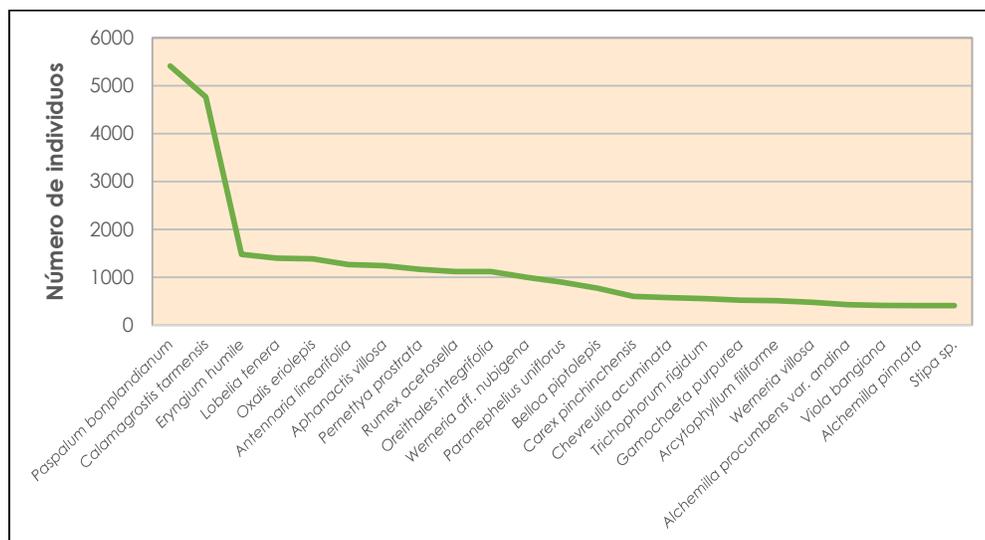
Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

En el evento de muestreo realizado en el 2014 (época húmeda), la estación de muestreo CNco del sector Cerro Negro obtuvo la más alta abundancia, con 3,583 individuos; seguida de la estación MMco del sector Maqui Maqui, con 3,550 individuos. La estación que reportó la abundancia más baja fue ARan del sector Amacocha, con 1,991 individuos, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-25, *Estaciones de Muestreo con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-25 Estaciones de Muestreo con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

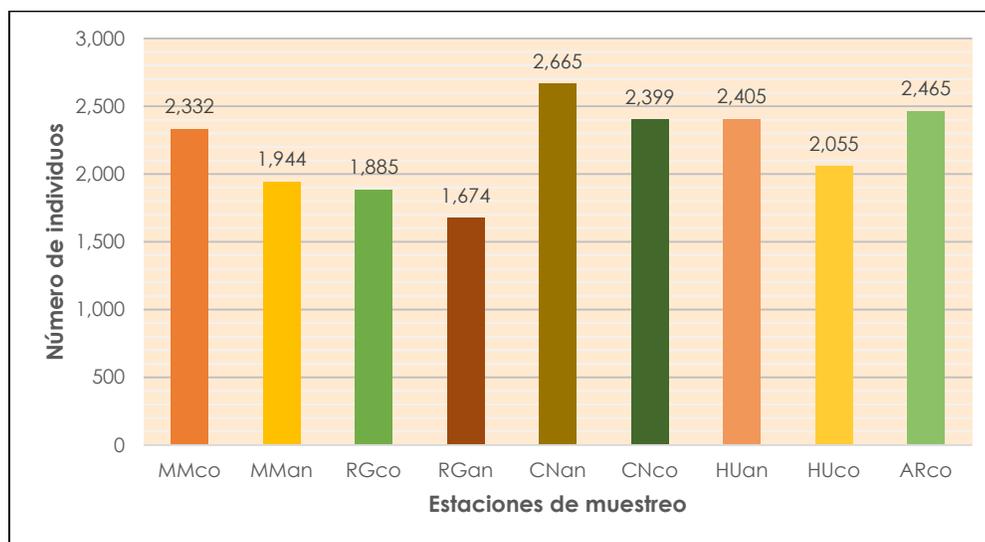
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Paspalum bonplandianum* registró el más alto valor de abundancia, con 5,413 individuos, que representan el 13.93%; seguida de *Calamagrostis tarmensis* con 4,765 individuos, que representan el 12.26%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-26, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-26 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

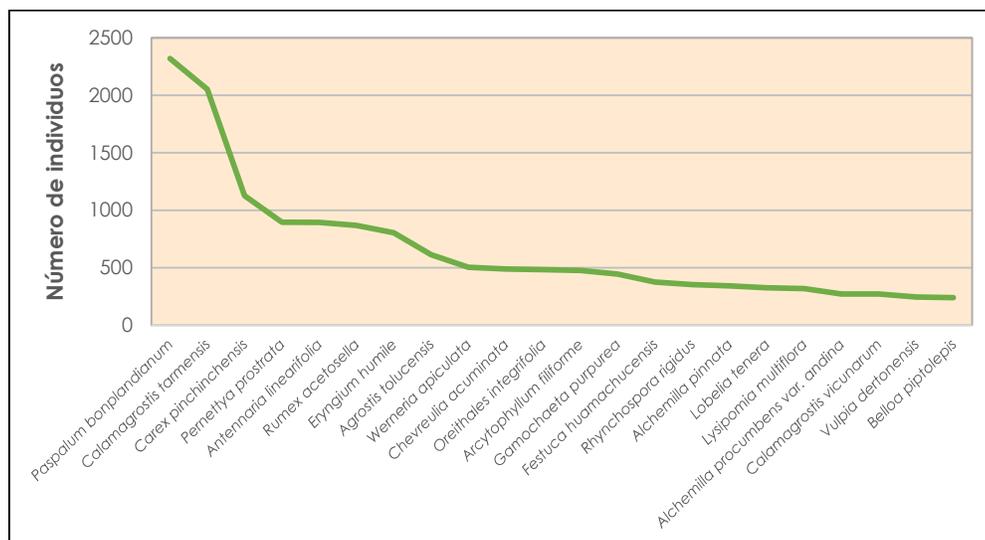
Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

En el evento de muestreo realizado en el año 2014 (época seca), la estación de muestreo CNan del sector Cerro Negro obtuvo la abundancia más alta con 2,665 individuos, seguida de la estación ARCo del sector Amacocha, con 2,465 individuos. La estación que reportó la abundancia más baja fue RGan del sector La Quinoa con 1,674 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-27, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2014 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-27 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2014 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

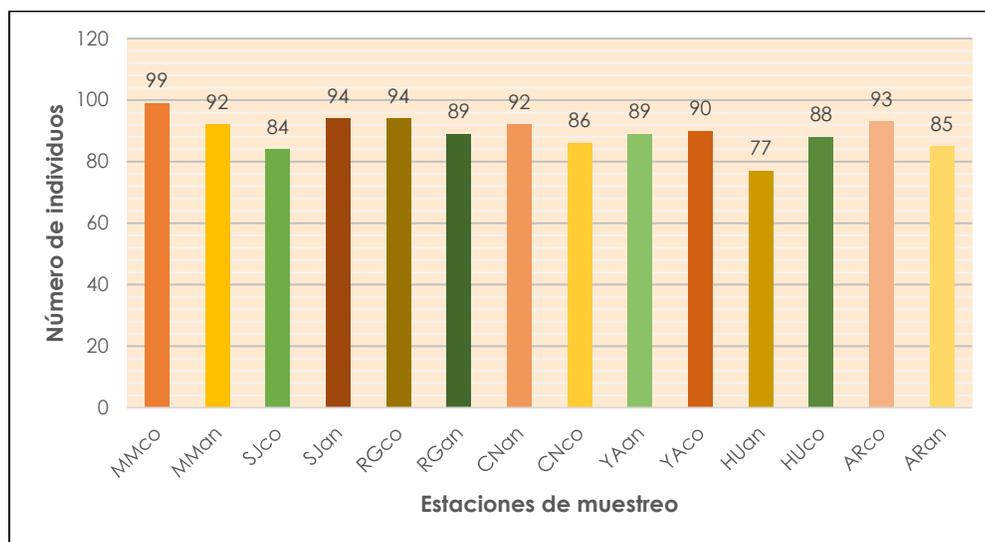
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Paspalum bonplandianum* registró el valor más alto de abundancia, con el registro de 2,320 individuos, que representan el 11.99%, seguida de *Calamagrostis tarmensis* con 2,053 individuos, que representan el 10.61%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-28, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-28 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2014 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

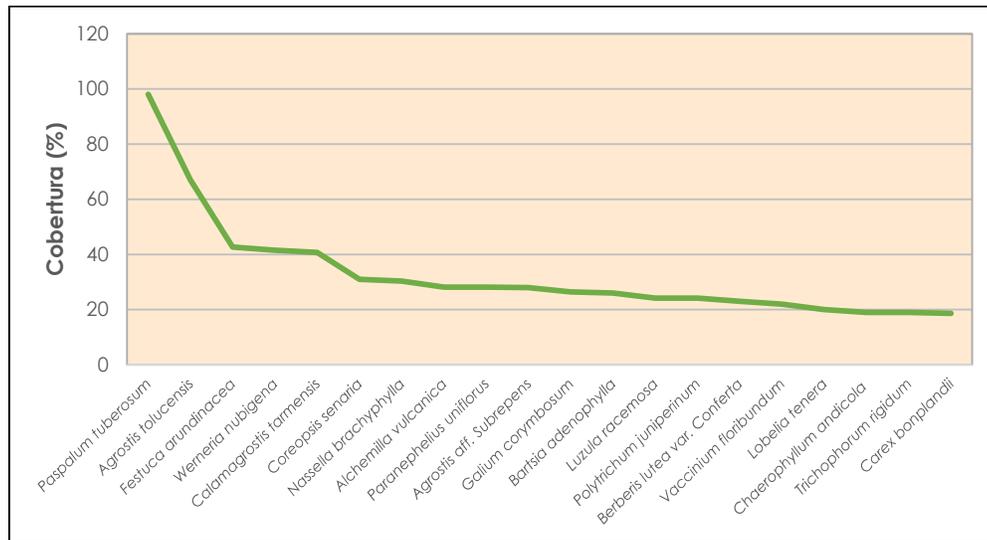
Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

Para el estudio del año 2015 época húmeda, se registra que la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui obtuvo la más alta abundancia con 99% de cobertura vegetal, seguida de SJan y RGco, ambas con 94% de cobertura. La estación que reporta la más baja cobertura-abundancia es HUan del sector Huáscar con 77%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-29, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-29 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

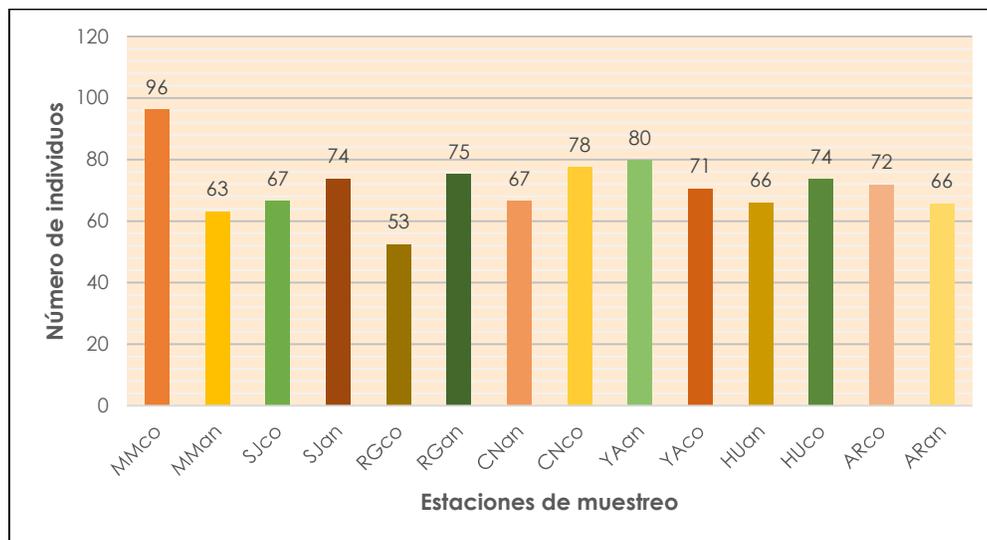
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al porcentaje de cobertura vegetal, donde *Paspalum tuberosum* registró el valor más alto (98.07) de cobertura total que representa el 7.83%, seguida de *Agrostis tolucensis* con 67.00 de cobertura que representa el 5.35% de total de cobertura registrada por especie, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-30, *Especies con Mayor Cobertura Vegetal en el 2015 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-30 Especies con Mayor Cobertura Vegetal en el 2015 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

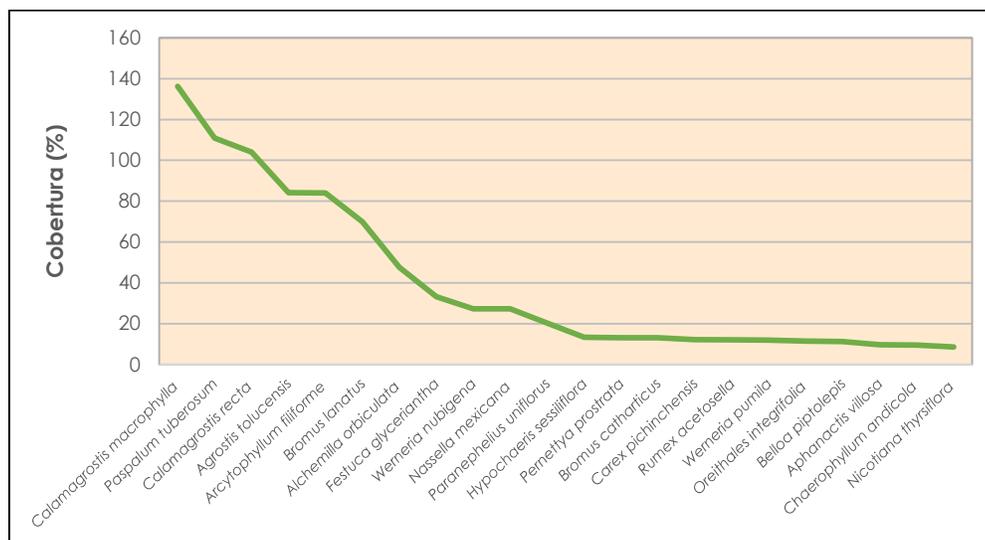
Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

En el evento del año 2015 (época seca), se reportó que la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui obtuvo el más alto porcentaje de cobertura vegetal con 96%, seguida de la estación YAan del sector Yanacocha, con 80% de cobertura vegetal. La estación que reportó la abundancia más baja fue RGco del sector La Quinua, con 53% de cobertura vegetal, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-31, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-31 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2015 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

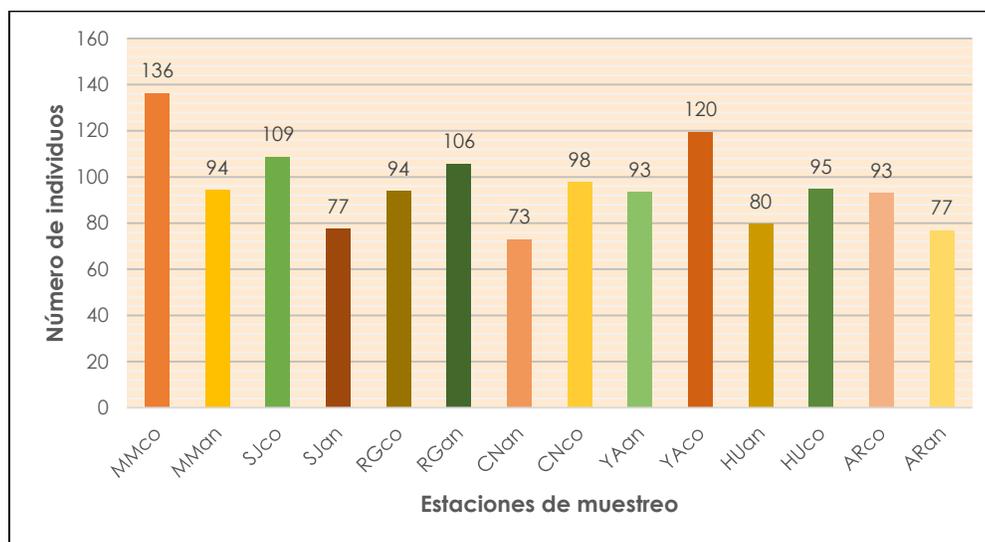
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al porcentaje de cobertura vegetal, donde *Calamagrostis macrophylla* registró el valor más alto (136.21) de cobertura total, que representa el 13.63%, seguida de *Paspalum tuberosum* con 110.89 de cobertura que representa el 11.10% del total de cobertura registrada por especie, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-32, *Especies con Mayor Cobertura Vegetal Registradas en el 2015 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-32 Especies con Mayor Cobertura Vegetal Registradas en el 2015 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

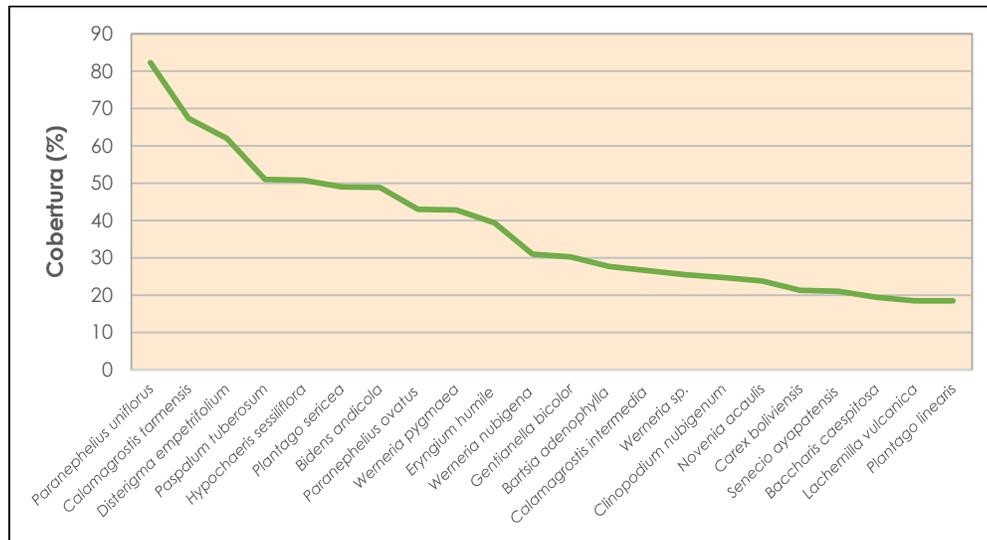
Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Para el evento del año 2016 (época húmeda), la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui obtuvo el más alto porcentaje de cobertura vegetal con 136%, seguida de YAcO del sector Yanacocha con 120%. La estación que reportó el más bajo porcentaje fue CNan del sector Cerro Negro, con 77% de cobertura vegetal. Ver el Gráfico 3.3.3-33, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2016 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-33 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

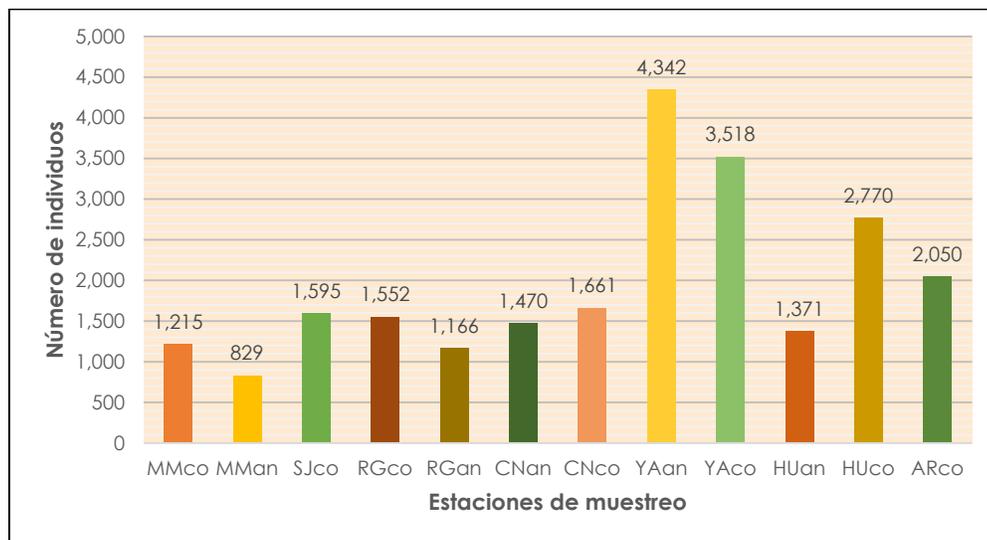
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden a la cobertura (%), donde *Paranephelius uniflorus* registró el valor más alto de cobertura (82.28%) que representa el 25.04%, seguida de *Calamagrostis tarmensis* con 67.3% del total de individuos registrados por especie, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-34, *Número de Individuos en el 2016 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-34 Número de Individuos en el 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

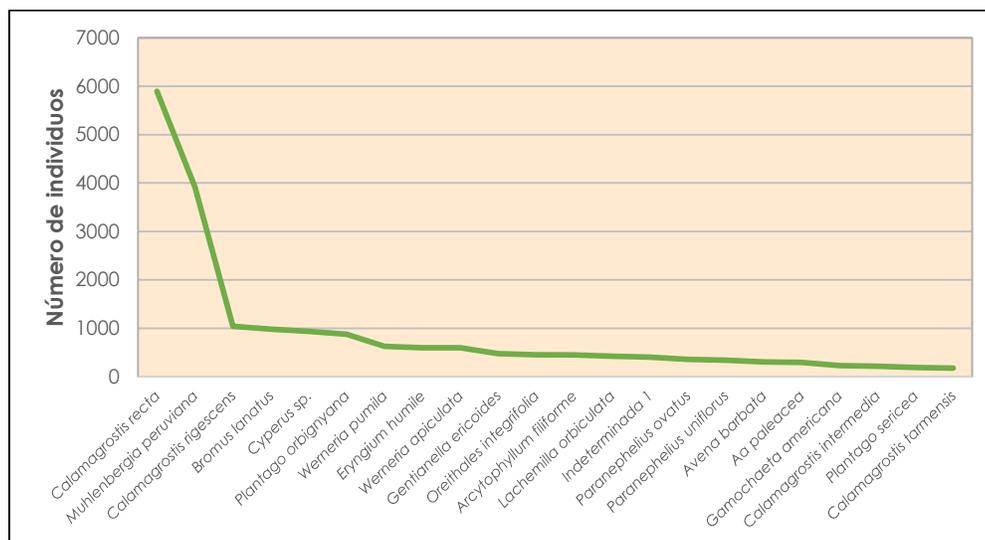
Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

En el muestreo del año 2016 (época seca), la estación de muestreo YAan del sector Yanacocha obtuvo la más alta abundancia, con el registro de 4,342 individuos, seguida de YAco del sector Yanacocha con 3,518 individuos. La estación que reportó la abundancia más baja fue MMan del sector Maqui Maqui, con 829 individuos, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-35, *Número de Individuos de Flora Registradas en el 2016 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-35 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2016 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

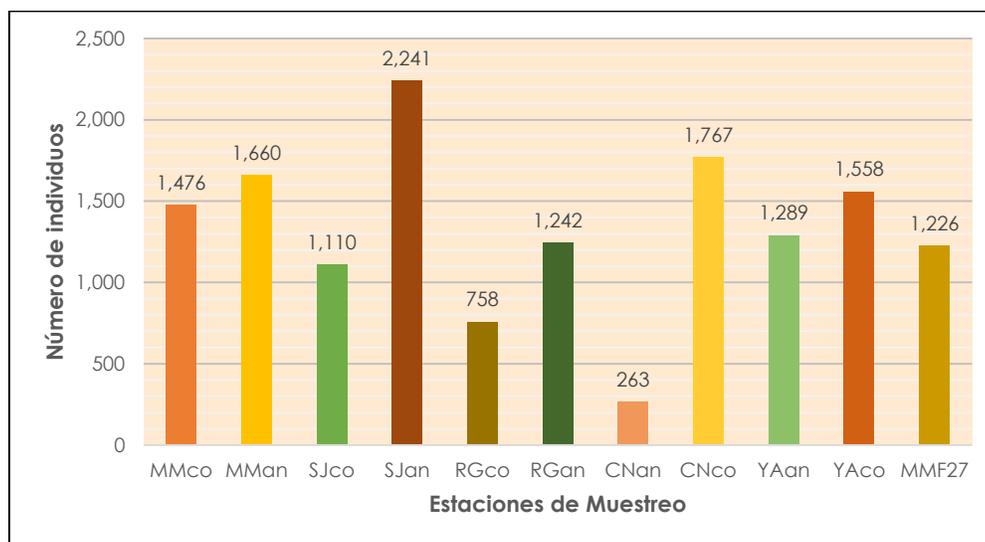
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Calamagrostis recta* registró el valor más alto de abundancia (5,894 individuos) que representa el 25.04%, seguida de *Muhlenbergia peruviana* con 3,915 individuos que representan el 16.63% de total de los individuos registrados por especie, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-36, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2016 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-36 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2016 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

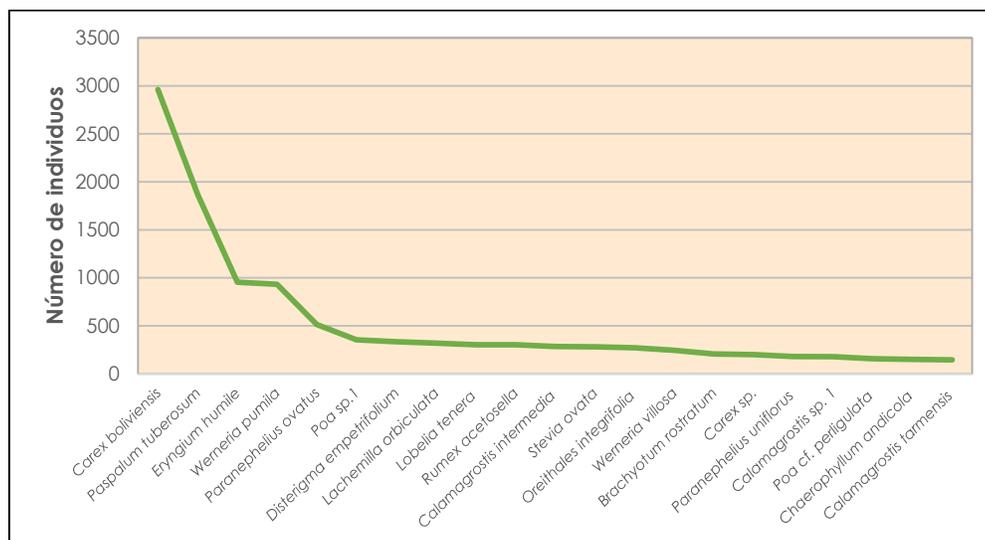
Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

En el evento del 2017 (época húmeda), la estación de muestreo SJan del sector San José obtuvo la más alta abundancia con 2,241 individuos, seguida de CNco del sector Cerro Negro con 1,767 individuos. La estación que reportó la más baja abundancia fue CNan del sector Cerro Negro, con 263 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-37, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-37 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

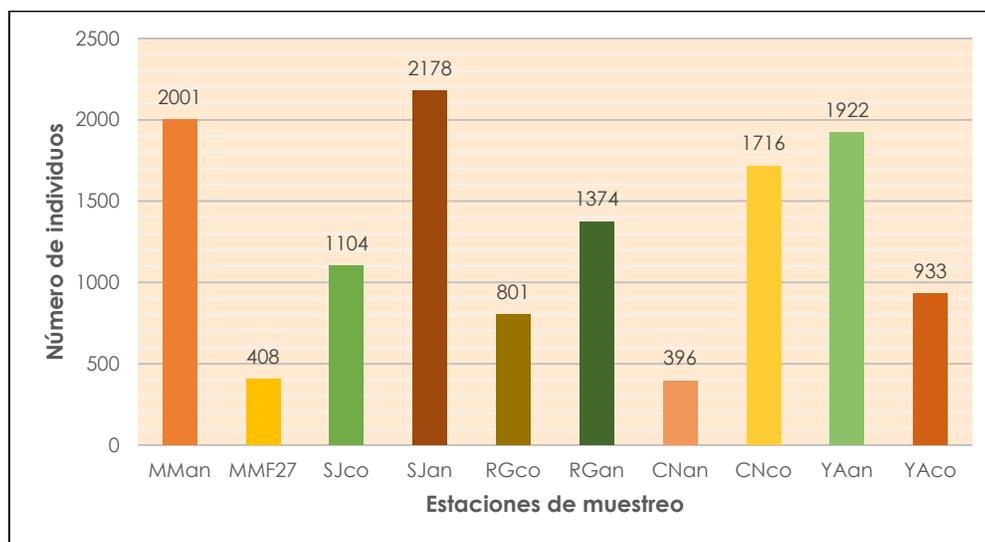
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Carex boliviensis* registró el valor más alto de abundancia, con 2,961 individuos que representan el 10.15%, seguida de *Paspalum tuberosum* con 1,867 individuos que representan el 6.40%, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-38, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-38 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

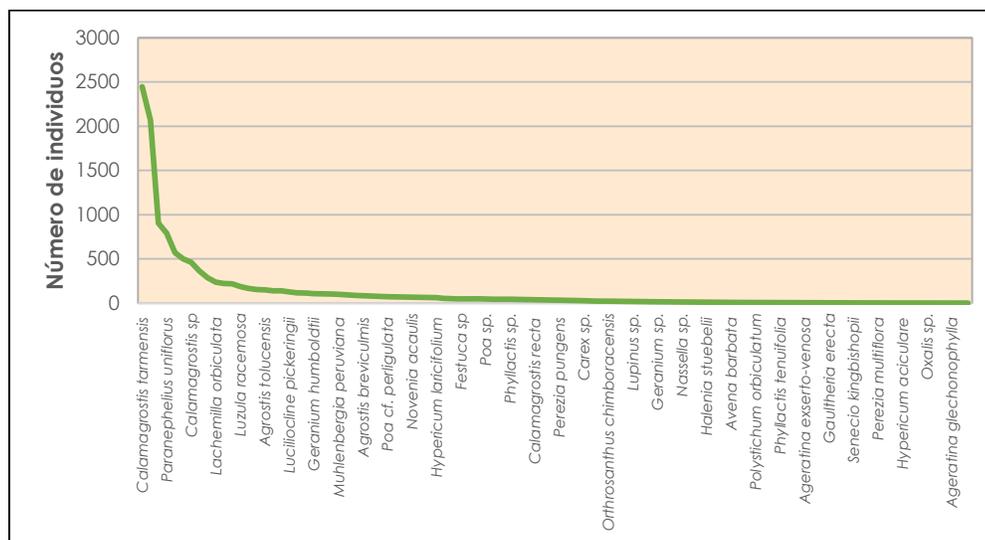
Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

En el evento del 2017 (época seca), la estación de muestreo SJan del sector San José obtuvo también la más alta abundancia, con el registro de 2,178 individuos, seguida de MMan del sector Maqui Maqui con 2,001 individuos y de YAan del sector Yanacocha con 1,922 individuos. La estación que reportó la más baja abundancia fue CNan del sector Cerro Negro, con 396 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-39, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-39 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

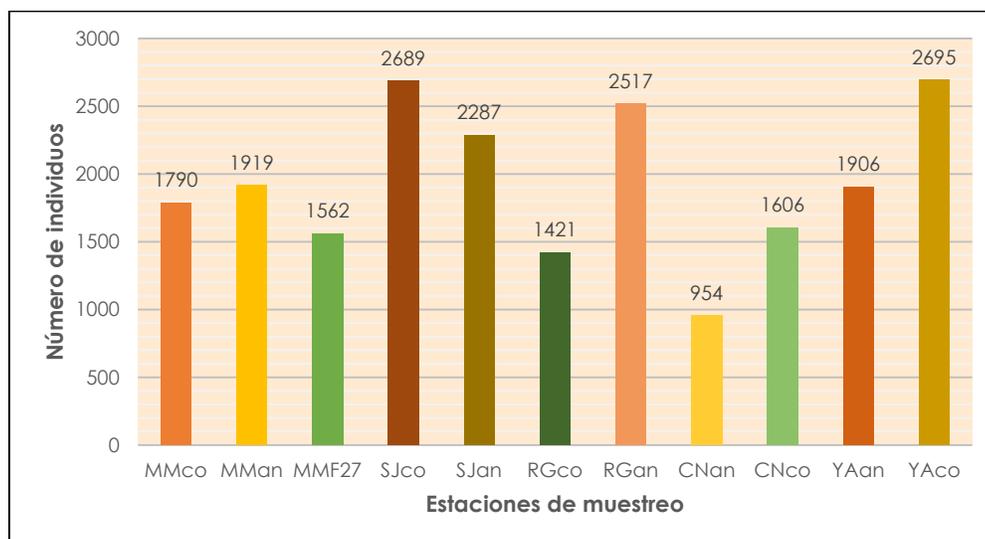
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Calamagrostis tarmensis* registró el valor más alto, con 2,448 individuos que representan el 19.07%, seguida de *Paspalum tuberosum* con 2,070 individuos que representan el 16.13%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-40, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-40 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

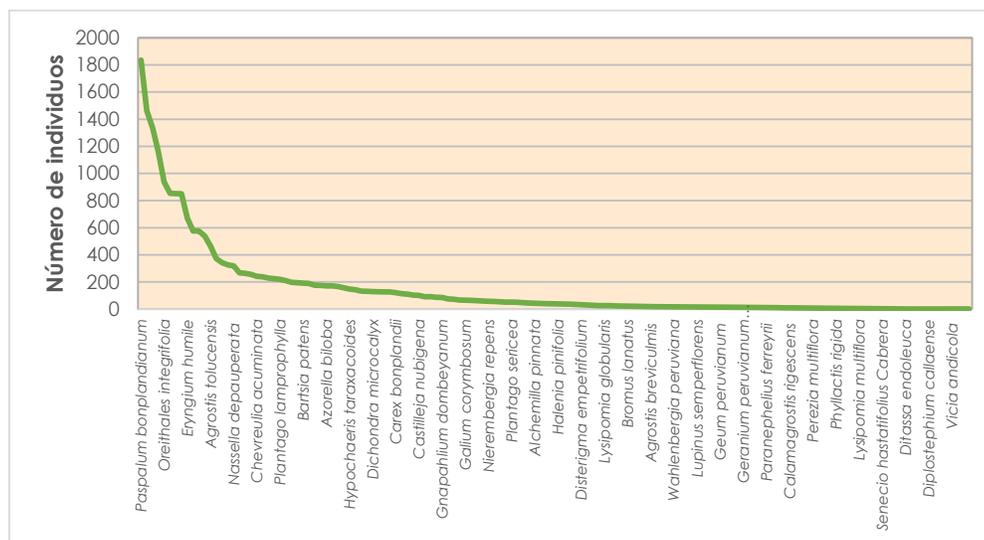
Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

En el evento del 2018 (época húmeda), la estación de muestreo YAcO del sector Yanacocha obtuvo mayor abundancia, con el registro de 2,695 individuos, seguida de SJCo del sector San José con 2,689 individuos y de la estación RGan del sector La Quinua con 2,517 individuos. La estación que reportó menor abundancia fue CNan del sector Cerro Negro, con 954 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-41, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-41 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

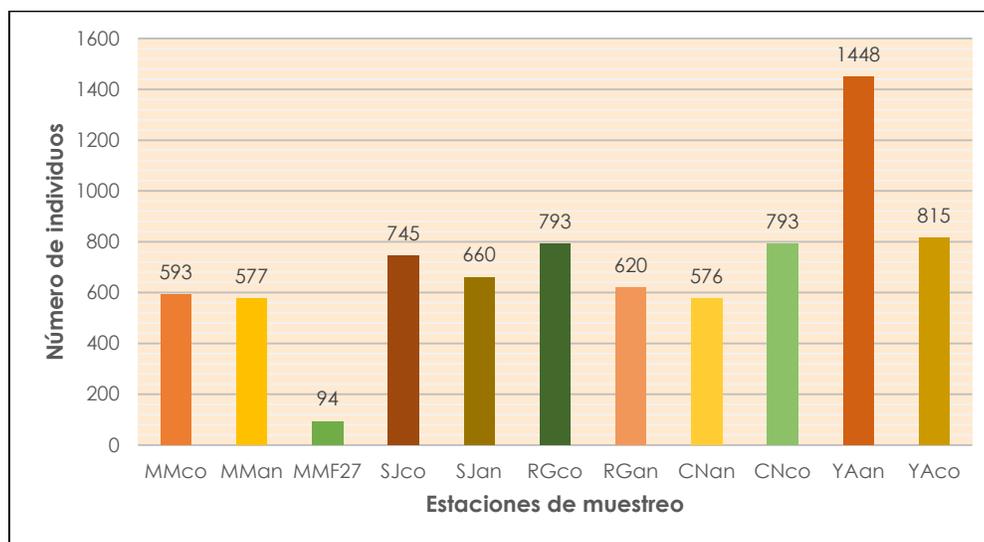
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Paspalum bonplandianum* registró el valor más alto, con 1,836 individuos que representan el 8.60%, seguida de *Carex amicta* con 1,463 individuos que representan el 6.85%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-42, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-42 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

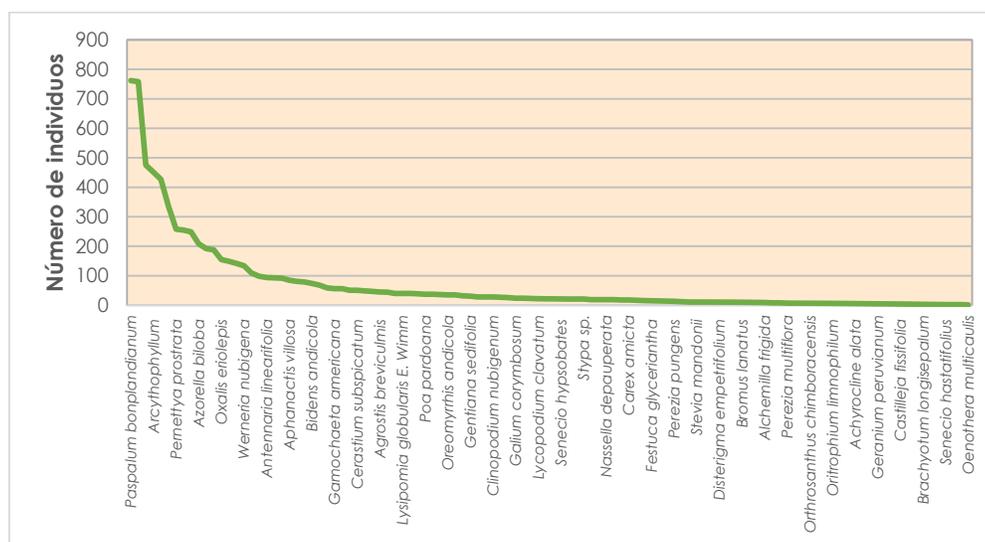
Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

En el evento del 2018 (época seca), la estación de muestreo YAan del sector Yanacocha obtuvo la más alta abundancia, con el registro de 1,448 individuos, seguida de YAcO, también del sector Yanacocha con 815 individuos. La estación que reportó la más baja abundancia fue MM-FI27, la cual está ubicada en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui, con el registro de únicamente 94 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-43, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-43 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

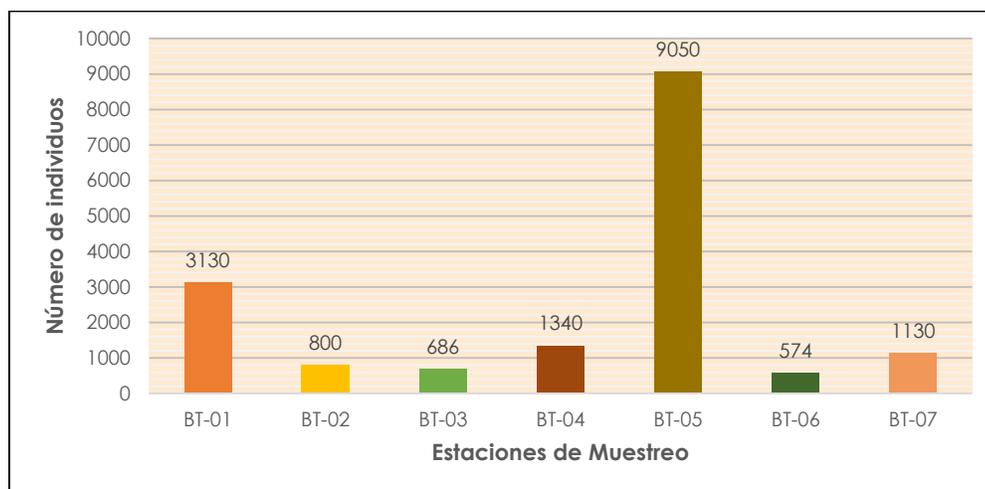
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Paspalum bonplandianum* registró el valor más alto, con 762 individuos que representan el 9.90%, seguida de *Calamagrostis tarmensis* con 758 individuos que representan el 9.9%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-44, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-44 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

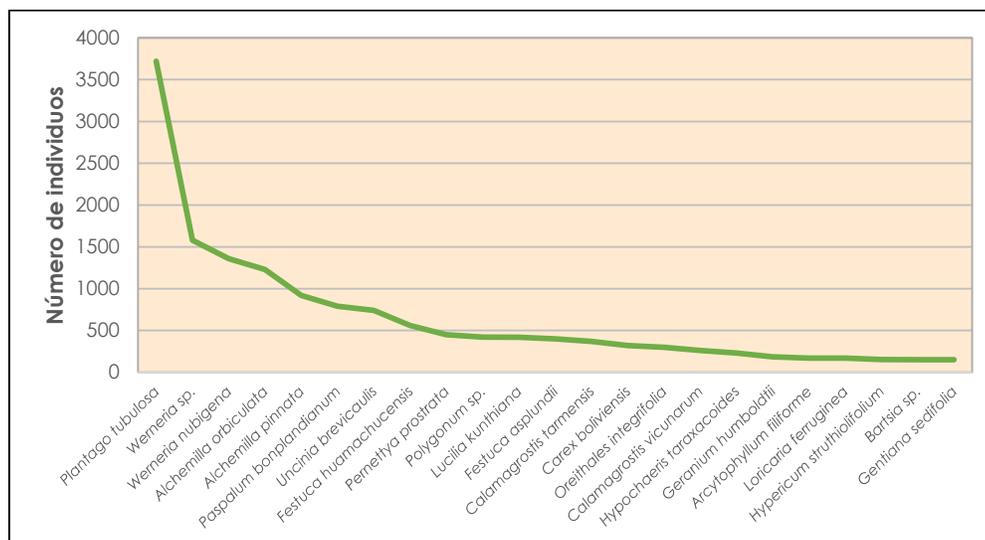
Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - STANTEC

En el evento del 2017 (época seca), la estación de muestreo BT-05 (alrededores de la Laguna Totorá) obtuvo el mayor valor, con 9,050 individuos; seguida de la estación BT-01 (sector La Pajuela / Quebrada Shillamayo) con 3,130 individuos. La estación que reportó menor abundancia fue la BT-06 (sector Cerro Negro) con 574 individuos. Ver el Gráfico 3.3.3-45, Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca).

Gráfico 3.3.3-45 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2017 (Época Seca) - STANTEC

Elaborado por: Stantec, 2020.

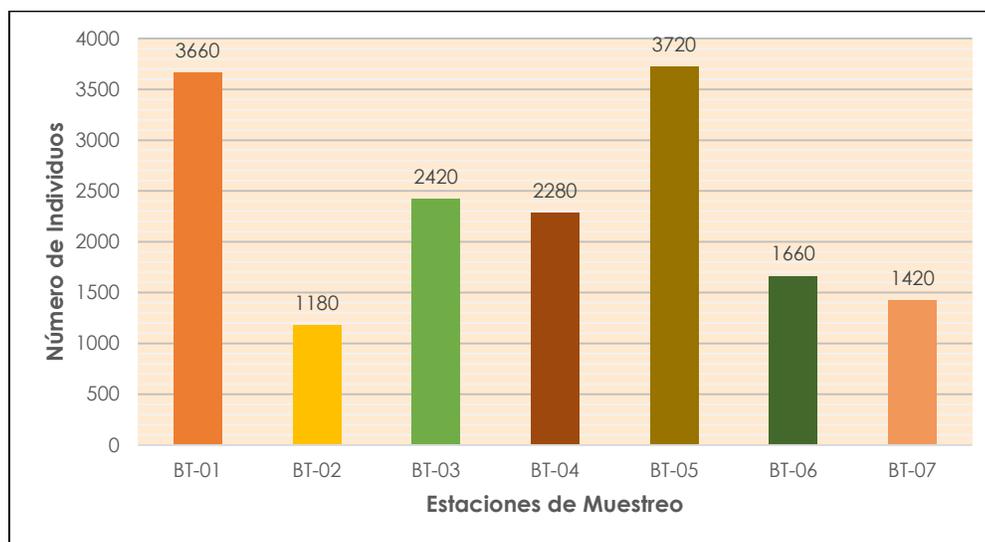
Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Plantago tubulosa* registró el mayor valor, con 3,720 individuos que representan el 22.26%, seguida de *Werneria sp.* con 1,580 individuos, que representan el 9.46% del total de individuos registrados por especie tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-46, Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Seca) - STANTEC.

Gráfico 3.3.3-46 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2017 (Época Seca) - STANTEC

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - STANTEC

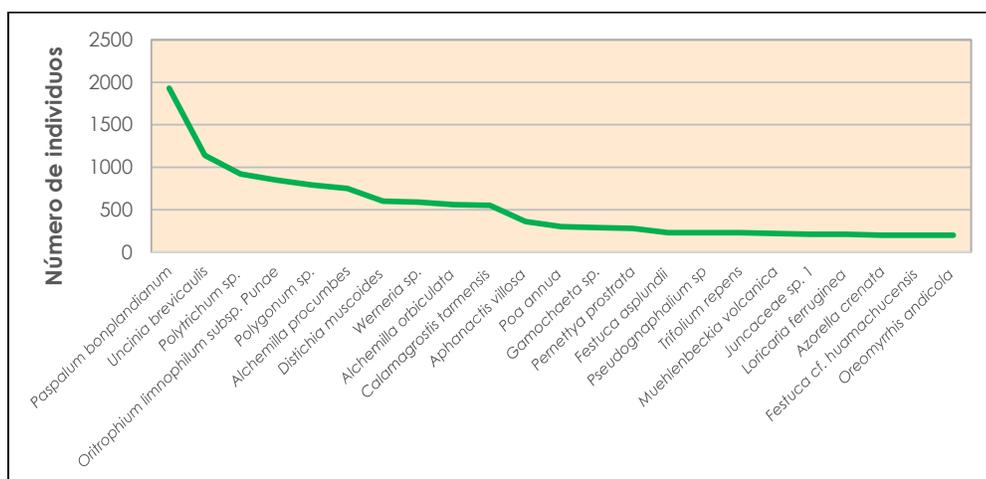
En el evento del 2018 (época húmeda), la estación de muestreo BT-05 (alrededores de la Laguna Totora) obtuvo el mayor valor, con 3,720 individuos; seguida de la estación BT-01 (sector La Pajuela / Quebrada Shillamayo) con 3,660 individuos. La estación que reportó menor abundancia fue la BT-02 (sector parte baja de la Quebrada Corral Blanco) con 541 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-47, *Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda) - STANTEC*.

Gráfico 3.3.3-47 Número de Individuos de Flora Registrados en el 2018 (Época Húmeda) – STANTEC

Elaborado por: Stantec, 2020.

Respecto al detalle de las especies más abundantes registradas, en este caso los datos registrados corresponden al número de individuos, donde *Paspalum bonplandianum* registró el más alto valor, con 1,930 individuos, seguida de *Uncinia brevicaulis* con 1,140 individuos, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-48, *Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda) - STANTEC*.

Gráfico 3.3.3-48 Especies con Mayor Número de Individuos en el 2018 (Época Húmeda) - STANTEC



Elaborado por: Stantec, 2020.

Análisis de Diversidad Alfa para Flora

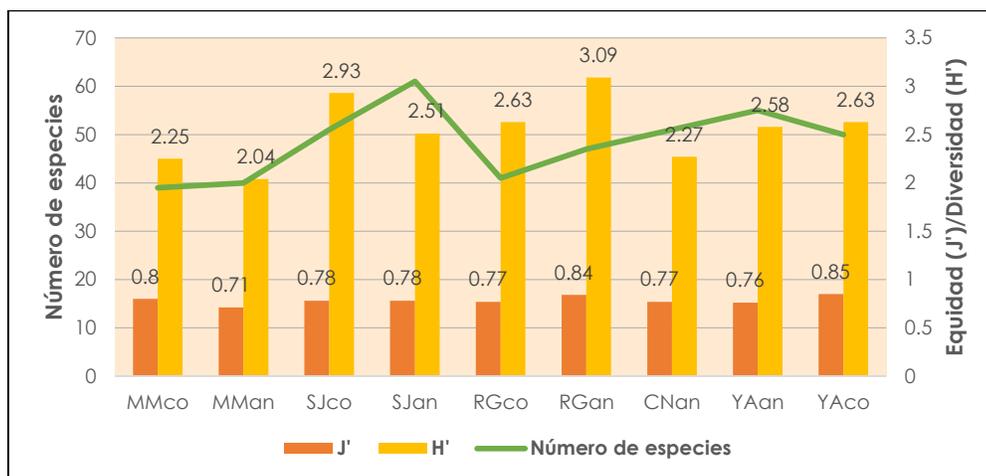
Índice de Diversidad y Equidad por Evento de Muestreo

A continuación, se presenta el análisis de diversidad alfa (Shannon-Wiener y Equidad) para cada uno de los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018.

Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2012 muestran que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo RGan del sector La Quinoa, obtuvo la mayor diversidad con 3.09 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue MMan del sector Maqui Maqui, con 2.04 bits/ind. Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada. La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue SJan con 61 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMco con un registro de 39 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-49, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-49 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)



Elaborado por: Stantec, 2020.

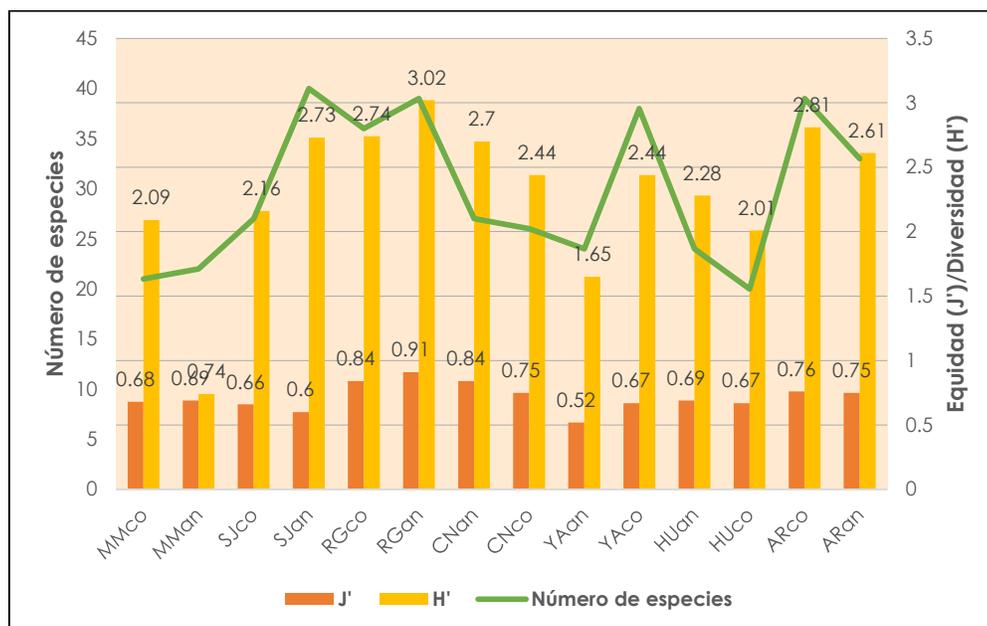
Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2013 muestran que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo RGan del sector La Quinua, obtuvo la mayor diversidad con 3.02 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue MMan del sector Maqui Maqui, con 0.74 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, a pesar de que la mayoría de los valores estuvieron cercanos a la unidad (1), se observó que en la estación YAan existe una especie que es ligeramente predominante, ya que obtuvo un valor de 0.52.

La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue SJan con 40 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue HUco con 20 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3- 50, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-50 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)



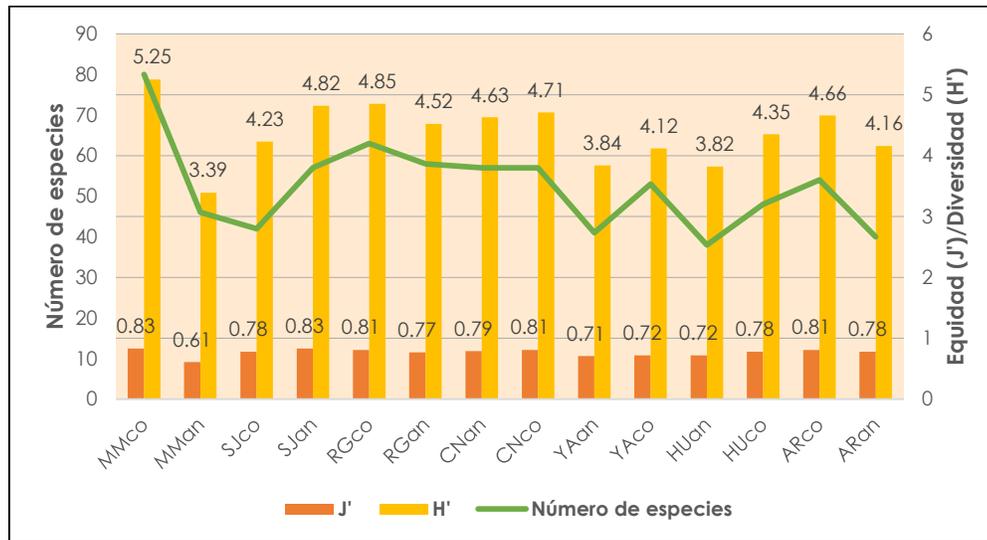
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2014 (época húmeda), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener, la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui, obtuvo la mayor diversidad con 5.25 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue MMan del sector Maqui Maqui, con 3.39 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

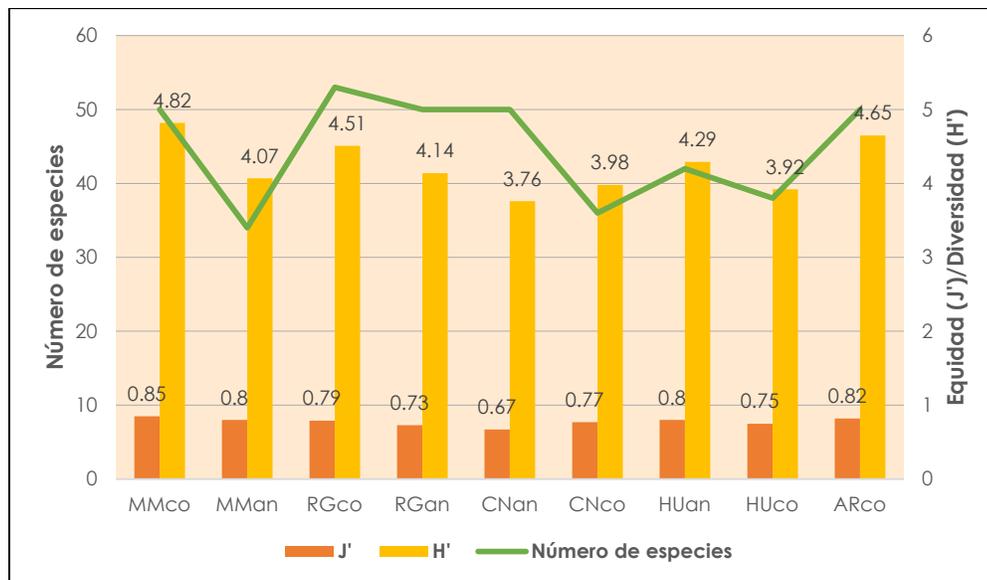
La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue MMco con 80 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue HUan con 38 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3- 51, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-51 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2014 (época seca), muestran que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui, obtuvo la mayor diversidad con 4.82 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue CNan del sector Cerro Negro, con 3.76 bits/ind. Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada. La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue RGco con 53 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMan con 34 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-52, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-52 Índices de Shannon-Wiener y Equidad - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

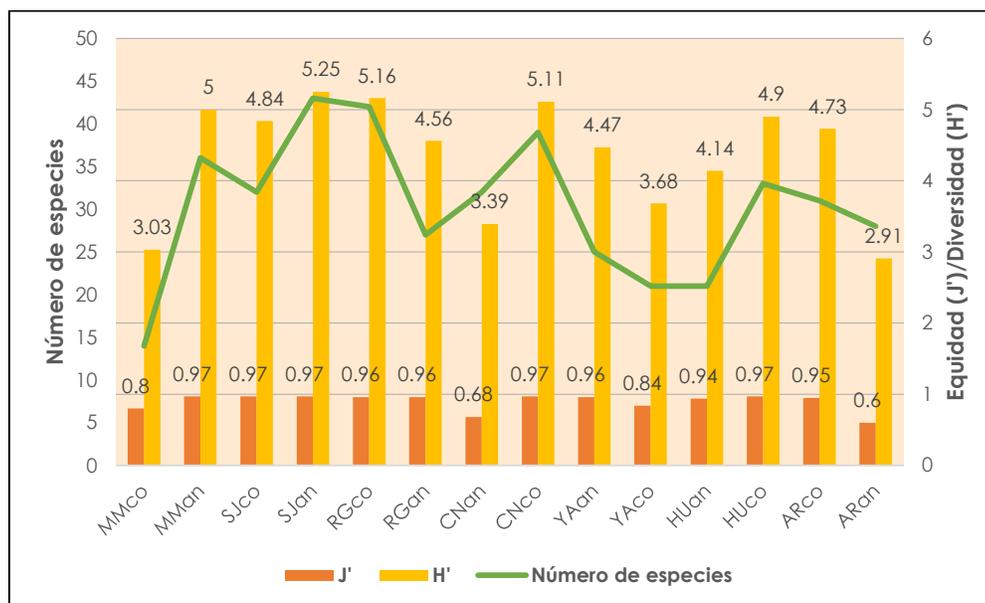
Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2015 (época húmeda), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener, la estación de muestreo SJan del sector San José, obtuvo la mayor diversidad con 5.25 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue ARan del sector Arnacocha, con 2.91 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue SJan con 43 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMco con 14 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3- 53, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-53 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)



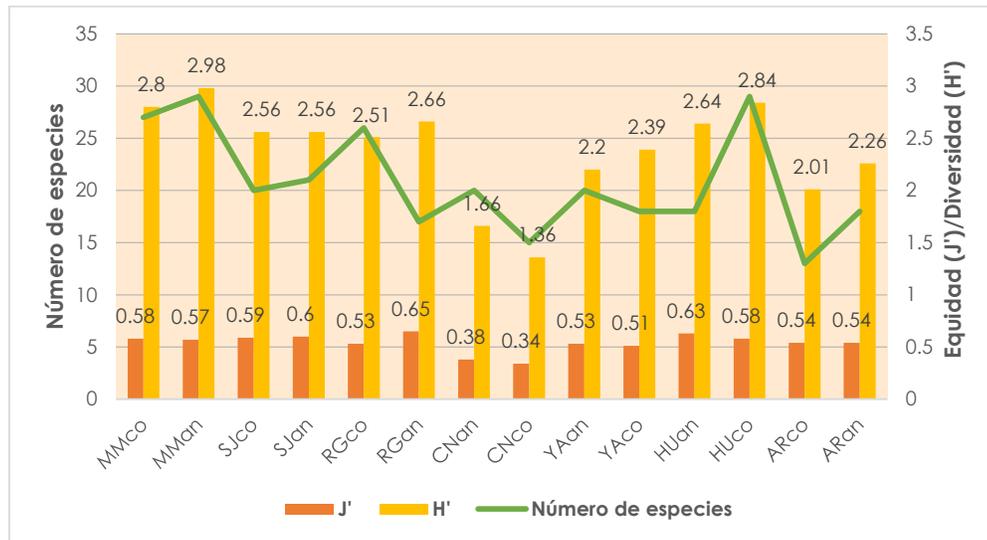
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el estudio ambiental del 2015 época seca, muestran que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo MMan del sector Maqui Maqui, obtuvo la mayor diversidad con 2.98 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue CNco del sector Cerro Negro con 1.36 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció la dominancia de especies en las estaciones CNan y CNco, por registrar valores cercanos a cero (0.38 y 0.34, respectivamente).

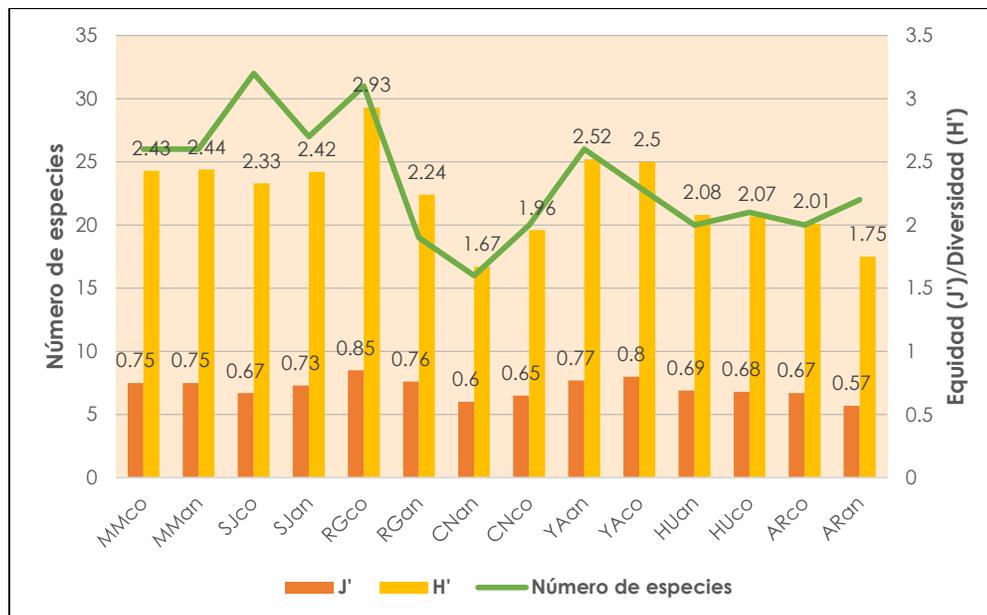
Las estaciones de muestreo con mayor número de especies registradas fueron MMan y HUco con 29 especies cada una, y la estación que obtuvo menor riqueza fue ARco con un registro de 13 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-54, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-54 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2016 (época húmeda), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo RGco del sector La Quinoa, obtuvo la mayor diversidad con 2.93 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue CNan del sector Cerro Negro, con 1.67 bits/ind. Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada. La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue SJco con 32 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue CNan con un registro de 16 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-55, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-55 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

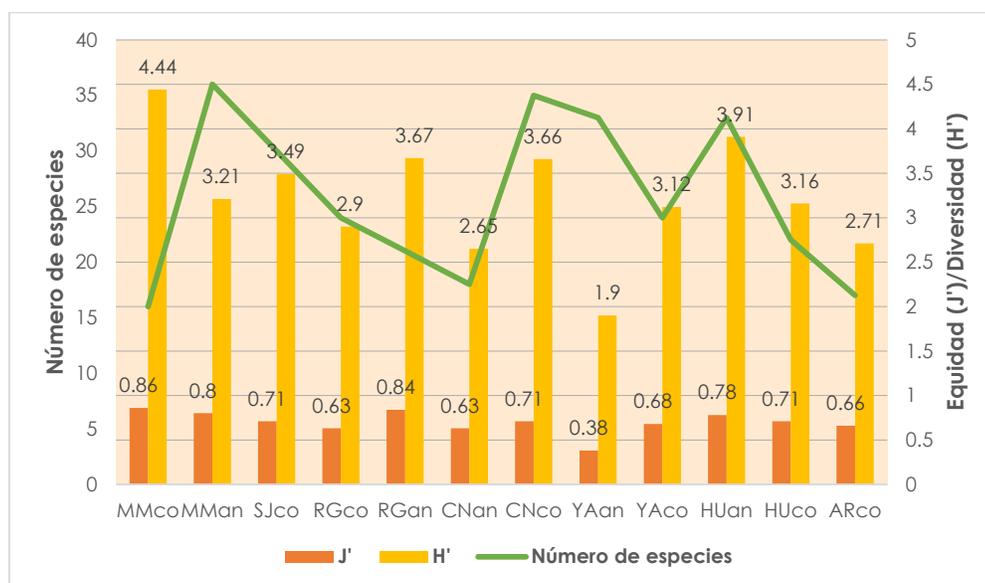
Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2016 (época seca), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo MMco del sector Maqui Maqui, obtuvo la mayor diversidad con 4.44 bits/ind., mientras que la estación de menor diversidad fue YAan del sector Yanacocha, con 1.9 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, en la mayoría de las estaciones de muestreo se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue MMan (sector Maqui Maqui) con 36 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMco, con un registro de 16 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-56, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-56 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2016 (Épocas Seca)



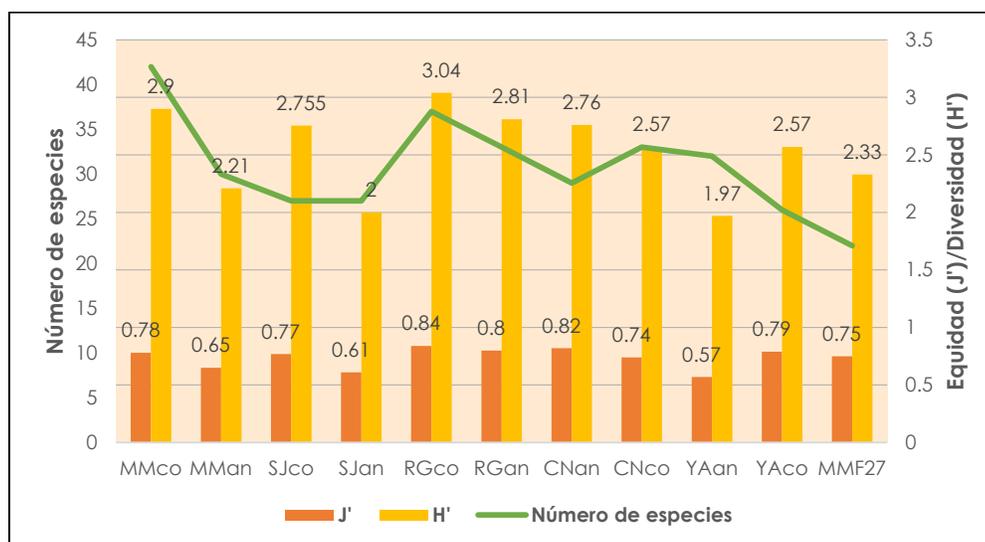
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2017 (época húmeda), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo RGco del sector La Quinua, obtuvo la mayor diversidad con 3.04 bits/ind.; mientras que la estación de menor diversidad fue YAan del sector Cerro Negro con 1.97 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

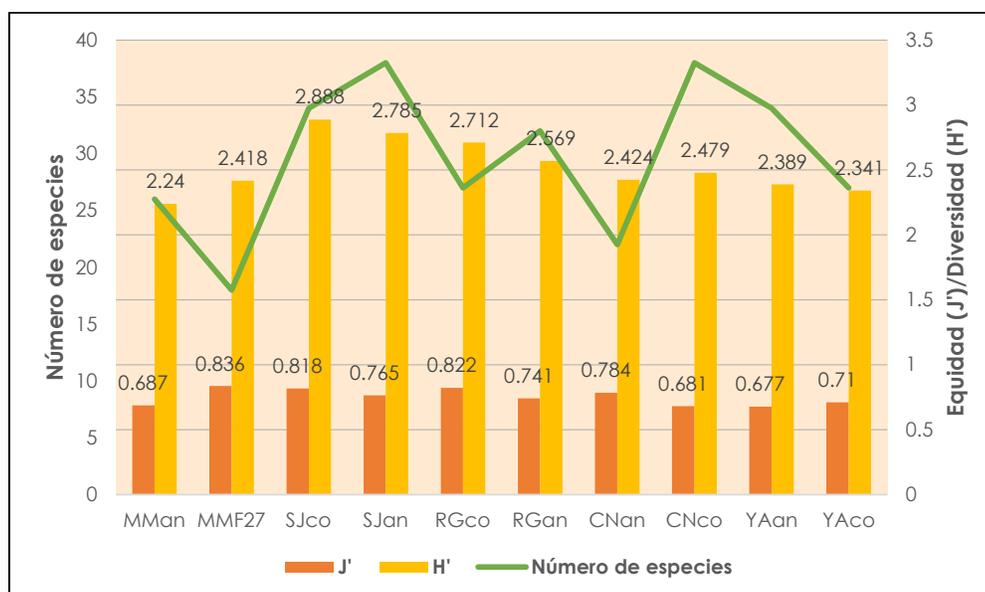
La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue MMco con 42 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMF27 con un registro de 22 especies. La estación MMF27 evaluó un humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-57, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-57 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2017 (época seca), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo SJco del sector San José obtuvo la mayor diversidad con 2.89 bits/ind., mientras que la estación de menor diversidad fue MMan del sector Maqui Maqui con 2.24 bits/ind. Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada. Las estaciones de muestreo con mayor número de especies registradas fue SJan y CNco, cada una con 38 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMF27 con un registro de 18 especies. La estación MMF27 evaluó un humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-58, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-58 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

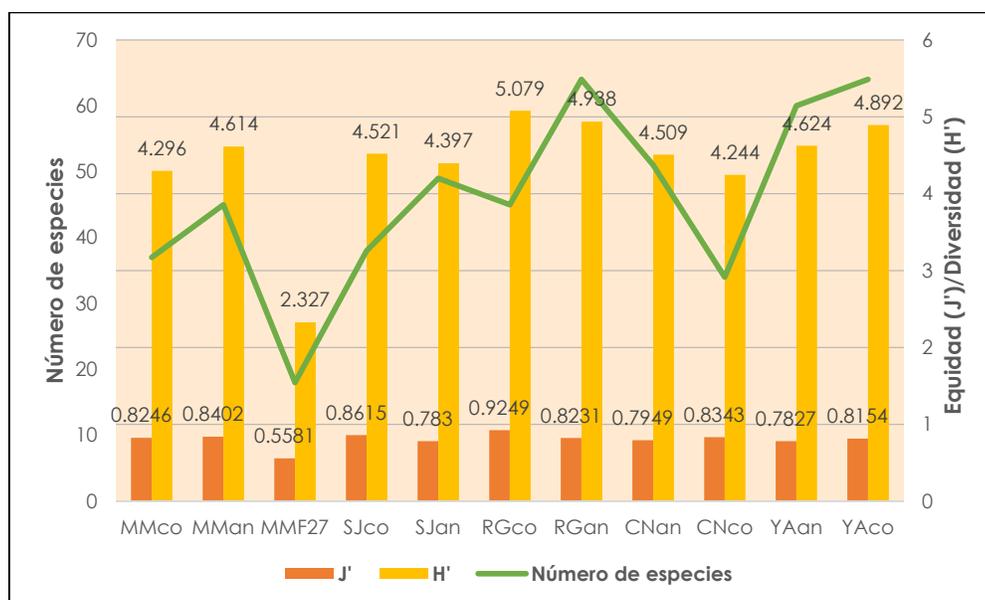
Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2018 (época húmeda) mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo RGco del sector La Quinua obtuvo la mayor diversidad con 5.079 bits/ind., mientras que la estación de menor diversidad fue MMF27, que corresponde al humedal del sector Maqui Maqui, con 2.33 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue RGan con 64 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMF27 con un registro de 18 especies. La estación MMF27 evaluó un humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-59, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-59 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)



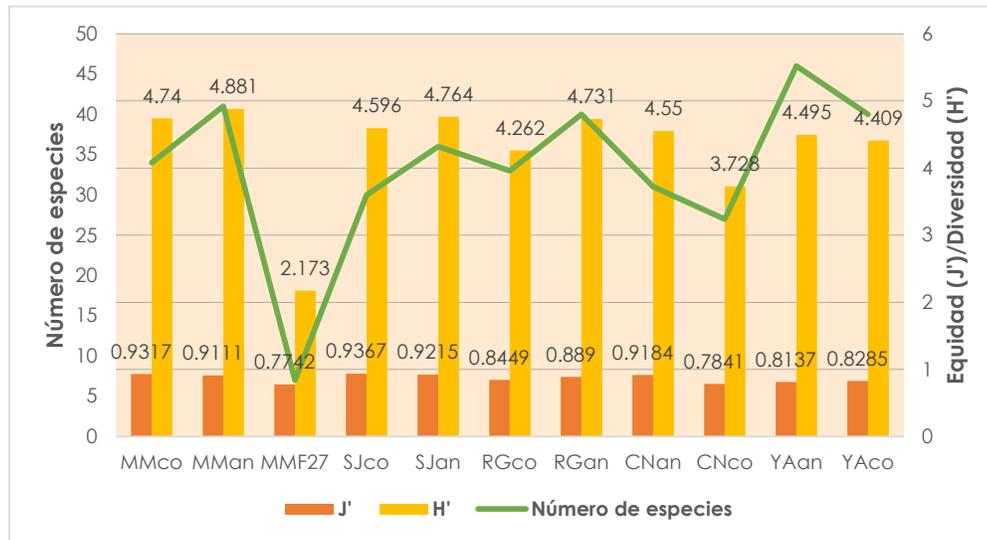
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2018 (época seca), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo MMan del sector Maqui Maqui obtuvo la mayor diversidad con 4.88 bits/ind., mientras que la estación de menor diversidad fue MMF27, que corresponde al humedal del sector Maqui Maqui, con 2.17 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un ligero equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada.

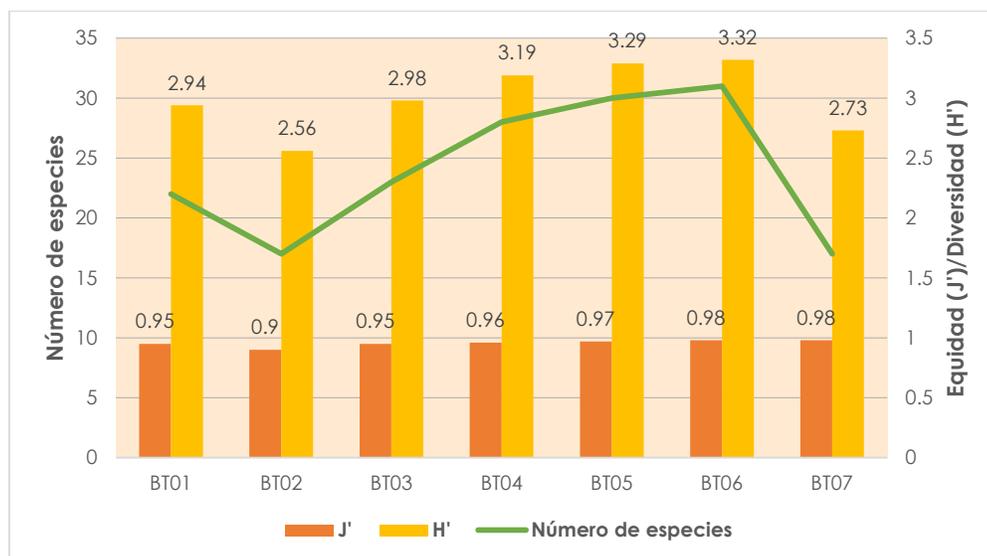
La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue YAan con 46 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue MMF27 con un registro de 07 especies. La estación MMF27 evaluó un humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-60, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-60 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2017 (época seca), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo BT-06 (sector Cerro Negro), obtuvo la más alta diversidad con 3.32 bits/ind., mientras que la estación de diversidad más baja fue BT-02 (parte baja de la Quebrada Corral Blanco) con 2.56 bits/ind. Respecto al índice de Equidad de Pielou, se evidenció un equilibrio en cuanto a la dominancia de alguna especie, ya que los valores cercanos a 1 indican que las especies registradas se encuentran en igual proporción en el área evaluada. La estación de muestreo con el más alto número de especies registradas fue BT-06 (sector Cerro Negro), con 31 especies, y las estaciones que obtuvieron la más baja riqueza fue BT-02 (parte baja de la Quebrada Corral Blanco) y BT-07 (alrededores del Dique Rejo), ambas con un registro de 17 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-61, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec*.

Gráfico 3.3.3-61 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec

Elaborado por: Stantec, 2020.

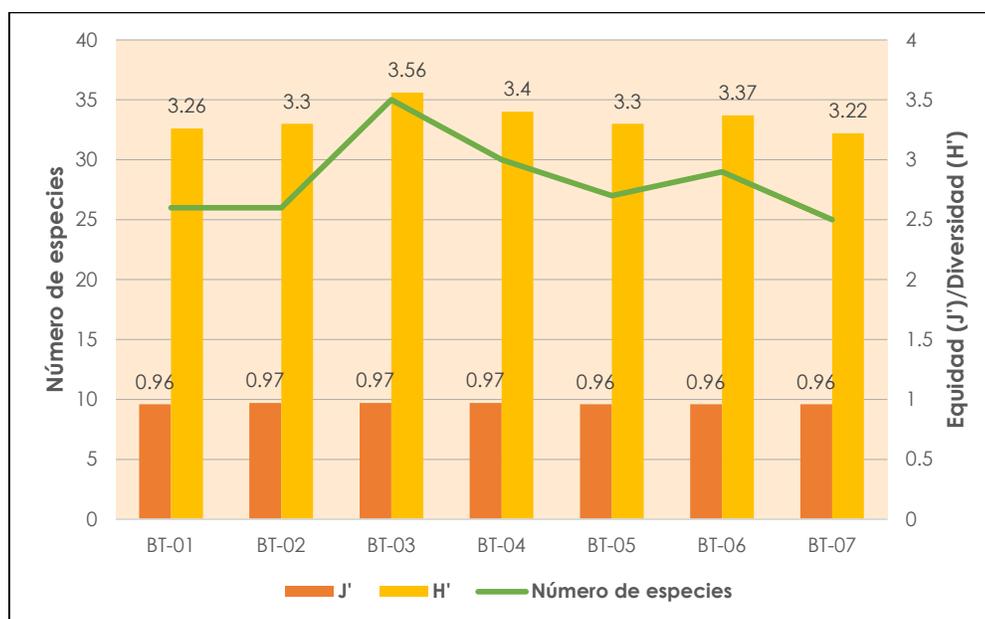
Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) – Stantec

Los resultados obtenidos en el evento de muestreo del 2018 (época húmeda), mostraron que según el índice de Shannon-Wiener la estación de muestreo BT-03 (Quebrada Encajón), obtuvo la diversidad más alta con 3.56 bits/ind., mientras que la estación con la diversidad más baja fue BT-07 (Dique Rejo) con 3.22 bits/ind.

Respecto al índice de Equidad de Pielou, existe una buena proporción de especies respecto a sus individuos.

La estación de muestreo con mayor número de especies registradas fue BT- 03 (Quebrada Encajón) con 35 especies, y la estación que obtuvo menor riqueza fue BT-07 (alrededores del Dique Rejo) con un registro de 25 especies, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-62, *Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec*.

Gráfico 3.3.3-62 Índices de Shannon-Wiener y Equidad – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec

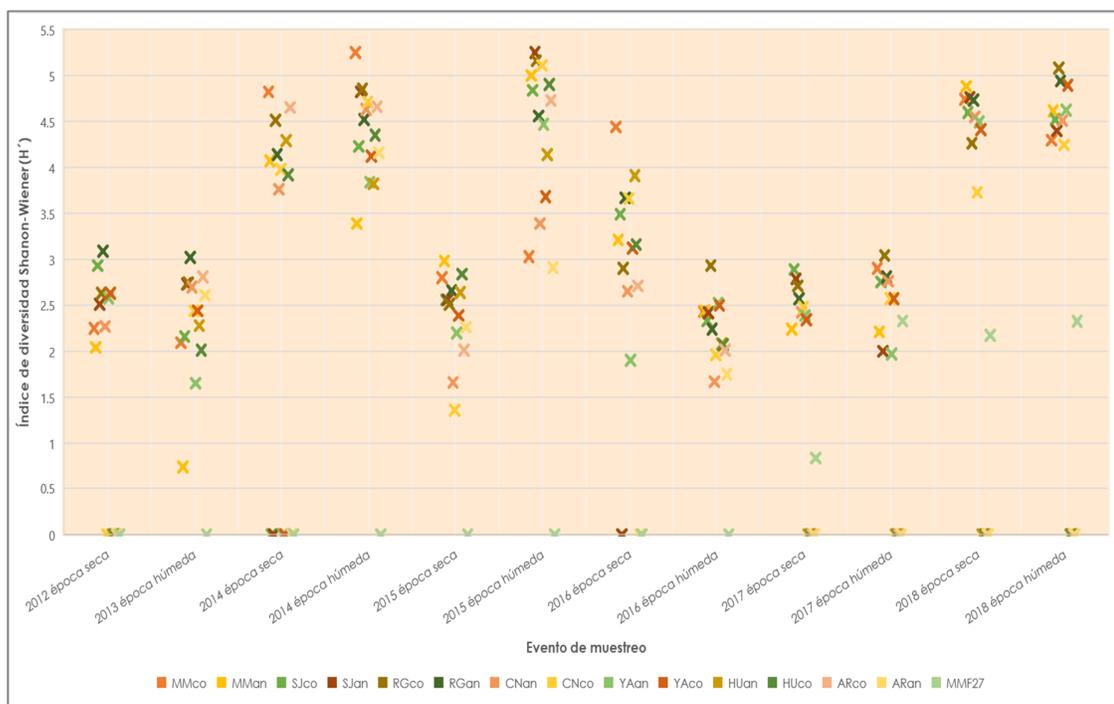


Elaborado por: Stantec, 2020.

Índice de Diversidad y Equidad por Evento de Muestreo

Al realizar un análisis histórico del índice de Shannon-Wiener, se aprecia que en los eventos de muestreo del 2014 (época húmeda) y 2015 (época húmeda), fueron registrados los valores más altos de diversidad, específicamente en la estación de muestreo MMco, del sector Maqui Maqui, y SJan, del sector San José, respectivamente, con 5.25 bits/individuo.

Los eventos de muestreo que registraron valores de cero corresponden a las estaciones de muestreo que no fueron evaluadas, por motivos de quema de pastizales y/o conflictos sociales, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-63, *Análisis Histórico del Índice de Shannon-Wiener – Eventos de Muestreo 2012-2018*.

Gráfico 3.3.3-63 Análisis Histórico del Índice de Shannon-Wiener – Eventos de Muestreo 2012-2018

Elaborado por: Stantec, 2020.

Curva de Acumulación de Especies de Flora

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de flora terrestre, tomando en cuenta las formaciones vegetales, y los estudios que han sido parte de la línea base para el periodo 2017-2018 (época seca 2017 y época húmeda 2018).

Evento de Muestreo (Época Seca)

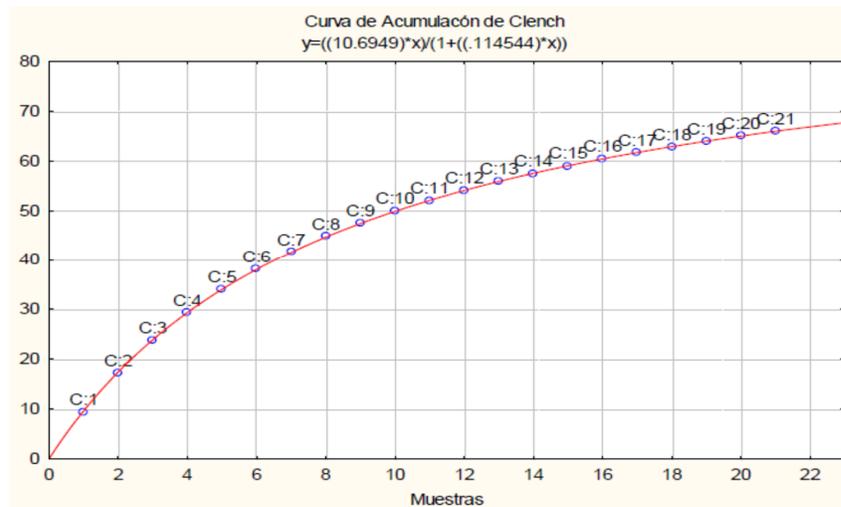
A continuación, se presentan las curvas de acumulación de Clench para la totalidad del Proyecto (7 estaciones) y por unidad de vegetación durante la época seca.

Curva de acumulación de Clench para toda la Evaluación

Se obtuvo la curva de Clench con los siguientes datos:

$$a = 10.69, b = 0.11, R^2 = 0.99998, \text{pendiente} = 0.146$$

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo, con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 0.46, que a pesar de no ser menor a 0.1, con la proporción de especies registradas de 70.68%, indica que se logró un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones por estación de muestreo para abarcar mayor biodiversidad presente en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-64, *Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación - Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-64 Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación – Época seca

Fuente: Stantec, 2020.

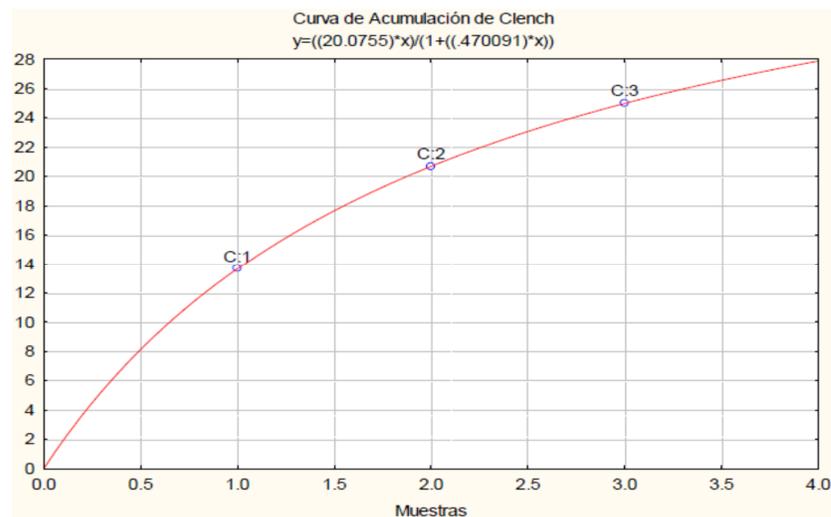
Curva de acumulación de Clench por Unidad de Vegetación

- i. Humedal Altoandino

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$$a = 20.08, b = 0.47, R^2 = 0.9999, \text{pendiente} = 0.123$$

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo, con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 0.123, que a pesar de no ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un muestreo bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 58.54%, indica que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones por estación de muestreo con el fin de abarcar mayor biodiversidad en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-65, Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Seca.

Gráfico 3.3.3-65 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Seca

Fuente: Stantec, 2020.

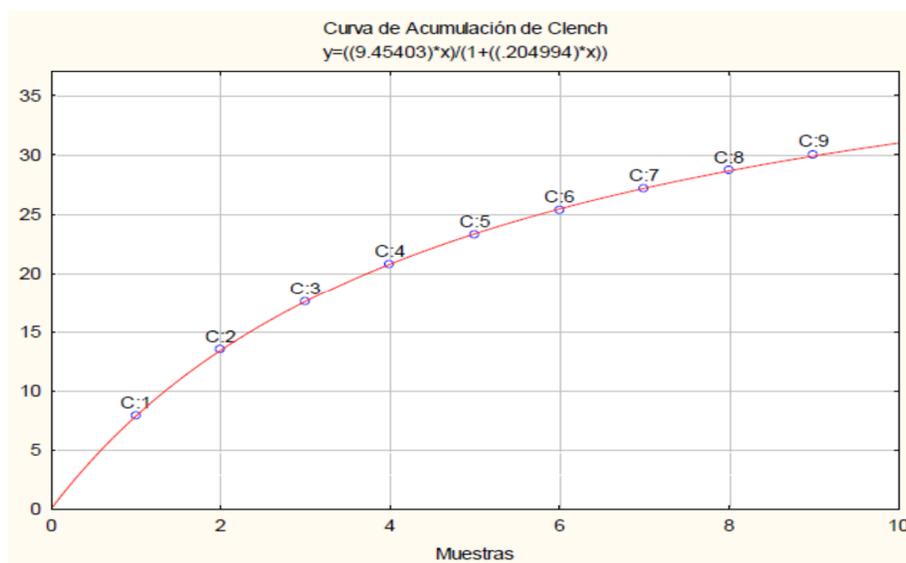
ii. Pajonal Andino

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$$a= 9.45, b= 0.21, R^2=0.9999, \text{pendiente}=0.18$$

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo, con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 0.18, que al ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un muestreo bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 65.05%, indica que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones por estación de muestreo con el fin de abarcar mayor biodiversidad en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-66, *Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-66 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

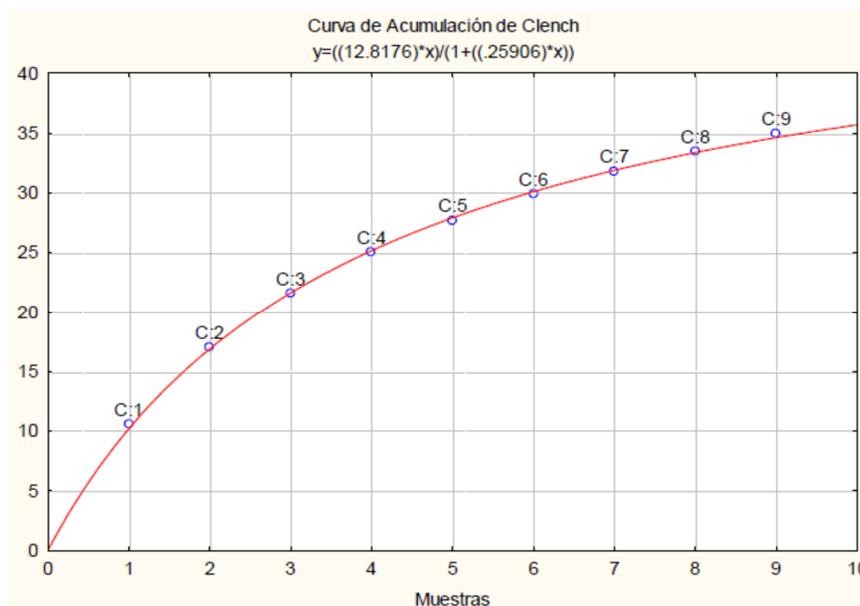
iii. Matorral Arbustivo

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$$a= 12.82, b= 0.26, R^2=0.9992, \text{pendiente}=0.126$$

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo, con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 0.12, que a pesar de no ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un muestreo bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 70.74%, indica que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones por estación de muestreo para abarcar mayor biodiversidad presente en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-67, *Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-67 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo (Época Húmeda)

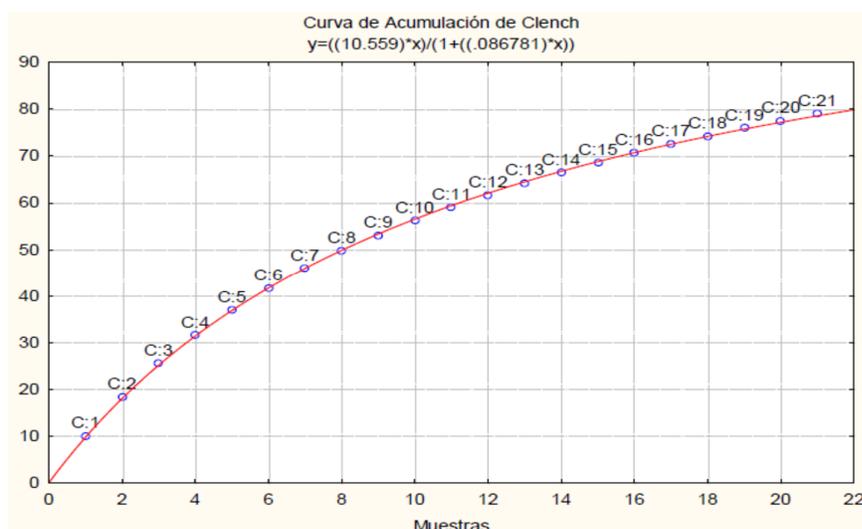
A continuación, se presentan las curvas de acumulación de Clench para la totalidad del Proyecto (7 estaciones) y por unidad de vegetación durante la época húmeda.

Curva de acumulación de Clench para toda la Evaluación

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$a = 10.56$, $b = 0.89$, $R^2 = 0.99983$, pendiente = 5.14

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados a nivel de todo el proyecto. Asimismo, con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 5.14 que, por ser mayor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable), evidencia la alta diversidad de especies registradas en esta temporada (época húmeda), además, con la proporción de especies registradas (33.69 %), se recomienda incrementar el número de repeticiones por punto de muestreo, con lo cual se podría registrar una mayor diversidad de especies en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-68, *Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-68 Curva de Acumulación de Clench para toda la Evaluación – Época Húmeda

Fuente: Stantec, 2020

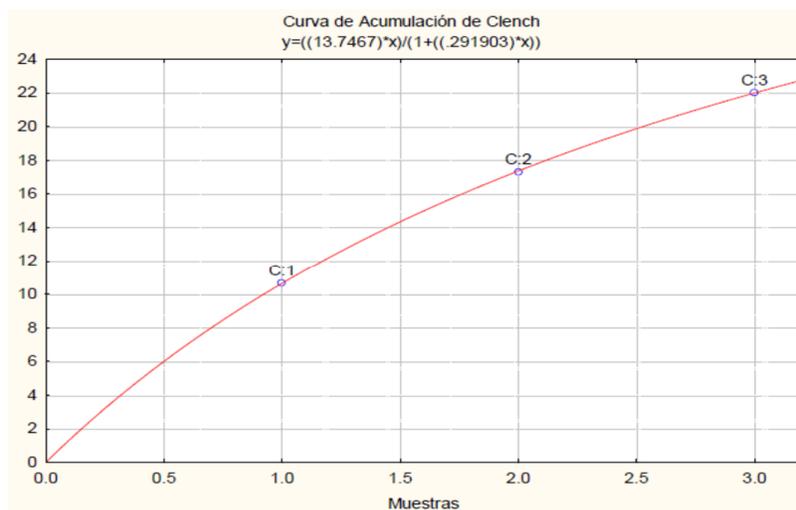
Curva de acumulación de Clench por Unidad de Vegetación

i. Humedal Altoandino

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

 $a = 13.75$, $b = 0.29$, $R^2 = 0.9999$, pendiente = 2.27

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 2.27, que a pesar que no ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 87.06%, podemos afirmar que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones en esta formación vegetal para abarcar mayor biodiversidad. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-69, *Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-69 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Humedal Altoandino – Época Húmeda

Fuente: Stantec, 2020

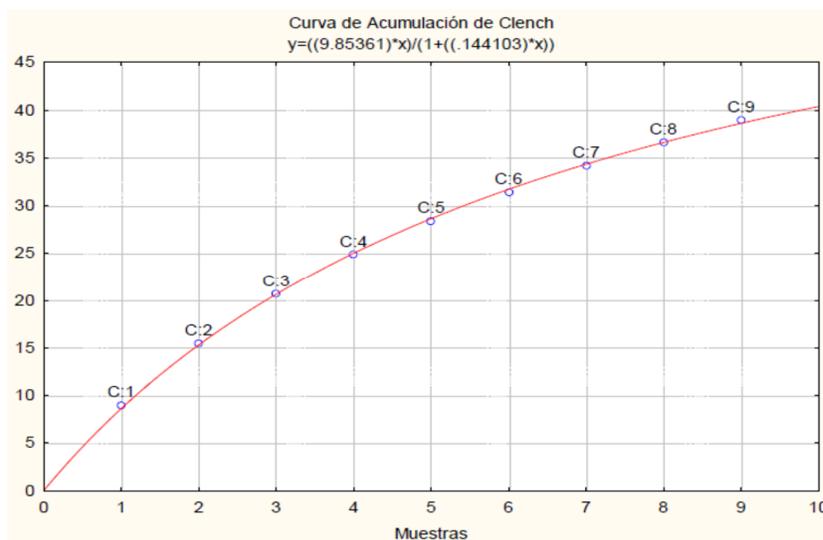
ii. Pajonal Andino

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$a= 9.45$, $b= 0.21$, $R^2=0.9999$, pendiente= 0.18

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 0.18, que a pesar que no ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 65.05%, podemos afirmar que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones por estación de muestreo para abarcar mayor biodiversidad presente en la zona. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-70, *Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-70 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Pajonal Andino – Época Húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

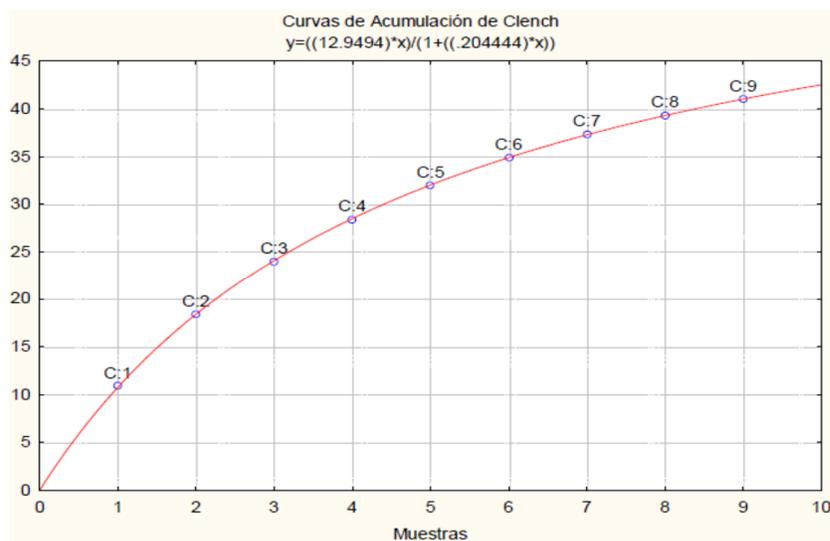
iii. Matorral Arbustivo

Se obtuvieron los siguientes datos con la curva de Clench obtenida:

$a= 12.95$, $b= 0.20$, $R^2=0.9999$, pendiente= 3.17

El valor de R^2 indica un buen ajuste de la curva a los datos registrados. Asimismo con los datos de "a" y "b", se obtuvo una pendiente de 3.17, que a pesar que no ser menor a 0.1 (valores menores a 0.1 indican que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable), con la proporción de especies registradas de 64.73%, podemos afirmar que se realizó un adecuado esfuerzo de muestreo, el cual podría mejorar aumentando el número de repeticiones en esta formación vegetal para abarcar mayor biodiversidad. La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-71, *Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-71 Curva de Acumulación de Clench para la Unidad de Vegetación de Matorral Arbustivo – Época Húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

Análisis de Diversidad Beta para Flora

Índices de Similitud

El índice de similitud de Jaccard muestra la semejanza de las áreas evaluadas basándose en los registros cualitativos de especies en cada una de las estaciones de muestreo. El presente análisis fue elaborado con la información de composición de flora registrada en los eventos de muestreo del 2018 (épocas húmeda y seca); y en los eventos realizados por Stantec en setiembre del 2017 (época seca) y en enero del 2018 (época húmeda).

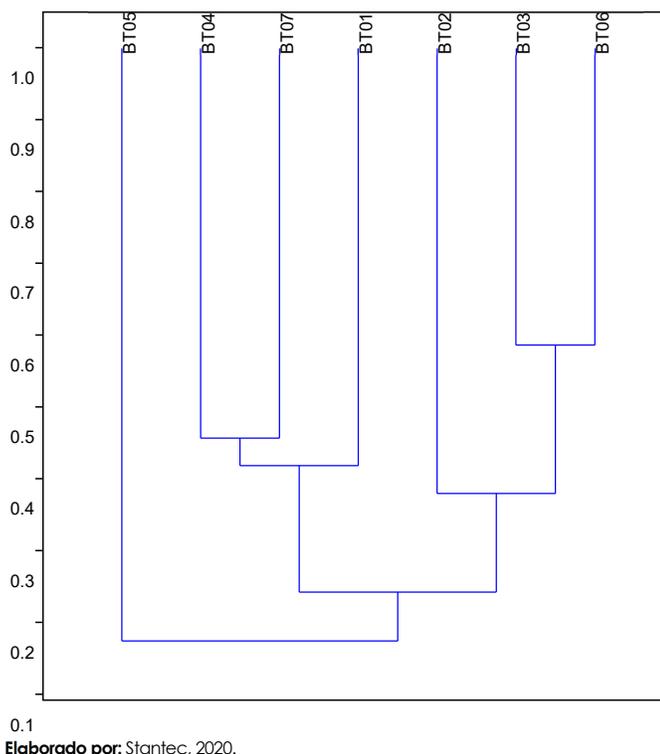
Índice de Jaccard en Eventos de Muestreo Realizados por Stantec

Los agrupamientos formados en ambos eventos de muestreo (setiembre del 2017 y enero del 2018) son relativamente similares. En el evento efectuado en la época seca, se identifica tres agrupamientos: el primero conformado por las estaciones BT-02, BT-03 y BT06, las cuales pertenecen a la formación vegetal de matorral, compartiendo especies del género *Gynoxys* y especies tales como *Pernettya prostrata* y *Brachyotum longisepalum*.

El segundo agrupamiento lo conforman las estaciones de muestreo BT-01, BT-04 y BT-07, las cuales corresponden a la formación vegetal de pajonal, donde comparten las especies *Calamagrostis vicunarium*, *Paspalum bonplandianum* y *Werneria nubigena*.

Por último, se tiene el último agrupamiento que solo incluye a la estación de muestreo BT-05, que corresponde a un humedal altoandino, con *Alchemilla pinnata*, *Plantago tubulosa* y *Werneria sp.* como las especies más representativas, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-72, *Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado por Stantec (Setiembre, 2017)*.

Gráfico 3.3.3-72 Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado por Stantec (Setiembre, 2017)

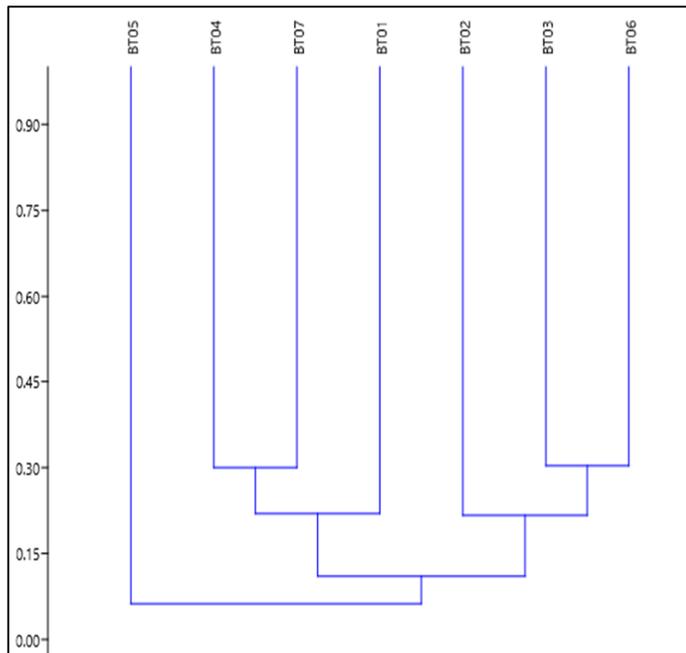


En el evento efectuado en la época húmeda, también se identifica tres agrupamientos: el primero conformado por las estaciones BT-02, BT-03 y BT06, las cuales pertenecen a la formación vegetal de matorral, compartiendo especies del género *Gynoxys* y especies tales como *Pernettya prostrata* y *Brachyotum longisepalum*.

El segundo agrupamiento lo conforman las estaciones de muestreo BT-01, BT-04 y BT-07, las cuales corresponden a la formación vegetal de pajonal, donde comparten especies del género *Calamagrostis* y especies tales como *Paspalum bonplandianum* y *Werneria nubigena*.

Luego, se tiene un último agrupamiento que solo incluye a la estación de muestreo BT-05, que corresponde a un humedal altoandino, con especies dominantes tales como *Plantago tubulosa* y *Werneria sp.*, las cuales son las especies más representativas, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-73, Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado por Stantec (Enero, 2018).

Gráfico 3.3.3-73 Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para los Eventos de Muestreo Realizados por Stantec (Enero, 2018)



Elaborado por: Stantec, 2020.

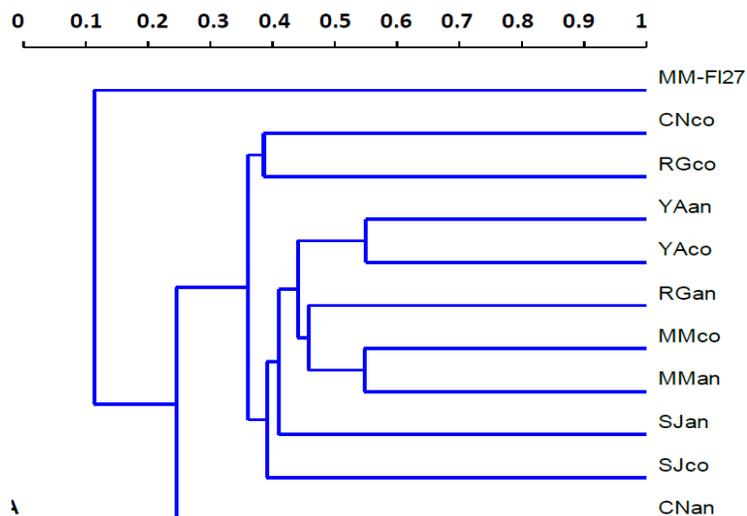
Índice de Jaccard en Eventos de Muestreo Realizados en el 2018 (Épocas Húmeda Seca) – Programa de Monitoreo Biológico

En el evento efectuado en la época húmeda del 2018, los valores de índice de diversidad de Jaccard fueron relativamente bajos para la mayoría de las estaciones de seguimiento y control (<55%). La similitud más alta se presentó entre las estaciones YAn y YAc con el 55 % (43 especies en común), y entre las estaciones MMan y MMco con el 54.7% (29 especies en común). Los porcentajes más bajos de similitud los presentó la estación MM-FI27, con valores menores al 17%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-74, *Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Húmeda) – Programa de Monitoreo Biológico*.

De igual manera en el evento efectuado en la época seca del 2018, los valores de índice de diversidad de Jaccard fueron relativamente bajos para la mayoría de las estaciones de seguimiento y control (<55%). La similitud más alta se presentó entre las estaciones MMco y SJan con el 46% (22 especies en común), y entre las estaciones RGco y CNco con el 46% (19 especies en común). Los porcentajes más bajos de similitud los presentó la estación MM-FI27, con valores menores al 13%, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-75, *Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Seca) – Programa de Monitoreo Biológico*.

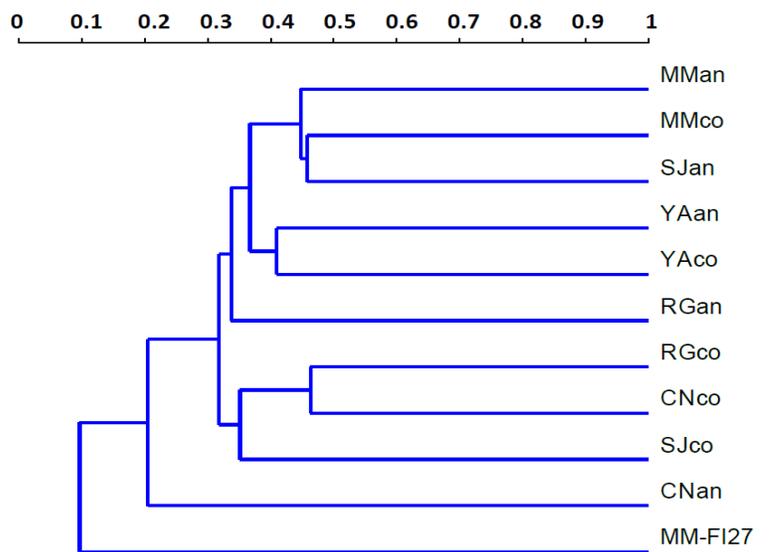
Es preciso señalar que las estaciones ubicadas en los sectores Cerro Negro (CNan y CNco), Yanacocha (YAn y YAc), La Quinua (RGan y RGco), San José (SJan y SJco) y Maqui Maqui (MMan y MMco) se encuentran en la formación vegetal de pajonal andino; mientras que, la estación MM-FL27 se encuentra en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui, es por ello que existe la diferencia en la composición florística, y la baja similitud entre las estaciones ubicadas en el pajonal andino y la estación ubicada en el humedal.

Gráfico 3.3.3-74 Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Húmeda) – Programa de Monitoreo Biológico



Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.3-75 Dendrograma de Similitud con el Índice de Jaccard para el Evento de Muestreo Realizado en el 2018 (Época Seca) – Programa de Monitoreo Biológico



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evaluación de Pastos Naturales en el Área de Estudio

Para la caracterización agrostológica o de pastos naturales en el área de estudio se ha utilizado los resultados de la evaluación agrostológica efectuada en el área del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este (INSIDEO, 2016), que corresponde al sector Este del área de estudio.

La evaluación agrostológica estuvo dirigida a determinar la condición de los pastos naturales, y a estimar la capacidad sustentadora de los pastos naturales en el área del Proyecto Carachugo Suplementario Yanacocha Este. A continuación, se resume la metodología empleada por Insideo en la evaluación agrostológica realizada en el 2015, así como los principales resultados obtenidos en dicha evaluación.

Etapa de Campo

Se efectuó el censo de la vegetación en cada punto de muestreo predeterminado en gabinete y ubicado en campo. Se utilizó el método denominado "Transección al Paso", el cual consiste en realizar 100 observaciones por cada sitio; es decir, cada dos pasos simples en línea recta y con la ayuda del anillo censador se realiza la observación de la especie que "cae" dentro del anillo.

En cada observación se anotó:

- La(s) especie(s) vegetal(es) en estratos herbáceos o arbustivos.
- Mantillo.
- Especies inferiores (musgos).
- Suelo desnudo, sin vegetación.
- Roca

Determinación de la Condición de los Pastizales

Se determinó la condición de los pastizales teniendo en cuenta que, para cada sitio, la valoración estará en razón directa de la composición florística que posea y de la especie animal de pastoreo. El cálculo y la determinación de la condición del pastizal se hicieron en base a puntajes obtenidos.

$$C.P. = 0.5 (E.D) + 0.2 (I.F) + 0.1 (I.V) + 100 - (B.R.P) 0.2$$

Donde:

ED = Índice de especies decrecientes o deseables.

IF = Índice forrajero, especies palatables o decrecientes + especies poco palatables o acrecentantes.

IV = Índice de vigor, según lo calculado con las medidas en campo de las plantas indicadoras.

BRP = Índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión, porcentaje de suelo cubierto por vegetación y/o hojarasca.

De esta forma, basada en el puntaje de los índices, se establecen igualmente cinco niveles de calidad del pastizal: excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre, especificada en la Tabla 3.3.3-3, *Condición del Pastizal*.

Tabla 3.3.3-3 Condición del Pastizal

| Puntaje Total | Condición Del Pastizal |
|--|------------------------|
| 79 a 100 | Excelente |
| 54 a 78 | Bueno |
| 37 a 53 | Regular |
| 23 a 36 | Pobre |
| 0 a 22 | Muy Pobre |
| Fuente: Flores y Malpartida (1988). | |

Determinación de la capacidad sustentadora ganadera

La capacidad sustentadora ganadera se refiere al número de animales que pueden pastorear en un área año tras año, sin inducir retrogresión. Sampson (1944) define la capacidad sustentadora como el número de animales de una o más clases que un área de buena condición soportaría durante el tiempo que el forraje es palatable y accesible, sin disminuir la producción forrajera en la estación subsiguiente.

Para determinar la capacidad sustentadora ganadera (carga óptima), por hectárea/año, previamente se calculó el área de cada sitio evaluado y se multiplicó por la carga recomendable de acuerdo con la condición de éste. Se tomó como referencia los valores consignados en la Tabla 3.3.3-4, *Carga Estimada por Condición/ha/Año*.

Tabla 3.3.3-4 Carga Estimada por Condición/ha/Año

| Condición | Alpacas | Ovinos | Vacunos |
|--|---------|--------|---------|
| Excelente | 2.70 | 4.00 | 1.00 |
| Bueno | 2.00 | 3.00 | 0.75 |
| Regular | 1.00 | 1.50 | 0.38 |
| Pobre | 0.33 | 0.50 | 0.13 |
| Muy Pobre | 0.17 | 0.25 | 0.07 |
| Fuente: Flores y Malpartida (1988) | | | |

Los resultados indican que existen pastizales de condición buena, regular, pobre y muy pobre en el área de estudio. A continuación, se describe cada uno de ellos.

Pastizales de Condición "Buena"

Se ha observado pastizales de condición buena en zonas aledañas a la Quebrada Honda, a la Quebrada del Hornamo, a la Quebrada del Río Colorado y a la Laguna Totora. También se ha observado pastos de condición buena en la parte Oeste del sector SYE: en los alrededores de la Quebrada Amacocha, de la Quebrada Pachanes, de la Quebrada Ocucho Machay y de la Quebrada Chaquicocha; y en la parte Sur del sector SYE: en las zonas aledañas a la Quebrada Quishuar Corral, a la Quebrada San José y a la Quebrada La Saccha.

Estos pastizales tienen en su composición florística como especie dominante a *Paspalum tuberosum*, la cual es muy palatable para el ganado. Estos pastizales mostraron los siguientes valores: el índice de especies decrecientes se encontró en un rango de regular a bueno; el índice de densidad forrajera estuvo en un rango de bueno a excelente; el índice de condición de suelo estuvo en un rango de bueno a excelente; y finalmente, el índice de vigor estuvo en un rango de pobre a excelente. Estos valores hacen que este pastizal haya sido calificado como uno de condición "Buena".

Finalmente, la capacidad sustentadora de estos pastizales de condición "Buena" fue de 3.00 unidades ovino (U.O) por hectárea/ año; y la capacidad sustentadora en las 1,799.85 ha del sector SYE que ocupa esta calidad de pastizal fue de 5,400 U.O. Por las características en su composición, este tipo de pastizal tiene aptitud para la crianza de ganado ovino mejorado y/o camélido (llamas).

Pastizales de condición "Regular"

Se ha observado pastizales de condición regular en zonas aledañas a la Quebrada Pampa Larga, a la Quebrada del Río Colorado y a la Quebrada Vizcacha. Además, se ha observado pastos de condición regular en la parte Oeste del sector SYE: en los alrededores de la Quebrada Chaquicocha, de la Quebrada Huóscar y de la Quebrada Ocucho Machay; y en la parte Sur del sector SYE: en las zonas aledañas a la Quebrada Encajón, en el Cerro Retratuyoc y en el Cerro Paquerume.

Estos pastizales tienen en su composición florística como especie dominante a *Calamagrostis tarmensis* y a *Anatherostipa hansmeyerii*, que son especies poco palatables para el ganado. Estos pastizales mostraron los siguientes valores: el índice de especies decrecientes se encontró en un rango de pobre a regular; el índice de densidad forrajera fue bueno; el índice de condición de suelo se encontró en un rango de bueno a excelente; y finalmente, el índice de vigor se encontró en un rango de muy pobre a pobre. Estos valores hacen que este pastizal haya sido calificado como uno de condición "Regular".

Estos pastizales presentaron una capacidad sustentadora de 1.50 unidades ovino (U.O) por hectárea/año, y la capacidad sustentadora en las 1,758.84 ha, que ocupa en el sector SYE fue de 2,639 U.O. Igualmente, por las características en su composición este tipo de pastizal tiene aptitud para la crianza de ganado ovino mejorado y/o camélidos.

Pastizales de condición "Pobre"

Se ha observado pastizales de condición pobre en zonas aledañas a la Quebrada Totorá y a la Laguna Totorá. Asimismo, se ha observado pastos de condición pobre en la parte Noroeste del sector SYE, cerca de las áreas revegetadas; así como también en la parte Oeste del sector SYE (parte media), ocupando parte de los afloramientos localizados en esa área; y en la parte Sur del sector SYE, cerca de la Quebrada La Saccha y de la Laguna San José.

Estos pastizales tienen en su composición florística como especie dominante a *Calamagrostis tarmensis*, que es una especie poco palatable para el ganado. Los pastizales de condición "Pobre" mostraron los siguientes valores: el índice de especies decrecientes fue pobre, el índice de densidad forrajera fue regular; el índice de condición de suelo fue regular; y finalmente, el índice de vigor fue regular. Estos valores hacen que este pastizal haya sido calificado como uno de condición "Pobre".

Estos pastizales presentaron una capacidad sustentadora de 0.50 unidades ovino (U.O) por hectárea/año; y la capacidad sustentadora en las 258.71 ha, que ocupa en el sector SYE fue de 130 U.O. Por las características en su composición este tipo de pastizal también tiene aptitud para la crianza de ganado ovino mejorado y/o camélido.

Pastizales de Condición "Muy Pobre"

Se ha observado pastizales de condición muy pobre en la parte Noroeste del sector SYE, cerca de las áreas de pajonales intervenidos; y en la parte Sur del sector SYE, cerca de la Quebrada Chaquicocha.

Estos pastizales tienen en su composición florística como especie dominante a *Calamagrostis tarmensis*, que es una especie muy poco palatable para el ganado. Estos pastizales de condición "Muy Pobre" mostraron los siguientes valores: el índice de especies decrecientes fue muy pobre; el índice de densidad forrajera fue muy pobre; el índice de condición de suelo fue pobre; y finalmente, el índice de vigor fue muy pobre. Estos valores hacen que este pastizal haya sido calificado como uno de condición "Muy Pobre".

Estos pastizales presentaron una capacidad sustentadora de 0.25 unidades ovino (U.O) por hectárea/año; y la capacidad sustentadora en las 319.42 ha, que ocupa en el sector SYE fue de 80 U.O. Por las características en su composición este tipo de pastizal también sólo tiene aptitud para la crianza de ganado ovino mejorado y/o camélido.

La Tabla 3.3.3-5, *Capacidad Sustentadora Ganadera de los Pastizales en el Sector SYE*, muestra la superficie (en hectáreas y porcentaje) de los tipos de pastizales identificados en el sector SYE, además de la carga estimada, y la capacidad sustentadora ganadera en unidades ovino.

Tabla 3.3.3-5 Capacidad Sustentadora Ganadera de los Pastizales en el Sector SYE

| Calidad del Pastizal | Superficie (ha) | Porcentaje (%) | Carga estimada/ Condición/ha/año Unidad Ovino | Capacidad Sustentadora en Unidades Ovino |
|----------------------|-----------------|----------------|--|---|
| Bueno | 1,799.85 | 44 | 3.00 | 5,400 |
| Regular | 1,758.84 | 43 | 1.50 | 2,639 |
| Pobre | 258.71 | 6.25 | 0.50 | 130 |
| Muy Pobre | 319.42 | 7.72 | 0.25 | 80 |
| Total Pastorable | 4,136.82 | 100% | | 8,249 |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Especies de Flora Exóticas o Introducidas

Del total de especies de flora, se registró un total de 11 especies denominadas introducidas o exóticas, de las cuales se tiene a las especies del género *Lolium*, las cuales son introducidas a los ecosistemas

como Ray-grass en la revegetación de suelos debido a su rápido crecimiento y establecimiento. También se registró al "pino" *Pinus radiata*, especie arbórea presente en las plantaciones forestales aledañas al área de influencia del Proyecto. La Tabla 3.3.3-6, *Listado de Especies de Flora Exóticas o Introducidas*, presenta el listado completo de las especies de flora exóticas o introducidas registradas en el área de estudio, así como las estaciones de evaluación donde fueron registradas. Asimismo, en la Figura 3.3.3-2, *Ubicación de Especies de Flora Introducidas*, se muestra en cuáles estaciones de muestreo biológico fueron registradas las especies de flora introducidas dentro del área de estudio.

Tabla 3.3.3-6 Listado de Especies de Flora Exóticas o Introducidas

| N° | Familia | Especie | Hábito | |
|----|--------------|------------------------------------|----------|---|
| 1 | Poaceae | <i>Avena barbata</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2012 (MMan, CNan, YAcO, YAan) • 2016 S (MMco) • 2017 H (YAan) • 2017 S (YAan) |
| 2 | Poaceae | <i>Dactylis glomerata</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2013 (RGco, YAcO, MMco) • 2014 S (RGco) • 2015 H (Aran, YAcO) • 2015 S (CNco) • 2016 H (RGco) • 2017 S (CNan) • 2018 H (CNan) |
| 3 | Poaceae | <i>Lolium multiflorum</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2016 H (SJan) |
| 4 | Poaceae | <i>Lolium temulentum</i> | Herbácea | Registro oportuno o casual |
| 5 | Pinaceae | <i>Pinus radiata</i> | Arbóreo | <ul style="list-style-type: none"> • 2017 S (BT-06, BT-07) • 2018 H (BT-06, BT-07) |
| 6 | Polygonaceae | <i>Rumex acetosella</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2012 (YAcO) • 2013 (RGan, RGco, SJco, CNan, YAcO, ARco, MMan, MMco) • 2014 H (MMan, MMco, RGen, RGco, YAan, YAcO, CNan, CNco, Aran, HUco, SJan) • 2014 S (MMco, MMan, RGco, RGen, CNco, CNan, HUco, HUan) • 2015 H (CNan, CNco, RGen, SJan, YAcO) • 2015 S (CNan, MMco, RGen, RGco, YAcO) • 2016 H (MMco, RGen) • 2016 S (YAan, CNan, CNco, RGco, RGen, SJco, MMco, HUan) • 2017 H (SJco, MMF27, YAan, CNco, RGen, MMco) • 2017 S (MMan, SJan, SJco, MMFL27, YAan, YAcO, CNco, RGen, RGco) • 2018 H (MMan, RGen, RGco, YAan, YAcO, CNan, SJan) • 2018 S (MMan, MMco, RGen, RGco, YAan, YAcO, CNan, CNco, SJan, SJco) |
| 7 | Asteraceae | <i>Taraxacum officinale</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2014 H (MMco) • 2014 S (ARco) • 2015 H (HUco, YAan) |
| 8 | Fabaceae | <i>Trifolium repens</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2013 (YAcO) • 2014 H (MMan, MMco, RGco, ARan) • 2014 S (RGco) • 2015 S (MMco) • 2016 H (RGen) • 2018 H (CNan) • 2018 H (BT-03, BT-04, BT-07) |
| 9 | Poaceae | <i>Vulpia bromoides</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2012 (CNan, YAcO) |
| 10 | Poaceae | <i>Vulpia cf. myuros</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2017 H (SJan, MMco) |
| 11 | Poaceae | <i>Vulpia myuros var. megalura</i> | Herbácea | <ul style="list-style-type: none"> • 2016 H (RGen) |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Especies de Flora de Importancia Socio-Económica

Del total de especies de flora, seis tienen algún tipo de uso por la población, ya sea medicinal como *Senecio canescens* "vira vira"; forrajera como *Lupinus semperflorans* "chochocón", o combustible como

Polylepis racemosa "quinual", tal como se detalla en la Tabla 3.3.3-7, *Listado de Especies de Flora con Uso Socio-Económico*.

Tabla 3.3.3-7 Listado de Especies de Flora con Uso Socio-Económico

| N° | Familia | Especie | Nombre común | Uso |
|----|---------------|------------------------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | Asteraceae | <i>Hypochaeris</i> sp. | Chicoria blanca | Medicinal |
| 2 | | <i>Senecio canescens</i> | Vira Vira | Medicinal |
| 3 | Fabaceae | <i>Lupinus semperflorens</i> | Chochocón | Forraje |
| 4 | Lycopodiaceae | <i>Huperzia crassa</i> | Trenza | Medicinal |
| 5 | Rosaceae | <i>Polylepis racemosa</i> | Quinual, Queñual | Combustible (Leña / Cerco Vivo) |
| 6 | Rubiaceae | <i>Galium</i> sp. | Araña quehua | Medicinal |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Especies de Flora en Estado de Conservación y/o Endémicas

A nivel nacional, se revisó la "Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre", aprobada mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG de la Legislación Peruana; y a nivel internacional, se revisó la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2), y los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), en vigor a partir del 28 de agosto del 2020. Así, se revisó si alguno de los registros de flora obtenidos en los eventos de muestreo realizados entre el 2012 y el 2018 está incluido en alguna de estas listas.

De las 489 especies registradas en el área de estudio (2012-2018), ocho están amenazadas según la "Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre", aprobada mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG de la Legislación Peruana, y cinco están amenazadas según la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2). Es preciso indicar que únicamente los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados como "amenazados". Estas especies son mostradas en la Tabla 3.3.3-8, *Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio*. En esta tabla además se especifica la estación de muestreo en la cual fue registrada la especie.

Tabla 3.3.3-8 Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio

| N° | Familia | Especie | Hábito | DS 043-2006 A.G. | IUCN (2020-2) | Apéndices CITES (en vigor a partir del 28 de agosto de 2020) | Endémica del Perú (según el Libro rojo de plantas endémicas el Perú) | Estaciones de muestreo |
|----|------------------|---------------------------------------|------------|------------------|---------------|--|--|--|
| 1 | Alstroemeriaceae | <i>Bomarea glaucescens</i> | Enredadera | --- | NT | --- | --- | SJan |
| 2 | Asteraceae | <i>Asciidiogyne sanchezvegae</i> | Herbácea | CR | NT | --- | CA, LL | ARan, HUan, HUco, MMan, MMco, RGan, RGco, SJan, SJco, YAc, YAn |
| 3 | Asteraceae | <i>Baccharis libertadensis</i> | Herbácea | --- | --- | --- | LL | YAc |
| 4 | Asteraceae | <i>Chersodoma deltoidea</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AN, CA, LL | MMco, SJan, RGan |
| 5 | Asteraceae | <i>Coreopsis senaria</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AM, CA, LI | MMan |
| 6 | Asteraceae | <i>Diplostephium cajamarquillense</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | LL | RGco |
| 7 | Asteraceae | <i>Diplostephium callaense</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AM, CA | RGan |
| 8 | Asteraceae | <i>Gynoxys calyculisolvans</i> | Arbustivo | --- | VU | --- | --- | SJan, RGan |
| 9 | Asteraceae | <i>Gynoxys caracensis</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AN, CA, HU | RGan |
| 10 | Asteraceae | <i>Gynoxys ferreyrae</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | CA | BT-03 |
| 11 | Asteraceae | <i>Gynoxys jelskii</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AM, CA | RGan |
| 12 | Asteraceae | <i>Gynoxys nitida</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AN, AY, CU, LI, PA | ARco |
| 13 | Asteraceae | <i>Gynoxys visoensis</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | LI, PA | Registro para inventario |
| 12 | Asteraceae | <i>Hieracium frigidulans</i> | Herbácea | --- | --- | --- | PI | ARco, RGan, SJco, HUan, MMan |
| 14 | Asteraceae | <i>Jungia stuebelii</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, LL | RGco |
| 15 | Asteraceae | <i>Paranephelius ferreyrii</i> | Herbácea | --- | NT | --- | CA, LL | CNco, RGan, RGco |
| 17 | Asteraceae | <i>Senecio chiquianensis</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AN, AY, CA, LL | CNan, CNco, RGan, MMco |
| 18 | Asteraceae | <i>Senecio kingbishopii</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | CA | CNan, SJan, SJco |
| 19 | Asteraceae | <i>Senecio macrorrhizus</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, JU, PA | MMan, SJan |
| 20 | Asteraceae | <i>Senecio minesinus</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AM, AN, CA, HU | CNco |
| 21 | Bromeliaceae | <i>Puya angulonis</i> | Herbácea | --- | VU | --- | CA, LL | ARco |
| 22 | Bromeliaceae | <i>Puya ferreyrae</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, LL | RGan |
| 23 | Calceolariaceae | <i>Calceolaria percaespitosa</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA | RGco |

| N° | Familia | Especie | Hábito | DS 043-2006 A.G. | IUCN (2020-2) | Apéndices CITES (en vigor a partir del 28 de agosto de 2020) | Endémica del Perú (según el Libro rojo de plantas endémicas el Perú) | Estaciones de muestreo |
|----|-----------------|---|------------|------------------|---------------|--|--|--|
| 24 | Campanulaceae | <i>Lysipomia globularis</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA, HU | ARan, CNan, HUan, HUco, RGco, SJco, SJan |
| 25 | Caryophyllaceae | <i>Paronychia andina</i> ¹ | Herbácea | --- | --- | --- | AN, HU | Registro para inventario |
| 26 | Caryophyllaceae | <i>Silene muschleri</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA | MMco |
| 27 | Dioscoreaceae | <i>Dioscorea ancachensis</i> | Enredadera | --- | --- | --- | AN, CA, CU | RGco |
| 28 | Ephedraceae | <i>Ephedra rupestris</i> | Arbustivo | CR | LC | --- | --- | RGan, HUco |
| 29 | Ericaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> ² | Arbustivo | VU | --- | --- | --- | BT-03 |
| 30 | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia huanchahana</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | CNco |
| 31 | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia sp.</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | ARan |
| 32 | Fabaceae | <i>Lupinus albicolor</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | LL | Registro para inventario |
| 33 | Fabaceae | <i>Lupinus peruvianus</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AM, AP, AY, CA, CU, JU, PA | ARco, ARan, HUan, MMco, RGan, YAan |
| 34 | Fabaceae | <i>Lupinus semperflorens</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | PI | ARco, ARan, MMan, RGco, YAco |
| 35 | Gentianaceae | <i>Gentianella dianthoides</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, AY, CA, HU | MMco, YAan |
| 36 | Gentianaceae | <i>Halenia pinifolia</i> | Herbácea | --- | --- | --- | Sin datos | MM27, RGan, RGco, SJan, SJco, YAan, YAco |
| 37 | Gentianaceae | <i>Halenia stuebelii</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AM, AN, CA, CU, LI, LL, PU | CNco, HUco, RGan |
| 38 | Geraniaceae | <i>Geranium ayavacense</i> | Herbácea | EN | --- | --- | --- | ARco, CNan, MMan, MMco, RGan, SJan, SJco, YAan |
| 39 | Geraniaceae | <i>Geranium pavonianum</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA | YAco |
| 40 | Geraniaceae | <i>Geranium sagasteguii</i> | Herbácea | --- | --- | --- | LL | ARan, SJco |
| 41 | Iridaceae | <i>Sisyrinchium praealtum</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, AP, CA, CU | BT-02, BT-03 |
| 42 | Loasaceae | <i>Nasa ranunculifolia</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA, LL | YAan |
| 43 | Loasaceae | <i>Nasa weberbaueri</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA, LA, PI | CNan |
| 44 | Loganiaceae | <i>Buddleja cf. montana</i> | Arbustivo | CR | --- | --- | --- | BT-03 |
| 45 | Malvaceae | <i>Acaulimalva alismatifolia</i> | Herbácea | EN | --- | --- | CA | CNan |
| 46 | Melastomataceae | <i>Brachyotum jamesonii</i> | Arbustivo | --- | VU | --- | --- | YAan |

| N° | Familia | Especie | Hábito | DS 043-2006 A.G. | IUCN (2020-2) | Apéndices CITES (en vigor a partir del 28 de agosto de 2020) | Endémica del Perú (según el Libro rojo de plantas endémicas el Perú) | Estaciones de muestreo |
|----|-----------------|---|-----------|------------------|---------------|--|--|--|
| 47 | Melastomataceae | <i>Brachyotum longisepalum</i> | Arbustivo | --- | --- | --- | AN, CA, LL | BT-02, CNco, RGan, HUco, RGco, RGan |
| 48 | Orchidaceae | <i>Aa mathewsii</i> | Herbácea | --- | DD | II | --- | CNco |
| 49 | Orchidaceae | <i>Aa paleacea</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | CNco, HUco, HUan, MMco, MMan, SJco, YAan, RGco |
| 50 | Orchidaceae | <i>Aa sp.</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | RGan, SJan |
| 51 | Orchidaceae | <i>Myrosmodes paludosa</i> ³ | Herbácea | NT | LC | II | --- | SJan |
| 52 | Orchidaceae | <i>Myrosmodes sp.1</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | MMan, YAan |
| 53 | Orchidaceae | <i>Myrosmodes sp.2</i> | Herbácea | --- | --- | II | --- | BT-05 |
| 54 | Orobanchaceae | <i>Bartsia crisatullii</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, HU | ARco, CNan, CNco, SJco, YAan, |
| 55 | Orobanchaceae | <i>Bartsia pyricarpa</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AM, AN, CA, HU, JU, LL, LI, PA | MMan, RGan |
| 56 | Orobanchaceae | <i>Bartsia sericea</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA | ARco, Aran, CNan, RGan, RGco, SJan, SJco, YAcó, HUco |
| 57 | Orobanchaceae | <i>Castilleja vadosa</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AM, AN, CA, LL, LI, PA | YAan |
| 58 | Pinaceae | <i>Pinus radiata</i> | Arbóreo | --- | EN | --- | --- | BT - 07 |
| 59 | Plantaginaceae | <i>Plantago lanceolata</i> | Herbácea | --- | LC | --- | --- | CNco, MMan |
| 60 | Plantaginaceae | <i>Plantago serícea</i> ⁴ | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, HU, JU, LI, LL, PA | ARco, ARan, RGan, CNco, HUan, HUco, MMan, RGco, SJan, SJco |
| 61 | Poaceae | <i>Festuca glyceriantha</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, LL, PA | ARan, BT-01, BT-05, CNan, MMco, MMan, SJan |
| 62 | Poaceae | <i>Festuca huamachucensis</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, AY, CA, HU, JU, LL | ARan, ARco, CNan, CNco, HUan, HUco, MMan, MMco, RGco, RGan, SJco, SJan, YAan |
| 63 | Poaceae | <i>Paspalum tuberosum</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, LL | ARan, ARco, CNco, HUan, HUco, MMan, MMco, RGan, RGco, SJan, YAan, YAcó |
| 64 | Polygalaceae | <i>Monnina conferta</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AM, AN, AY, CA, HU, HV, JU, LA, LL | HUco |

| N° | Familia | Especie | Hábito | DS 043-2006 A.G. | IUCN (2020-2) | Apéndices CITES (en vigor a partir del 28 de agosto de 2020) | Endémica del Perú (según el Libro rojo de plantas endémicas el Perú) | Estaciones de muestreo |
|----|---------------|---|-----------|------------------|---------------|--|--|------------------------|
| 65 | Polygalaceae | <i>Monnina salicifolia</i> ⁵ | Herbácea | --- | --- | --- | AY, HV, LI | HUco |
| 66 | Rosaceae | <i>Alchemilla barbata</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, CU, LI | SJan |
| 67 | Rosaceae | <i>Polylepis racemosa</i> | Arbustivo | CR | VU | --- | --- | CNan, MMan, YAan |
| 68 | Solanaceae | <i>Nicotiana thyrsoiflora</i> | Herbácea | --- | --- | --- | AN, CA, LL, PI | CNan, CNco, RGan, MMco |
| 69 | Solanaceae | <i>Solanum jalcae</i> | Herbácea | CR | --- | --- | AN, CA, LL, LI | CNan |
| 70 | Valerianaceae | <i>Belonanthus theodorici</i> | Herbácea | --- | --- | --- | CA | SJan, SJco |

Tabla elaborada por Stantec (2020).

Notas:

1. En el libro rojo de plantas endémicas del Perú la identificación llega hasta el nivel de subespecie: *Paronychia andina* subsp. *purpurea*.
2. En la lista del D.S. 043-2006-AG la identificación llega hasta el nivel de variedad: *Escallonia myrtilloides* L. f. var. *myrtilloides*.
3. En la lista del D.S. 043-2006-AG se menciona *Myrosmodes paludosum*, que es sinónimo de *Myrosmodes paludosa*.
4. En el libro rojo de plantas endémicas del Perú la identificación llega hasta el nivel de variedad: *Plantago sericea* var. *huancayensis*.
5. En el libro rojo de plantas endémicas del Perú la identificación llega hasta el nivel de variedad: *Monnina salicifolia* var. *pilostylis*.

Términos empleados:

AM: Amazonas; AN: Ancash; AP, Apurímac; AY: Ayacucho; CA: Cajamarca; CU: Cusco; HV: Huancavelica; HU: Huánuco; JU: Junín; LL: La Libertad; LA: Lambayeque; LI: Lima; PA: Pasco; PI: Piura; PU: Puno; UC: Ucayali.
CR: Peligro crítico; DD: Datos deficientes; EN: En peligro; LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazada; VU: Vulnerable.

Referencias bibliográficas:

El libro rojo de plantas endémicas del Perú (León y colaboradores, 2006); Categorización de especies amenazadas de flora silvestre (D.S. N° 043-2006-AG); La lista roja de especies amenazadas de IUCN (versión 2020-2); Apéndices de CITES I, II y III (en vigor a partir del 28 de agosto de 2020).

Elaborado por: Stantec, 2020.

Tal como se observa en la Tabla 3.3.3-8, *Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio*, se registró un total de 53 especies endémicas del Perú. Para ello se revisó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú (León et al., 2006; y Brako & Zarucchi, 2013). De las 53 especies endémicas del Perú registradas, se resalta la especie *Alchemilla barbata*, la cual fue registrada únicamente en la estación de muestreo SJan del sector San José, y la especie *Calceolaria percaespitosa*, que fue registrada sólo en la estación de muestreo RGco del sector La Quinua.

En cuanto a la "Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre", aprobada mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG de la Legislación Peruana, del total de registros obtenidos para el área de estudio, ocho están en categoría de amenaza según esta categorización. Es preciso indicar que, al igual que en la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2), únicamente los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados como "amenazados".

Se trata de *Acaulimalva alismatifolia* (Malvaceae) y *Geranium ayavacense* (Geraniaceae), ambas están categorizadas como especies "en peligro". *Asciidiogyne sanchezvegae* (Asteraceae), *Buddleja cf. montana* (Loganiaceae), *Ephedra rupestris* (Ephedraceae), *Polylepis racemosa* (Rosaceae) y *Solanum jalcae* (Solanaceae) están categorizadas como especies en "Peligro Crítico". Finalmente, la especie *Escallonia myrtilloides* (Escalloniaceae) está categorizada como especie "Vulnerable".

En cuanto a la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2), del total de registros obtenidos para el área de estudio, cinco están en categoría de amenaza según esta categorización. Se trata de las especies *Gynoxys calyculisolvans*, *Puya angulonis*, *Brachyotum jamesonii* y *Polylepis racemosa*, las cuales están categorizadas como especies vulnerables; y la especie *Pinus radiata*, está categorizada como especie en peligro.

Según la convención CITES (2020), ocho del total de registros obtenidos para el área de estudio están en el apéndice II de la CITES. Son seis especies de la familia Orchidaceae: *Aa mathewsii*, *Aa paleacea*, *Aa sp.*, *Myrosmodes paludosa*, *Myrosmodes sp.1* y *Myrosmodes sp.2*; y dos especies del género *Euphorbia*: *Euphorbia huanchahana* y *Euphorbia sp.*

El Apéndice II enlista especies que no necesariamente se encuentran amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo si no se controla estrictamente su comercio. También incluye a las llamadas "especies parecidas"; es decir, aquellas especies cuyos especímenes en el comercio se parecen a aquellos de las especies enlistadas por razones de conservación.

El comercio internacional de especímenes de las especies del Apéndice II podría ser autorizado por el otorgamiento de un permiso de exportación o certificado de re-exportación. Ningún permiso de importación es necesario para estas especies (aunque en algunos países que adoptan medidas más estrictas que la CITES requieren de un permiso).

Los permisos o certificados deberían otorgarse únicamente si las autoridades relevantes determinan que ciertas condiciones se están cumpliendo, y por encima de todo, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de las especies en los ecosistemas (CITES, 2020).

La Foto 3.3.3-6, *Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio*, presenta una lámina de fotos con algunas especies registradas como endémicas y especies en estado de conservación.

Foto 3.3.3-6 Especies de Flora en Estado de Conservación y Especies Endémicas del Perú Registradas en el Área de Estudio



A. CITES (II): *Aa paleacea* (Orchidaceae)



B. ENDÉMICA (VU): *Brachyotum longisepalum* (Melastomataceae)



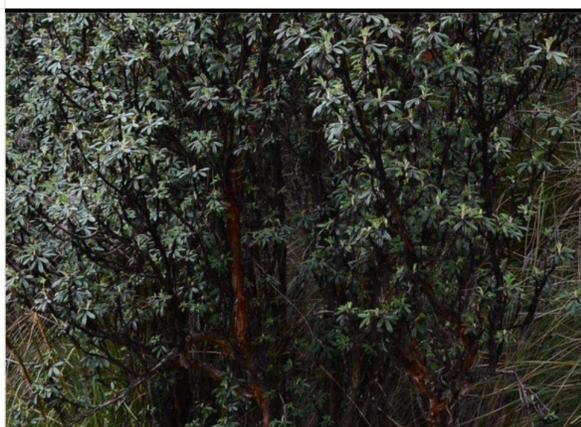
C. ENDÉMICA: *Castilleja nubigena* (Scrophulariaceae)



D. D.S. n° 043-2006 AG (VU): *Escallonia myrtilloides* (Escalloniaceae)



E. ENDÉMICA: *Gynoxys caracensis* (Asteraceae)



F. D.S. N° 043-2006 AG (CR) *Polylepis racemosa* (Rosaceae)

Especies Claves de Flora

Las especies claves de flora han sido seleccionadas en base a una serie de criterios tales como categorización de amenaza, presencia en el área del Proyecto, carácter endémico, importancia para el ecosistema, relación planta-animal, entre otros. La Tabla 3.3.3-9, *Especies de Flora Claves en el Área de Estudio*, presenta una lista de especies claves de flora que fueron registradas en las evaluaciones biológicas efectuadas en el área de estudio.

Tabla 3.3.3-9 Especies Claves de Flora en el Área de Estudio

| Familia | Especie | Importancia |
|------------|--|---|
| Asteraceae | <i>Gynoxys</i> spp. (G. <i>calyculisolvens</i> , G. <i>caracensis</i> , G. <i>ferreyrae</i> , G. <i>jelskii</i> ; G. <i>nítida</i> y G. <i>visoensis</i>) | <ul style="list-style-type: none"> Relación planta-animal: Algunas aves especialistas de hábitat y con altos niveles de endemismo se alimentan de las secreciones azucaradas y de los áfidos (pulgones) que se encuentran en el envés de las hojas de los arbustos del género <i>Gynoxys</i> asociados a <i>Polylepis</i> (Fjeldsa, 1993). Las especies registradas en el área del Proyecto, a excepción de G. <i>calyculisolvens</i>, son endémicas del Perú. |
| Rosaceae | <i>Polylepis</i> spp. (<i>P. racemosa</i> y <i>P. incana</i>) | <ul style="list-style-type: none"> <i>P. racemosa</i> está categorizada como especie en peligro crítico según el D.S. N° 043-2006-AG y como especie vulnerable según la IUCN (2020-2). Relación planta-animal: Los bosques de <i>Polylepis</i> son ecosistemas que albergan una flora y fauna única. Existe una relación con aves especialistas de hábitat y con aves de altos niveles de endemismo. Son cuatro especies de aves registradas en el área del Proyecto que son especialistas de <i>Polylepis</i>, las cuales poseen un mediano grado de asociación con los árboles y arbustos del género <i>Polylepis</i>. Se trata de la "Bandurrita Peruana" <i>Geocerthia serrana</i>; el "Tijeral de Corona Castaña" <i>Leptasthenura pileata</i>, el "Colibrí Negro" <i>Metallura phoebe</i>; y el "Azulito Altoandino" <i>Xenodacnis parina</i>. Las tres primeras son especies de aves endémicas del Perú. <i>P. racemosa</i> es una especie nativa del Perú, que se distribuye actualmente en áreas restringidas desde el norte del Perú hasta el noroeste de Bolivia, generalmente por encima de los 3,200 msnm (IUCN, 2020-2). Especie introducida en la región y plantada por Minera Yanacocha en áreas de cierre. |
| Solanaceae | <i>Solanum jalcae</i> | <ul style="list-style-type: none"> Categorizada como especie en peligro crítico según el D.S. N° 043-2006-AG. Especie endémica del Perú y está distribuida en los departamentos de Ancash, Cajamarca, La Libertad y Lima. Se distribuye a una altitud entre 3,100 y 4,300 msnm. Dentro del área del Proyecto, esta especie fue registrada únicamente en el sector Cerro Negro. |

Especies de Flora Importantes para la Fauna

Se considera importante la relación entre los parches de "queñuales" (*Polylepis*) y las aves. Los bosques de *Polylepis* son ecosistemas que albergan una fauna y flora única, especialmente aves especialistas de hábitat, y con altos niveles de endemismo. Tal como lo señala Fjeldsa (1993), algunas aves especialistas de estos ecosistemas se alimentan exclusivamente de las ramas y troncos de los árboles y arbustos de *Polylepis*, buscando insectos y arañas en la corteza; otras aves se alimentan de los insectos que se encuentran en su follaje denso; otras dependen mucho de las flores y semillas de *Polylepis*; y otras aves se alimentan de las secreciones azucaradas y de los áfidos (pulgones) que se encuentran en el envés de las hojas de los arbustos del género *Gynoxys* asociados a *Polylepis*.

Se ha observado parches naturales de *Polylepis* "queñuales" en zonas cercanas a las quebradas Corral Blanco y Encajón y al humedal Maqui Maqui, las cuales se ubican fuera del área efectiva del Proyecto. Dentro del área efectiva del Proyecto, se ha registrado parches de "queñuales", sembrados por Minera Yanacocha, en áreas destinadas a cierre (áreas rehabilitadas y revegetadas), y la fauna probable de

encontrar se restringe básicamente a ratones, ranas de la especie *Pristimantis simonsii*, lagartijas de la especie *Stenocercus stigmatosus* y aves.

Revisando el inventario de aves registradas en el área de estudio durante el periodo 2012-2018, así como la lista de especies de aves especialistas de *Polylepis*, la cual ha sido elaborada por Sevillano-Ríos y colaboradores (2018), se ha determinado que cuatro especies registradas en el área de estudio son medianamente especialistas de *Polylepis*; es decir, poseen un mediano grado de asociación con los árboles y arbustos de este género. Se trata de la "Bandurrita Peruana" *Geocerthia serrana*; el "Tijeral de Corona Castaña" *Leptasthenura pileata*, el "Colibrí Negro" *Metallura phoebe*; y el "Azulito Altoandino" *Xenodacnis parina*. Las tres primeras son especies de aves endémicas del Perú.

Precisamente, Minera Yanacocha, reconociendo la importancia de los queñuales para la flora y fauna en un ecosistema altoandino, viene incluyendo en su programa de revegetación, desde hace muchos años, la plantación de queñuales (*Polylepis racemosa* y *Polylepis incana*) en áreas de cierre (ver la Foto Foto 3.3.3-7, *Áreas Revegetadas con Queñuales en el Área del Proyecto*). Los lineamientos establecidos por Minera Yanacocha para la plantación de queñuales, como parte de las actividades de revegetación en las áreas destinadas a cierre, están incluidos en el procedimiento ambiental de código: PCS-CM-PR-002, *Revegetación* (ver el Anexo W.2, *Procedimientos de Gestión Ambiental de MYSRL*).

Además, Minera Yanacocha maneja en la actualidad el Centro de Investigación y Producción Cerro Negro (CIPCN), donde se propaga plantas nativas, entre ellas el queñual, para luego ser utilizadas en las actividades de revegetación. La Foto 3.3.3-8, *Centro de Investigación y Producción Cerro Negro*, muestra imágenes de este centro de investigación, donde se propaga plantones de queñual. Recientemente, Minera Yanacocha revegetó un total de 97.3 hectáreas con 36,250 plantones de *Polylepis racemosa* en el año 2017. La distribución de queñuales por área de cierre se muestra en la Tabla 3.3.3-10, *Distribución de Queñuales en Áreas de Cierre - 2017*.

Finalmente, Minera Yanacocha cuenta con un programa de monitoreo biológico de las áreas revegetadas, cuyo objetivo principal es hacer el seguimiento de la vegetación sembrada, y de la fauna que se asienta en estas áreas rehabilitadas.

Tabla 3.3.3-10 Distribución de Queñuales en Áreas de Cierre - 2017

| Áreas de Cierre 2017 | | Áreas con <i>Polylepis racemosa</i> | |
|---------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|
| Instalación | Área (hectárea) | Plantas/ha | Total |
| MAQUI MAQUI | | | |
| Depósito de Desmonte MQMQ | 16.7 | 500 | 8,350 |
| Unsuitable MQMQ | 6.2 | 500 | 3,100 |
| Haul Road MQMQ | 4.4 | 500 | 2,200 |
| CERRO NEGRO | | | |
| Tajo Cerro Negro Oeste | 14.8 | | |
| Haul Road Francesca | 10 | | |
| LA QUINUA | | | |
| Depósito Norte La Quinua | 45.2 | | |
| TOTAL | 97.3 | TOTAL | 36,250 |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Foto 3.3.3-7 Áreas Revegetadas con Queñuales en el Área del Proyecto



Depósito La Quinua



Cantera Marta

Foto 3.3.3-8 Centro de Investigación y Producción Cerro Negro



Invernadero CIP Cerro Negro



Vivero Forestal



Parcela de Investigación

3.3.3.2 Fauna Terrestre

En términos generales, esta subsección incluye la caracterización cualitativa y cuantitativa de la fauna terrestre presente en el área de estudio. Además, se incluye listados de especies de fauna que fueron registradas en el área de estudio y que son más frecuentes y abundantes; que son endémicas del Perú; que son especies migratorias (para el caso de aves); que tienen importancia socioeconómica; y que están categorizadas según el estado de protección y amenaza ya sea por el Estado Peruano (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) o por organizaciones internacionales (IUCN y CITES).

Caracterización Cualitativa y Cuantitativa de Fauna

Para la caracterización de la fauna terrestre en el área de estudio, se ha considerado la información obtenida en los eventos de muestreo biológico realizados como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYSRL (periodo 2012-2018).

Como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL, hasta el evento del 2016, se contaba con catorce estaciones: CNan y CNco (ambas ubicadas en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo); YAan y YAcó (ambas ubicadas en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo); RGan y RGco (ambas ubicadas en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande); SJan y SJco (ambas ubicadas en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre); HUan y HUco (ambas ubicadas en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre); ARan y ARco (ambas ubicadas en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre); y finalmente, las estaciones MMan y MMco (ambas ubicadas en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda). Sin embargo, en el

evento del 2017 fueron añadidas las estaciones AA96, AA97, AA98, MM-Mm13 y Nva. Parcela MM, con el objetivo de caracterizar la fauna en el área del humedal altoandino, ubicado en el sector Maquí Maquí. Por otro lado, algunas pocas estaciones aparecieron en algunos eventos de monitoreo, y posteriormente, ya no fueron evaluadas. Tal es el caso de la estación CQco, que fue evaluada únicamente en el evento del 2012 (AMEC, 2013). Si bien esta estación había sido establecida en ese evento como estación de control para el sector Cerro Negro, ésta pertenecía a la subcuenca del río Rejo, es por eso que fue descartada posteriormente.

Además, se consideró la información obtenida por Stantec en los muestreos efectuados en setiembre del 2017 (época seca) y en febrero del 2018 (época húmeda), como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha. Estos eventos fueron realizados con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna (aves, mamíferos, anfibios, reptiles y artrópodos), en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual. Son siete las estaciones evaluadas en estos eventos de muestreo: BT-01 (sector La Pajuela / Quebrada Shillamayo); BT-02 (parte baja de la Quebrada Corral Blanco); BT-03 (Quebrada Encajón); BT-04 (Quebrada Pampa Larga); BT-05 (Laguna Totorá); BT-06 (sector Cerro Negro); y BT-07 (Dique Rejo). Las estaciones consideradas para el muestreo de la fauna terrestre pueden ser vistas en la Figura 3.3.2-1, *Estaciones de Muestreo de la Flora y Fauna Terrestre*. De igual forma, en los eventos realizados por Stantec durante el periodo 2017-2018 se incluyeron el muestreo de mamíferos voladores (quirópteros), con el objeto de registrar especímenes de este grupo en el área de estudio.

En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna terrestre efectuados en el periodo 2012-2018.

Especies de Fauna Endémicas del Perú

Para determinar el endemismo en la comunidad de aves, fueron revisadas las siguientes fuentes: *Birdlife International* (2019), *The IUCN Red List of Threatened Species* (2020-2); y *The South American Classification Committee* (SACC, 2019). Además, la página web de *Birdlife International* (2019) fue revisada para identificar especies de aves presentes en el área de estudio que son indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves (EBA), o que están presentes en Áreas de Importancia para las Aves (IBA).

Para determinar el endemismo en la comunidad de mamíferos, se revisó la *Diversidad y Endemismo de los Mamíferos del Perú* (Pacheco V. et al., 2009); para la comunidad de reptiles, se revisó la base de datos *The Reptile Database* (2018); y para la comunidad de anfibios fue revisada *The IUCN Red List of Threatened Species* (2020-2).

Especies Migratorias

Para determinar la conducta migratoria de las aves, se revisó el sitio *Perú Birds* (2018); y los Apéndices I y II de la "Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres" (Versión 2018).

Especies Protegidas por el Estado Peruano y por Organizaciones Internacionales como IUCN y CITES

En cuanto a las especies de fauna protegidas, a nivel Nacional, se ha revisado la "Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas", aprobada mediante el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI de la Legislación Peruana; y a nivel Internacional, se ha revisado la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN" (2020-2), y los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), en vigor a partir del 28 de agosto del 2020. Así, se verificó si alguno de los registros obtenidos en los eventos de muestreo realizados entre el 2012 y el 2018 está incluido en alguna de estas listas.

- a) *Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas*: Es un listado de especies de fauna (mamíferos, aves, reptiles, anfibios e invertebrados) que se encuentran en alguna de las siguientes categorías: en peligro crítico, en peligro,

vulnerable y casi amenazada. Este listado surgió como resultado de un proceso abierto y participativo a nivel Nacional, que tiene como base los criterios y las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

- b) *Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN*: Es un sistema que proporciona información global del estado de conservación de las plantas y animales, así como también de la tendencia de su población y de las principales amenazas para las especies. La estructura de las categorías establecidas por la IUCN es mostrada en el Gráfico 3.3.3-1, *Estructura de las Categorías Establecidas por la IUCN*. Únicamente los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados como “amenazados”.

Este sistema está diseñado para determinar el riesgo relativo de extinción, y el principal propósito de la Lista Roja de la IUCN es catalogar y resaltar aquellas plantas y animales que están enfrentando un mayor riesgo de extinción global (es decir, aquellas especies listadas como En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable). La Lista Roja de la IUCN además incluye información de plantas, hongos y animales que están categorizados como Extintos o Extintos en la Naturaleza; de aquellos taxones que no pueden ser evaluados debido a información insuficiente (es decir, Deficientes en Datos); y de las plantas, hongos y animales que están muy cerca de cubrir los umbrales de amenaza o que estarían amenazados si no fuese por la ejecución de un programa de conservación específico del taxón, y por esa razón, se les denomina como Casi Amenazados (IUCN, 2020-2).

- c) *Apéndices de la CITES* (siglas de “Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora”). Estos apéndices agrupan aproximadamente 5,000 especies de animales y 28,000 especies de plantas, según el grado de amenaza que posean debido al comercio internacional. La CITES considera tres apéndices: I, II y III, los cuales enlistan especies que representan diferentes niveles o tipos de protección respecto a la sobre-explotación. En seguida, se presenta una breve descripción de lo que abarca cada uno de estos apéndices.

- El Apéndice I incluye las especies que se encuentran en peligro, entre los animales y plantas considerados por la CITES. Estas especies están amenazadas de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de estas especies, excepto cuando el propósito del importe no sea el comercial, por ejemplo, con fines de investigación científica. En estos casos excepcionales, el comercio es autorizado por el otorgamiento de un permiso de importación y exportación, o un certificado de re-exportación (CITES, 2020).
- El Apéndice II enlista especies que no necesariamente se encuentran amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo si no se controla estrictamente su comercio. También incluye a las llamadas “especies parecidas”; es decir, aquellas especies cuyos especímenes en el comercio se parecen a aquellos de las especies enlistadas por razones de conservación. El comercio internacional de especímenes de las especies del Apéndice II podría ser autorizado por el otorgamiento de un permiso de exportación o certificado de re-exportación. Ningún permiso de importación es necesario para estas especies (aunque en algunos países que adoptan medidas más estrictas que la CITES requieren de un permiso). Los permisos o certificados deberían otorgarse únicamente si las autoridades relevantes determinan que ciertas condiciones se están cumpliendo, y por encima de todo, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de las especies en los ecosistemas (CITES, 2020).
- El Apéndice III es una lista de especies incluidas a solicitud de un Miembro de la CITES que ya regula el comercio de las especies y que necesita la cooperación de otros países para prevenir la explotación ilegal e insostenible. El comercio internacional de los especímenes de especies enlistadas en este apéndice es permitido únicamente presentando los permisos o certificados apropiados (CITES, 2020).

Avifauna

Esta subsección incluye un listado consolidado de especies de aves, así como una descripción cualitativa y cuantitativa de la avifauna registrada en los eventos de muestreo realizados en el área de estudio.

Se ha utilizado la información obtenida en los eventos de muestreo biológico realizados en el área de estudio como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL durante el periodo 2012-2018. Así también, se ha utilizado la información obtenida por Stantec en los eventos de muestreo realizados en

setiembre del 2017 (época seca) y en febrero del 2018 (época húmeda) como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha. Estos eventos fueron realizados con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

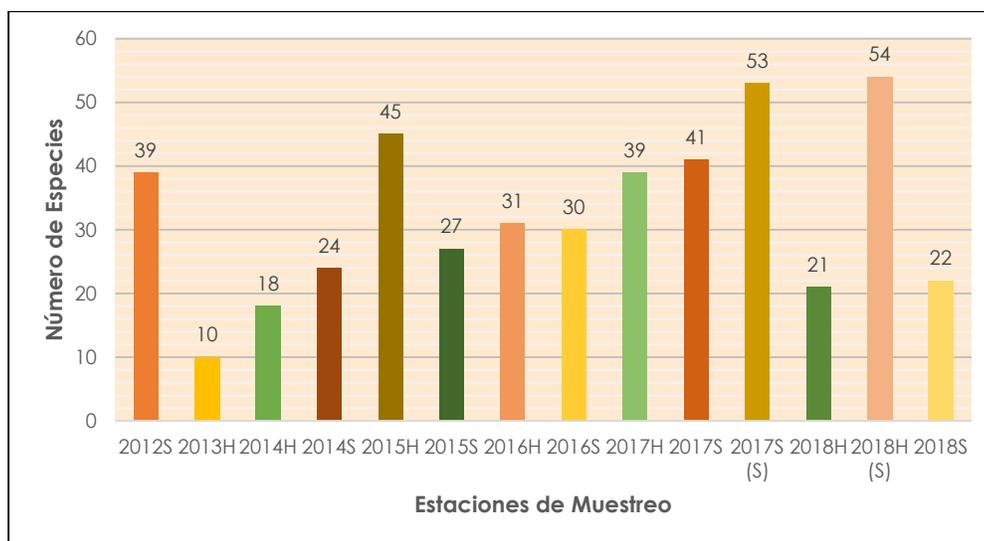
Finalmente, incluye un listado de aquellas especies registradas en el área de estudio, durante el periodo de muestreo 2012-2018, que son endémicas del Perú y/o se encuentran categorizadas por la Legislación Peruana y por organizaciones internacionales como la IUCN y la CITES. Además, presenta un listado de especies registradas en el área de estudio que son migratorias, que son indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves (EBA) o que están presentes en Áreas de Importancia para las Aves (IBA).

Inventario de Especies de Aves - Eventos de Muestreo 2012-2018

Este inventario considera los registros obtenidos en los eventos de muestreo biológico realizados en el área de estudio, como parte del programa de monitoreo aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYSRL (periodo 2012-2018); así como también, considera los registros obtenidos en los eventos de muestreo realizados por Stantec en setiembre del 2017 (época seca) y en febrero del 2018 (época húmeda).

El Gráfico 3.3.3-76, *Número de Especies de Aves Registradas por Evento de Muestreo*, muestra el número de especies registradas en los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018.

Gráfico 3.3.3-76 Número de Especies de Aves Registradas por Evento de Muestreo



Elaborado por: Stantec, 2020.

La Tabla 3.3.3-11, *Listado de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*, presenta un listado de las especies registradas en el área de estudio durante el periodo 2012-2018 (programa de monitoreo y eventos de muestreo complementarios). La tabla en mención muestra además la categorización taxonómica de las especies registradas, sus nombres comunes, y el año en que fueron registradas.

Tabla 3.3.3-11 Listado de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|----|-----------------|--------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| 1 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Circus cinereus</i> | Aguilucho Cenizo | 2012 |
| 2 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Geranoaetus melanoleucus</i> | Aguilucho de Pecho Negro | 2014S/2016S/2016H/2017H |
| 3 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Geranoaetus polyosoma</i> | Aguilucho Variable | 2012/2014H/2014S/2015H/2016S/2016H/2017H/2 |

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|----|-------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---|
| | | | | | 017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 4 | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas flavirostris</i> | Pato Barcino | 2012/2014H/2014S/2015S/2017S(S)/2018H/2018S/2018H(S) |
| 5 | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas georgica</i> | Pato Jergón | 2017S(S)/2018H(S) |
| 6 | Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula puna</i> | Pato de la Puna | 2017S(S)/2018H(S) |
| 7 | Anseriformes | Anatidae | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato Rana | 2017S(S)/2018H(S) |
| 8 | Apodiformes | Apodidae | <i>Streptoprocne zonaris</i> | Vencejo de Collar Blanco | 2012/2016S/2016H/2017S |
| 9 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Rayo-de-Sol Brillante | 2017H/2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 10 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri coruscans</i> | Oreja-Violeta de Vientre Azul | 2014H/2014S/2015H/2016S/2016H/2017H/2017S/2018H/2018H(S) |
| 11 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Lesbia nuna</i> | Colibrí de Cola Larga Verde | 2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 12 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Metallura phoebe</i> | Colibrí Negro | 2012/2014H/2014S/2015H/2015S/2017S(S)/2017S/2018H/2018H(S) |
| 13 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Metallura tyrianthina</i> | Colibrí Tirio | 2015H/2017S(S) |
| 14 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Myrtis fanny</i> | Estrellita de Collar Púrpura | 2017S(S) |
| 15 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Oreotrochilus estella</i> | Estrella Andina | 2012/2014S/2015H/2015S/2016S/2016H/2017S(S)/2017S/2018S/2018H(S) |
| 16 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Patagona gigas</i> | Colibrí Gigante | 2015H/2017H/2017S(S)/2018H(S) |
| 17 | Caprimulgiformes | Caprimulgidae | <i>Systemura longirostris</i> | Chotacabras de Ala Bandeada | 2018H(S) |
| 18 | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Gallinazo de Cabeza Roja | 2012/2015H/2016S/2016H |
| 19 | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Gallinazo de Cabeza Negra | 2017H/2018S |
| 20 | Charadriiformes | Charadriidae | <i>Vanellus resplendens</i> | Avefría Andina | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2015S/2017H/2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 21 | Charadriiformes | Laridae | <i>Chroicocephalus serranus</i> | Gaviota Andina | 2012/2014S/2015H/2016H/2017S(S)/2018H(S) |
| 22 | Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Calidris bairdii</i> | Playerito de Baird | 2017S(S)/2018S |
| 23 | Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago andina</i> | Becasina de la Puna | 2012/2015H/2017H/2017S(S)/2018H(S) |
| 24 | Charadriiformes | Thinocoridae | <i>Thinocorus orbignyianus</i> | Agachona de Pecho Gris | 2015H |
| 25 | Columbiformes | Columbidae | <i>Metriopelia melanoptera</i> | Tortolita de Ala Negra | 2017H/2017S |
| 26 | Falconiformes | Falconidae | <i>Falco femoralis</i> | Halcón Aplomado | 2012/2014S/2015H/2015S/2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 27 | Falconiformes | Falconidae | <i>Falco peregrinus</i> | Halcón Peregrino | 2018H(S) |
| 28 | Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernicalo Americano | 2015H/2015S/2016S/2016H/2017S |
| 29 | Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2015S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 30 | Opisthocomiformes | Rallidae | <i>Fulica ardesiaca</i> | Gallareta Andina | 2017S(S)/2018H(S) |
| 31 | Passeriformes | Emberizidae | <i>Atlapetes latinuchus</i> | Matorrlero de Pecho Amarillo | 2015S |
| 32 | Passeriformes | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorión de Collar Rufo | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2015S/2016S/2016 |

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|----|---------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| | | | | | H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018H(S) |
| 33 | Passeriformes | Fringillidae | <i>Spinus magellanicus</i> | Jilguero Encapuchado | 2014S/2017S(S)/2017S |
| 34 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | Canastero Multilistado | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2015S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 35 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes humilis</i> | Canastero de Garganta Rayada | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2015S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 36 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes wyatti</i> | Canastero de Dorso Rayado | 2015H/2017H/2017S |
| 37 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albidiventris</i> | Churrete de Ala Castaña | 2013/2016S/2017H/2018H/2018H(S) |
| 38 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albiventris</i> | Churrete de Ala Crema | 2012/2014H/2014S/2015H/2015S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 39 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes atacamensis</i> | Churrete de Ala Blanca | 2014S/2015S/2016H/2017H/2017S/2018H |
| 40 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Cranioleuca antisensis</i> | Cola-Espina de Mejilla Lineada | 2017S(S) |
| 41 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Geocerthia serrana</i> | Bandurrita Peruana | 2012/2014H/2014S/2015H/2017S(S)/2018H(S) |
| 42 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Geositta tenuirostris</i> | Minero de Pico Largo | 2012/2014H/2014S/2015H/2015S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 43 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Leptasthenura pileata</i> | Tijeral de Corona Castaña | 2012/2015H/2017S(S)/2018H(S) |
| 44 | Passeriformes | Furnariidae | <i>Synallaxis azarae</i> | Cola-Espina de Azara | 2017H |
| 45 | Passeriformes | Grallariidae | <i>Grallaria andicolus</i> | Torroi de Cabeza Listada | 2012/2014H/2014S/2015H/2015S/2017H/2017S(S)/2018H/2018H(S) |
| 46 | Passeriformes | Hirundinidae | <i>Orochelidon murina</i> | Golondrina de Vientre Pardo | 2012/2013/2014H/2014S/2015H/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 47 | Passeriformes | Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | Golondrina Azul y Blanca | 2015H/2016S/2016H/2017H/2017S/2018H(S) |
| 48 | Passeriformes | Motacillidae | <i>Anthus bogotensis</i> | Cachirla del Páramo | 2012/2014H/2014H/2015H/2015S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 49 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Atlapetes latinuchus</i> | Matorralero de Pecho Amarillo | 2018H(S) |
| 50 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Catamenia analis</i> | Semillero de Cola Bandeada | 2015H/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 51 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Catamenia inornata</i> | Semillero Simple | 2012/2014H/2014H/2015H/2015S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H/2018S/2018H(S) |
| 52 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Conirostrum cinereum</i> | Pico-de-Cono Cinéreo | 2014S/2017S(S)/2018H(S) |
| 53 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Diglossa brunneiventris</i> | Pincha-Flor de Garganta Negra | 2012/2014H/2014S/2015H/2016S/2016H/2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 54 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Microspingus alticola</i> | Monterita de Cola Simple | 2018H(S) |
| 55 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Porphyrospiza alaudina</i> | Fringilo de Cola Bandeada | 2015H/2016S/2016H |
| 56 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus plebejus</i> | Fringilo de Pecho Cenizo | 2012/2014S/2016S/2016H/2017H/2017S(S)/2017S/2018H(S) |

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|----|----------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------|---|
| 57 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus punensis</i> | Fringilo Peruano | 2012/2016H/2018H(S) |
| 58 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus unicolor</i> | Fringilo Plomizo | 2012/2013/2014H/2014S/ 2015H/2015S/2016S/2017 H/2017S(S)/2017S/2018H /2018S/2018H(S) |
| 59 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Pipraeidea bonariensis</i> | Tangara Azul y Amarilla | 2017S(S)/2017S |
| 60 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Saltator aurantirostris</i> | Saltador de Pico Dorado | 2015H |
| 61 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Sicalis uropygialis</i> | Chirigüe de Lomo Brillante | 2012/2013/2014S/2015H/ 2015S/2016S/2016H/2017 H/2017S(S)/2017S/2018S |
| 62 | Passeriformes | Thraupidae | <i>Xenodacnis parina</i> | Azulito Altoandino | 2012/2015H/2017S/2018 H(S) |
| 63 | Passeriformes | Troglodytidae | <i>Cistothorus platensis</i> | Cucarachero Sabanero | 2014H/2017H/2017S/201 8S |
| 64 | Passeriformes | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Cucarachero Común | 2012/2014H/2014S/2015 H/2016S/2016H/2017S/20 18H/2018H(S) |
| 65 | Passeriformes | Turdidae | <i>Turdus chiguanco</i> | Zorzal Chiguanco | 2012/2015H/2016S/2016 H/2017H/2017S/2018H(S) |
| 66 | Passeriformes | Turdidae | <i>Turdus fuscater</i> | Zorzal Grande | 2015H/2015S/2017S(S)/ 2018H(S) |
| 67 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Agriornis albicauda</i> | Arriero de Cola Blanca | 2014S/2018S |
| 68 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Agriornis montanus</i> | Arriero de Pico Negro | 2012/2014S/2015S/2016S /2016H/2017H/2017S(S)/ 2017S/2018H/2018S/2018 H(S) |
| 69 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Anairetes flavirostris</i> | Torito de pico amarillo | 2017H/2017S(S)/2017S |
| 70 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Anairetes parulus</i> | Torito Copetón | 2012/2015H/2018H(S) |
| 71 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Camptostoma obsoletum</i> | Mosquerito Silbador | 2017S(S) |
| 72 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Knipolegus aterrimus</i> | Viudita-Negra de Ala Blanca | 2017H |
| 73 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Mecocerculus leucophrys</i> | Tiranillo de Garganta Blanca | 2017S(S) |
| 74 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola albifrons</i> | Dormilona de Frente Blanca | 2016S |
| 75 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola cinereus</i> | Dormilona Cinérea | 2015H |
| 76 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola flavinucha</i> | Dormilona de Nuca Ocrácea | 2015S/2017H/2017S |
| 77 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola griseus</i> | Dormilona de Taczanowski | 2012/2014S/2015S/2016S /2017S(S)/2017S/2018S/2 018H(S) |
| 78 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola maculirostris</i> | Dormilona Chica | 2017H/2017S |
| 79 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola rufivertex</i> | Dormilona de Nuca Rojiza | 2015H/2016S/2016H/ 2017H |
| 80 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Ochthoeca fumicolor</i> | Pitajo de Dorso Pardo | 2015H/2017H/2017S(S)/ 2018H(S) |
| 81 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Ochthoeca leucophrys</i> | Pitajo de Ceja Blanca | 2012/2015H/2017S(S)/ 2018H(S) |
| 82 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Ochthoeca oenanthoides</i> | Pitajo de d'Orbigny | 2012/2014H/2014S/2015S /2017S(S)/2017S/2018H(S) |
| 83 | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Polioptila rufipennis</i> | Ala-Rufa Canelo | 2012/2014H/2014S/2015 H/2015S/2016S/2017H/ 2017S(S)/2018H/2018S/2 018H(S) |
| 84 | Pelecaniformes | Threskiornithidae | <i>Plegadis ridgwayi</i> | Ibis de la Puna | 2017S(S)/2018H(S) |
| 85 | Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rupicola</i> | Carpintero Andino | 2012/2013/2014H/2014S/ 2015H/2015S/2016S/2016 |

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|----|------------------|---------------|---------------------------------|----------------------|---|
| | | | | | H/2017H/2017S(S)/2017S /2018H/2018S/2018H(S) |
| 86 | Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podiceps occipitalis</i> | Zambullidor Plateado | 2017S(S)/2018H(S) |
| 87 | Tinamiformes | Tinamidae | <i>Nothoprocta curvirostris</i> | Perdiz de Pico Curvo | 2012/2015H/2015S/ 2016H/2017S(S) |
| 88 | Tinamiformes | Tinamidae | <i>Nothoprocta pentlandii</i> | Perdiz Andina | 2018S |

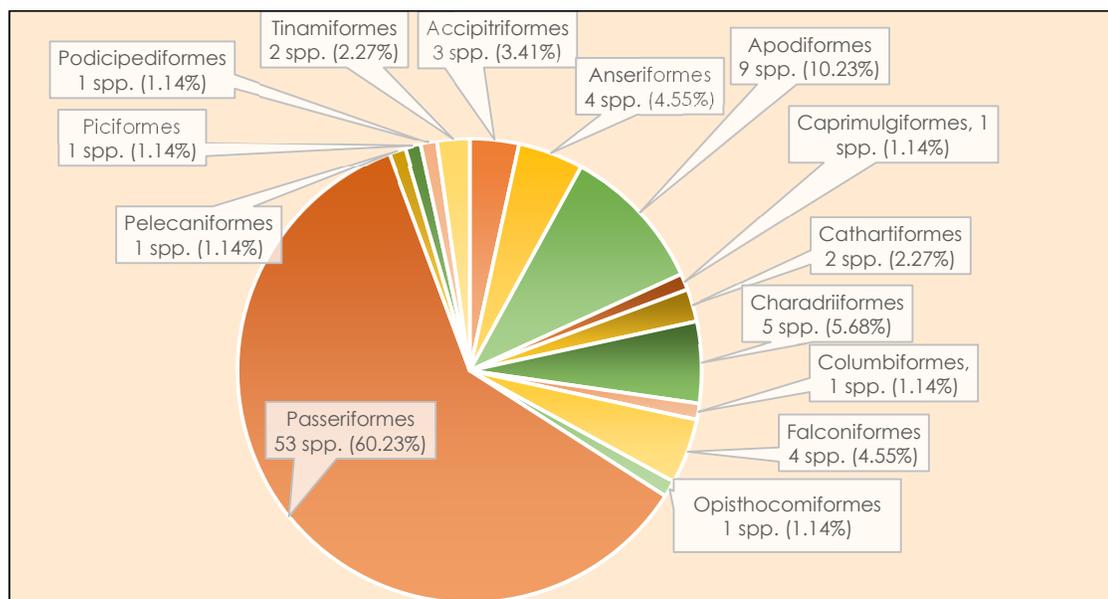
Nota:
2012: Época Seca (AMEC, 2012).
2013: Época Húmeda (Carranza, 2013).
2014H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2014).
2014S: Época Seca JJR Servicios Generales, 2014).
2015H: Época Húmeda (INSIDEO, 2015).
2015S: Época Seca (INSIDEO, 2015).
2016H: Época Húmeda (FCISA, 2016).
2016S: Época Seca (FCISA, 2016).
2017H: Época Húmeda (FCISA, 2017).
2017S: Época Seca (FCISA, 2017).
2018H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2018).
2018S: Época Seca (JJR Servicios Generales, 2018).
2017S(S): Época Seca (Stantec, 2017).
2018H(S): Época Húmeda (Stantec, 2018).

Elaborado por: Stantec, 2020.

El número total de especies registradas en el área de estudio, durante el periodo 2012-2018, asciende a ochenta y ocho (88) especies de aves distribuidas en trece órdenes, 27 familias y 63 géneros, los cuales se observan en la Tabla 3.3.3-11, *Listado de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*.

El orden con el mayor número de registros fue el Passeriformes (53 especies, 60.23%), seguido por los órdenes Apodiformes (9 especies, 10.23%), Charadriiformes (5 especies, 5.68%), Anseriformes (4 especies, 4.55%), Accipitriformes (3 especies, 3.41%), Falconiformes (4 especies, 4.55%), y Cathartiformes (2 especies, 2.27%). Los órdenes que tuvieron registros de una sola especie fueron los Caprimulgiformes, Columbiformes, Opisthocomiformes, Pelecaniformes, Piciformes, Podicipediformes y Tinamiformes (ver el Gráfico 3.3.3-77, *Número y Porcentaje de Especies de Aves por Orden – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

Gráfico 3.3.3-77 Número y Porcentaje de Especies de Aves por Orden - Eventos de Muestreo 2012-2018

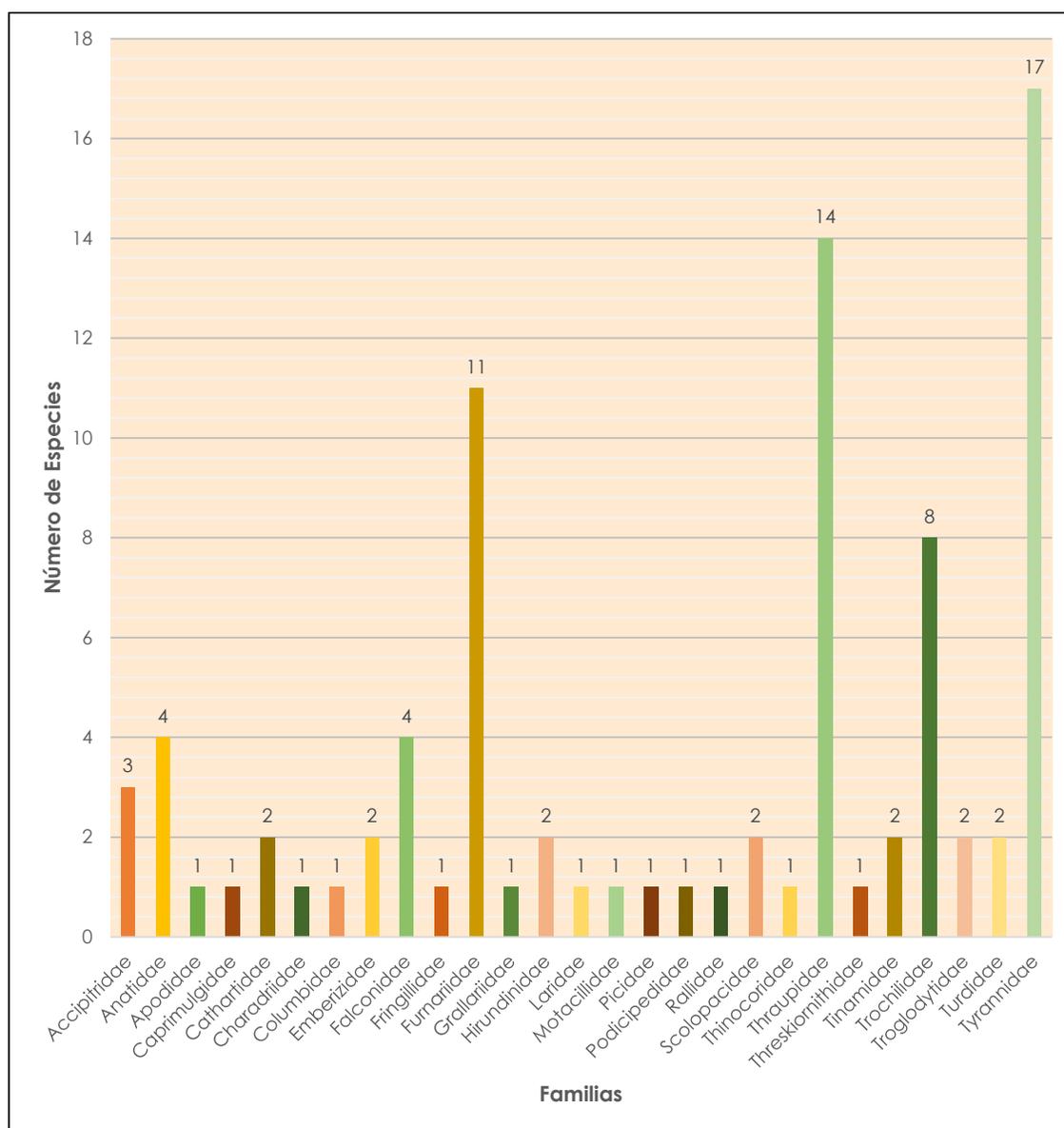


Elaborado por: Stantec, 2020.

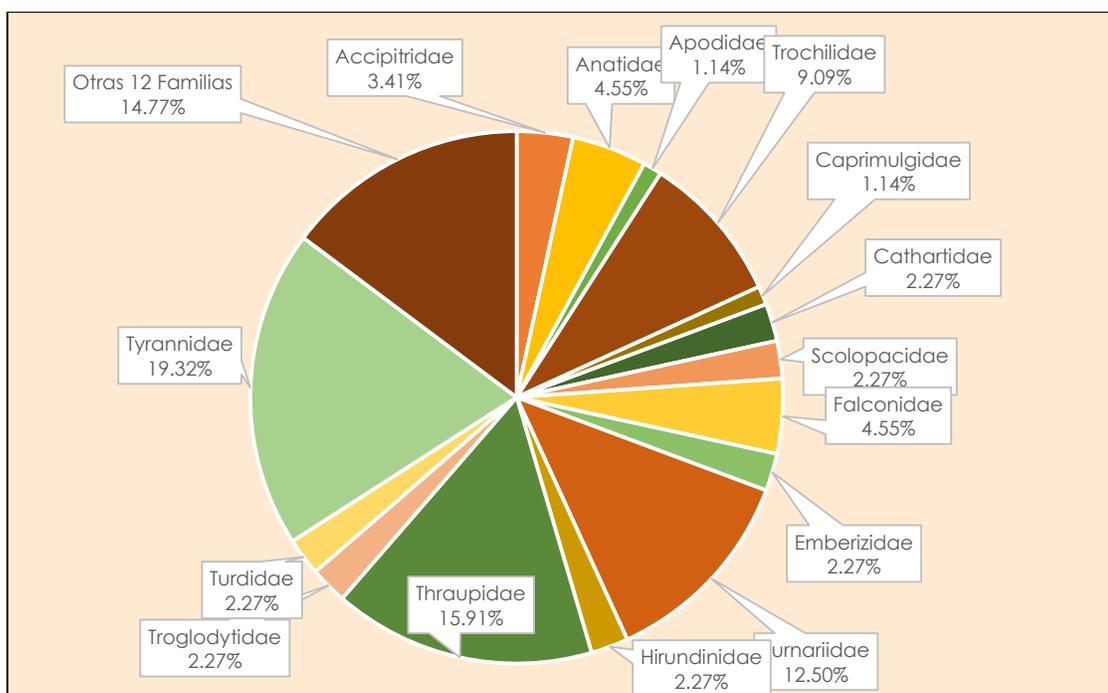
De las 26 familias registradas en total, la que tuvo el mayor número de especies fue la familia Tyrannidae, con un registro de 17 especies, que representan el 19.32% del total de especies de aves registradas (ver el Gráfico 3.3.3-78, *Número de Especies de Aves por Familia – Eventos de Muestreo 2012-2018*, y el Gráfico 3.3.3-79, *Porcentaje de Especies de Aves por Familia – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

A la familia Tyrannidae le sigue la familias Thraupidae, con catorce especies (15.91%); Furnariidae, con once especies (12.50%); Trochilidae, con siete especies (7.95%); Anatidae y Falconidae, con cuatro especies cada una (4.55%); Accipitridae, con tres especies (3.41%); Apodidae, Cathartidae, Emberizidae, Hirundinidae, Scolopacidae, Tinamidae, Troglodytidae y Turdidae, con dos especies cada una (2.27%); y finalmente, las familias Caprimulgidae, Charadriidae, Columbidae, Fringillidae, Grallaridae, Laridae, Motacillidae, Picidae, Podicipedidae, Rallidae, Thinocoridae y Threskiornithidae, con una especie cada una (1.14%).

Gráfico 3.3.3-78 Número de Especies de Aves por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.3-79 Porcentaje de Especies de Aves por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018

Elaborado por: Stantec, 2020.

En el área de estudio se ha observado la preferencia de hábitat por parte de las especies de aves registradas. Así, las especies *Agriornis montanus* (ver la Foto 3.3.3-9, a), *Anthus bogotensis*, *Orochelidon murina* y *Sicalis uropygialis* (ver la Foto 3.3.3-9, b) fueron registradas en el hábitat de pajonal.

Foto 3.3.3-9 Especies de Aves en Hábitat de Pajonal

a) *Agriornis montanus* "Arriero de Pico Negro" (Familia Tyrannidae)
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).



b) *Sicalis uropygialis* "Chirigüe de Lomo Brillante" (Familia Thraupidae).
Foto: FCISA (2016).

En el hábitat de matorral arbustivo fueron registradas las especies *Aglaeactis cupripennis*, *Camptostoma obsoletum*, *Catamenia analis*, *Cranioleuca antisiensis*, *Diglossa brunneiventris* (ver la Foto 3.3.3-10, a), los picaflores *Leptasthenura pileata*, *Lesbia nuna* (ver la Foto 3.3.3-10, b), *Metallura phoebe* (ver la Foto 3.3.3-10, c), *Myrtis fanny*, y *Oreotrochilus estella* (ver la Foto 3.3.3-10, d).

Foto 3.3.3-10 Especies de Aves en Hábitat de Matorral Arbustivo

a) *Diglossa brunneiventris* "Pincha-Flor de Garganta Negra" (Familia Thraupidae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).



b) *Lesbia nuna* "Colibrí de Cola Larga Verde" (Familia Trochilidae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).



c) *Metallura phoebe* "Colibrí Negro" (Familia Trochilidae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).



d) *Oreotrochilus estella* "Estrella Andina" (Familia Trochilidae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).

En el hábitat de humedal altoandino fueron registradas las especies *Fulica ardesiaca*, *Gallinago andina*, *Chroicocephalus serranus* (ver la Foto 3.3.3-11, a), *Calidris bairdii*, *Plegadys ridgwayi*, *Podiceps occipitalis*, y los patos *Anas flavirostris*, *Anas georgica*, *Anas puna* y *Oxyura jamaicensis* (ver la Foto 3.3.3-11, b).

Foto 3.3.3-11 Especies de Aves en Hábitat de Humedal Altoandino

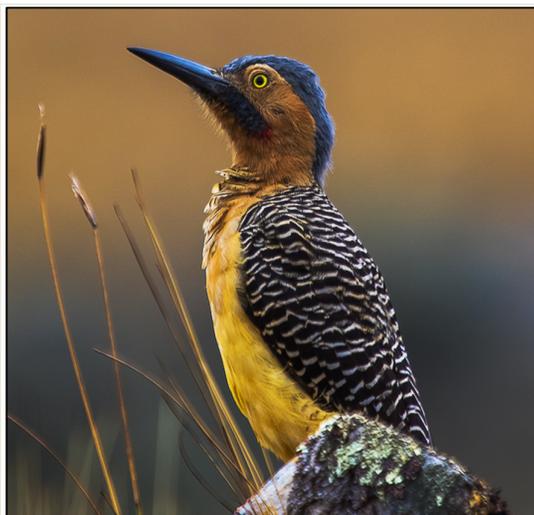
a) *Chroicocephalus serranus* "Gaviota Andina" (Familia Laridae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).



b) *Oxyura jamaicensis* "Pato Rano" (Familia Anatidae).
Foto: Ordinola G. (Stantec, 2017).

Así también, se ha observado especies que fueron registradas en todos los hábitats identificados; es decir, en el pajonal andino, en el matorral arbustivo, en el humedal altoandino y en los bosques de pino, tal es el caso de *Colaptes rupicola* llamado "Carpintero Andino", cuya imagen se aprecia en la Foto 3.3.3-12, a); *Conirostrum cinereum* llamado "Pico-de-Cono Cinéreo", cuya imagen se aprecia en la Foto 3.3.3-12, b); y *Phrygilus unicolor* llamado "Fringilo Plomizo", cuya imagen se aprecia en la Foto 3.3.3-12, c). En el caso de *Colaptes rupicola* y *Phrygilus unicolor*, éstas son algunas de las especies de aves más abundantes en el área de estudio, y éstas fueron registradas en todos los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018.

Foto 3.3.3-12 *Colaptes rupicola*, *Conirostrum cinereum* y *Phrygilus unicolor*



a) *Colaptes rupicola* "Carpintero Andino" (Familia Picidae).
Foto: Ordinola G. (MWH, 2017).



b) *Conirostrum cinereum* "Pico-de-Cono Cinéreo" (Familia Thraupidae). Foto: Ordinola G. (MWH, 2017).



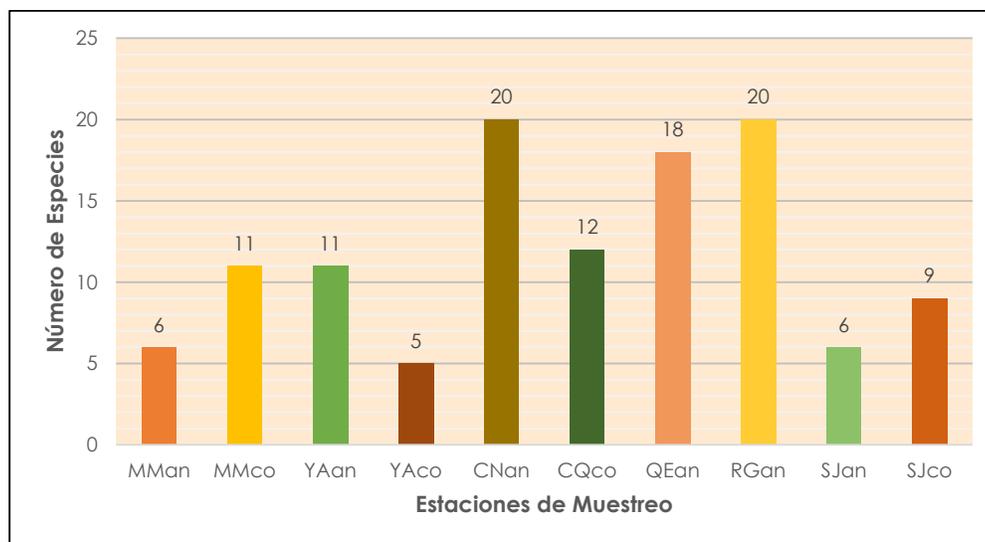
c) *Phrygilus unicolor* "Fringilo Plomizo" (Familia Thraupidae).
Foto: AMEC, 2012.

En cuanto a la abundancia de especies en el área de estudio, las siguientes especies fueron registradas con altos valores de abundancia: *Asthenes flammulata* "Canastero Multilistado" (ver la Foto 3.3.3-13, a), *Asthenes humilis* "Canastero de Garganta Rayada" (ver la Foto 3.3.3-13, b), *Sicalis uropygialis* "Chirigüe de Lomo Brillante" (ver la Foto 3.3.3-9, b), *Colaptes rupicola* "Carpintero Andino" (ver la Foto 3.3.3-12, a) y *Orochelidon murina* "Golondrina de Vientre Pardo".

Foto 3.3.3-13 Especies de Aves Más AbundantesDescripción Cualitativa y Cuantitativa de la Avifauna en el Área de Estudio*Riqueza de Especies de Aves por Evento de Muestreo*

Evento de Muestreo 2012

Se registró un total de 36 especies de aves en las estaciones de muestreo evaluadas, y tres especies fueron registradas fuera de ellas. Las estaciones que tuvieron la riqueza más alta fueron CNan (sector Cerro Negro) y RGan (sector La Quinua), con un registro de 20 especies cada una, y la riqueza más baja fue registrada en las estaciones YAcO, con un registro de cinco especies, así como en las estaciones MMan y SJan, con un registro de seis especies cada una (ver el Gráfico 3.3.3-80, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2012*).

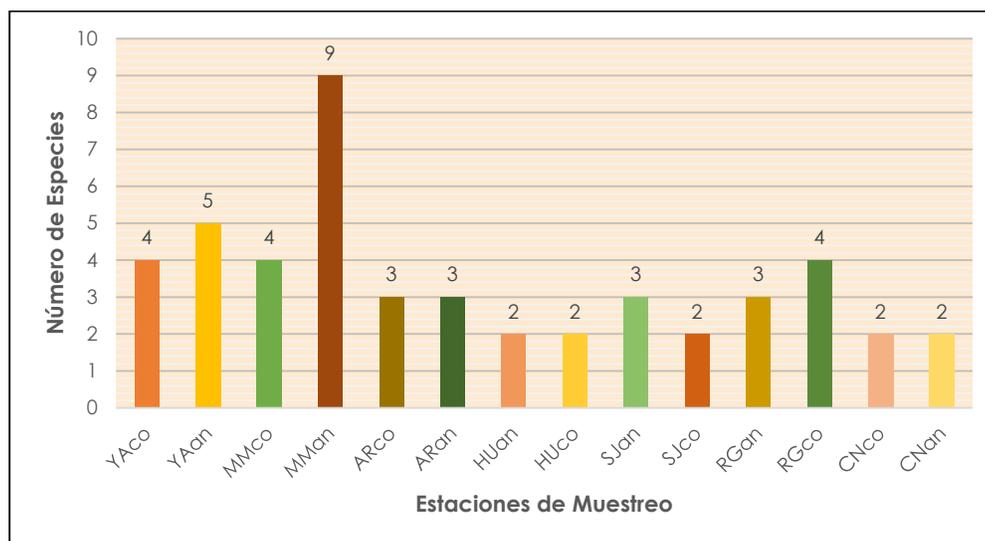
Gráfico 3.3.3-80 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013

Se registró un total de diez especies de aves en las estaciones de muestreo evaluadas. La estación MMan registró el número de especies más alto, con nueve especies; en tanto que, las estaciones CNco, CNan, HUco y SJco, registraron los valores más bajos de riqueza, con dos especies registradas en cada una de estas estaciones. Ver el Gráfico 3.3.3-81, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2013.

Gráfico 3.3.3-81 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

Se registró un total de 18 especies de aves en las estaciones de muestreo evaluadas. Las estaciones ARco y RGco registraron el número de especies más alto, con siete especies cada una; en tanto que, la estación HUco registró el valor más bajo de riqueza, con solo una especie registrada durante el evento de muestreo. Ver el Gráfico 3.3.3-82, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda).

Gráfico 3.3.3-82 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

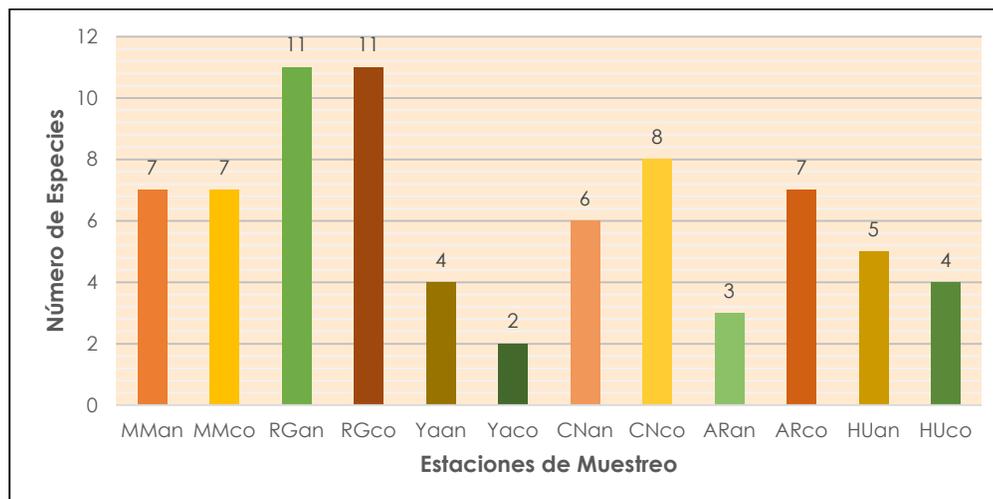


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Se registró un total de 24 especies de aves en las estaciones de muestreo evaluadas. La riqueza más alta fue registrada en las estaciones RGan y RGco, con once especies en cada una; en tanto que, la estación YAco registró el valor más bajo de riqueza, con dos especies registradas durante el evento de muestreo. Ver el Gráfico 3.3.3-83, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-83 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

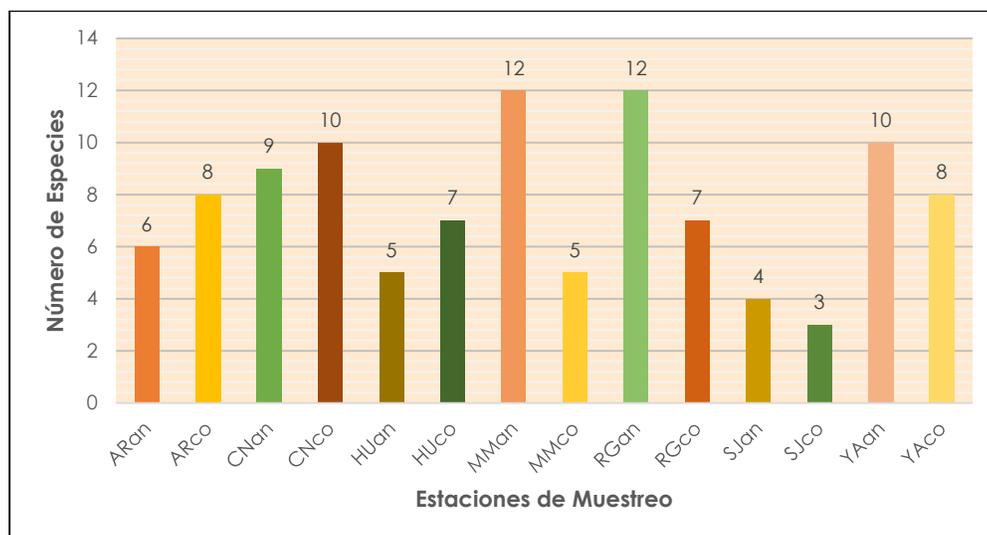


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

Se registró un total de 45 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en las estaciones RGan y MMan (la primera ubicada en la Subcuenca del Río Grande, y la segunda ubicada en la zona Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), con doce especies registradas en cada una; en tanto que, las estaciones SJan y SJco registraron los valores más bajos de riqueza, con cuatro y tres especies registradas, respectivamente. Ver el Gráfico 3.3.3-84, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-84 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

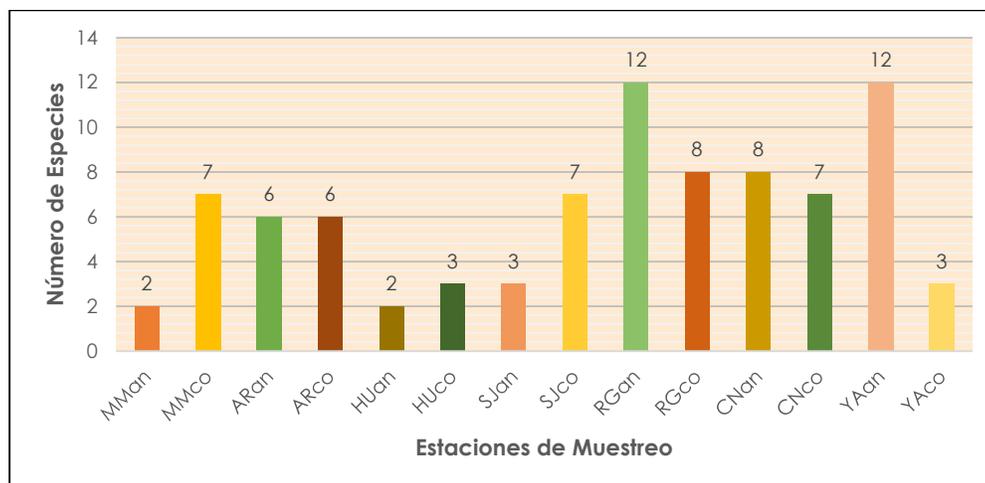


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

Se registró un total de 27 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en las estaciones YAan y RGan (la primera ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca Río Rejo; y la segunda ubicada en la zona La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande), con 12 especies de avifauna registradas. Le siguen las estaciones RGco y CNan (la primera ubicada en la zona La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande; y, la segunda ubicada en la zona Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo), con siete especies de avifauna registradas. En tanto que, la riqueza más baja fue registrada en la estación de muestreo HUan, con dos especies de avifauna registradas. Ver el Gráfico 3.3.3-85, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca).

Gráfico 3.3.3-85 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

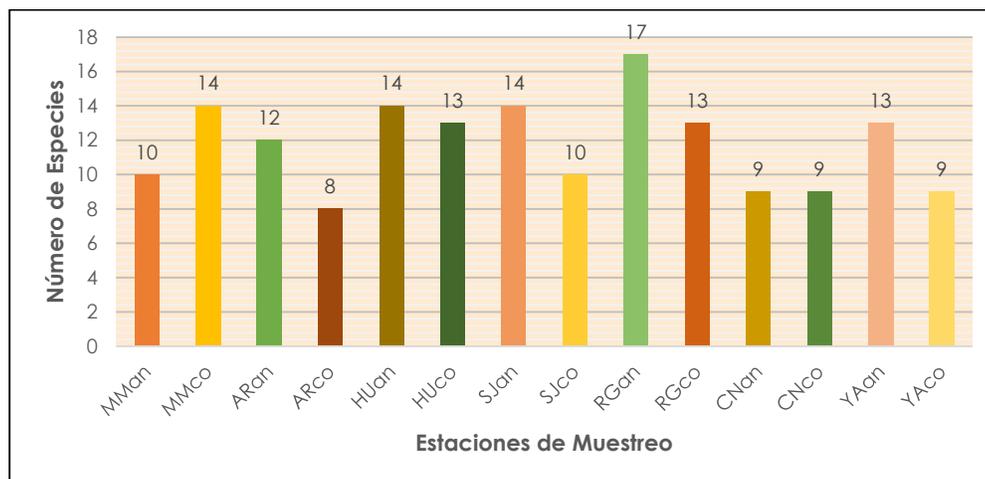


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Se registró un total de 31 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en la estación RGan, con 17 especies de avifauna. Le sigue las estaciones MMco, HUan, SJan y RGan, con 14 especies de avifauna registradas en cada una. En tanto que, la estación de muestreo ARco registró la riqueza más baja de especies, con ocho especies de avifauna registrada. Ver el Gráfico 3.3.3-86, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda).

Gráfico 3.3.3-86 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

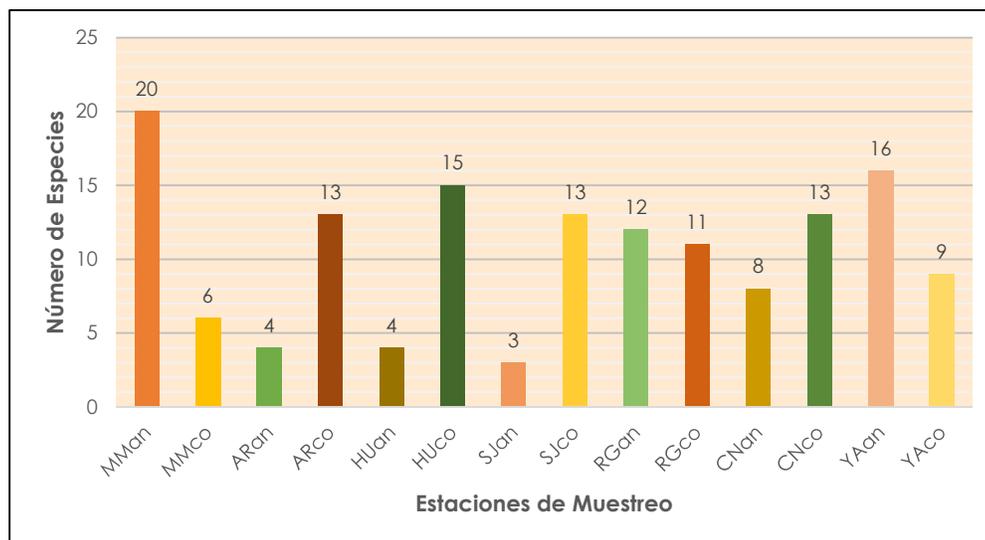


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

Se registró un total de 30 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en la estación MMan, ubicada en el sector de Maqui Maqui, con 20 especies registradas. Le sigue la estación YAan, ubicada en el sector de Yanacocha, con 16 especies; y la estación HUco, con 15 especies. El resto de las estaciones mostró una riqueza menor a 13 especies, siendo la estación de menor riqueza la estación SJan, ubicada en el sector de San José, con tres especies registradas. Ver el Gráfico 3.3.3-87, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-87 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

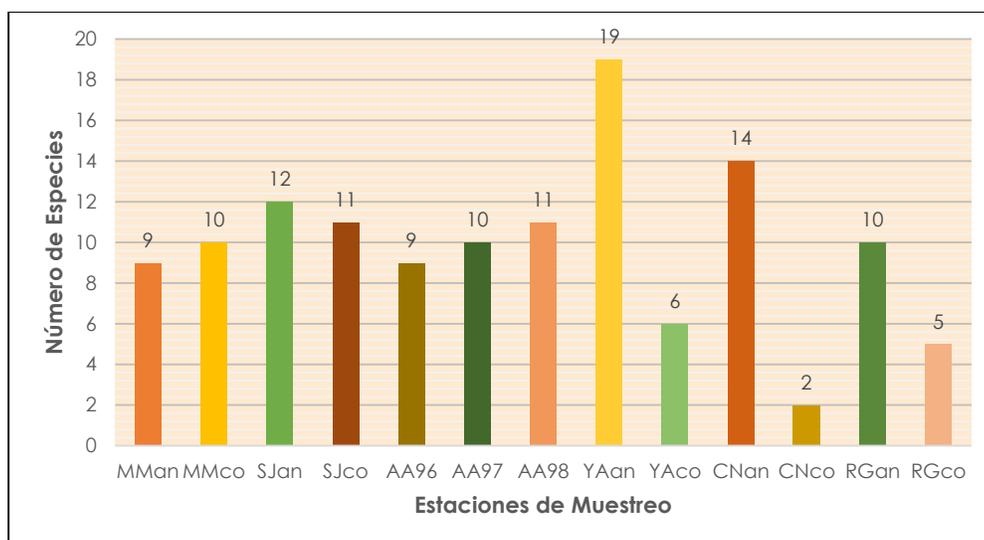


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Se registró un total de 39 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en la estación YAan, ubicada en el sector de Yanacocha, con 19 especies registradas. Le sigue la estación CNan, ubicada en el sector de Cerro Negro, con 14 especies; la estación SJan, con 12 especies; la estación SJco, con 11 especies; la estación AA98 con 11 especies; y, las estaciones MMco, AA97 y RGan, con 10 especies cada una. El resto de las estaciones mostró una riqueza menor a 10 especies, siendo la estación de menor riqueza la estación CNco, ubicada en el sector de Cerro Negro, con dos especies registradas. Ver el Gráfico 3.3.3-88, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*.

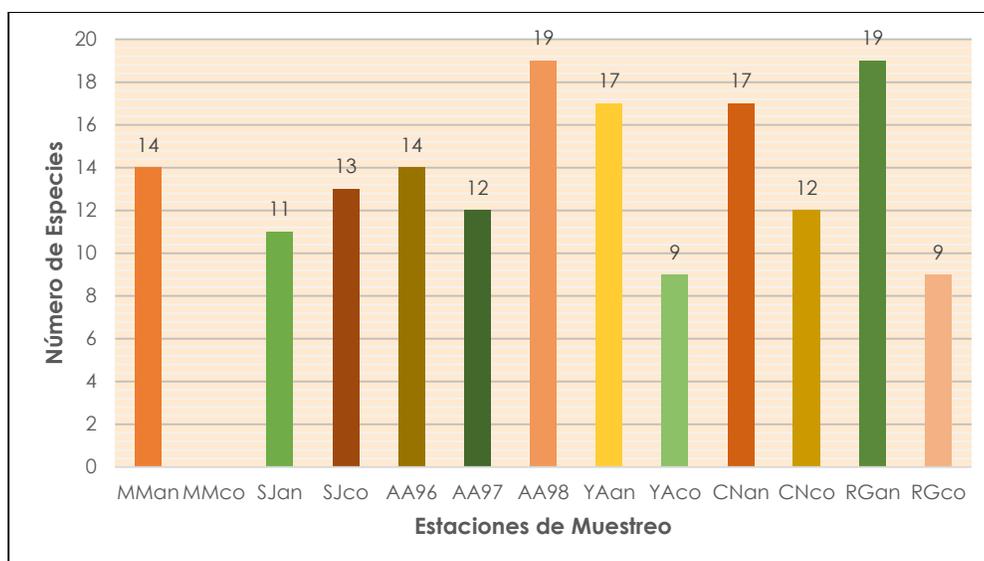
Todas estas estaciones, a excepción de las estaciones AA96, AA97 y AA98, se ubican en la formación de pajonal andino, mientras que las estaciones AA96, AA97 y AA98 se ubican en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui. Se observa en el Gráfico 3.3.3-88, *Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*, la riqueza de especies en el humedal estuvo en un rango entre 9 y 11 especies; mientras que la riqueza más alta fue registrada en la estación YAan, ubicada en pajonal andino. La riqueza presentada en el humedal es baja comparada con el total de especies registradas en el año 2017 o en el periodo 2012-2017 (83 spp.).

Gráfico 3.3.3-88 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Se registró el mismo número de especies que en la época húmeda 2017 (39 especies). Sin embargo, la riqueza más alta fue registrada en las estaciones RGA (ubicada en el sector de Río Grande) y AA98 (ubicada en el humedal del sector Maqui Maqui), con 19 especies registradas. A éstas le siguieron las estaciones YAAn y CNan, con 17 especies registradas; las estaciones MMan y AA96, con 14 especies; la estación SJco, con 13 especies; las estaciones AA97 y CNco, con 12 especies; la estación SJan, con 11 especies; y finalmente, las estaciones YAcO y RGco, con 9 especies en cada una. La estación MMco no pudo evaluarse por conflictos sociales. Ver el Gráfico 3.3.3-89, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*. La riqueza de especies en el humedal estuvo en un rango entre 12 y 19 especies. La riqueza presentada en el humedal es baja comparada con el total de especies registradas en el año 2017 o en el periodo 2012-2018 (88 spp.).

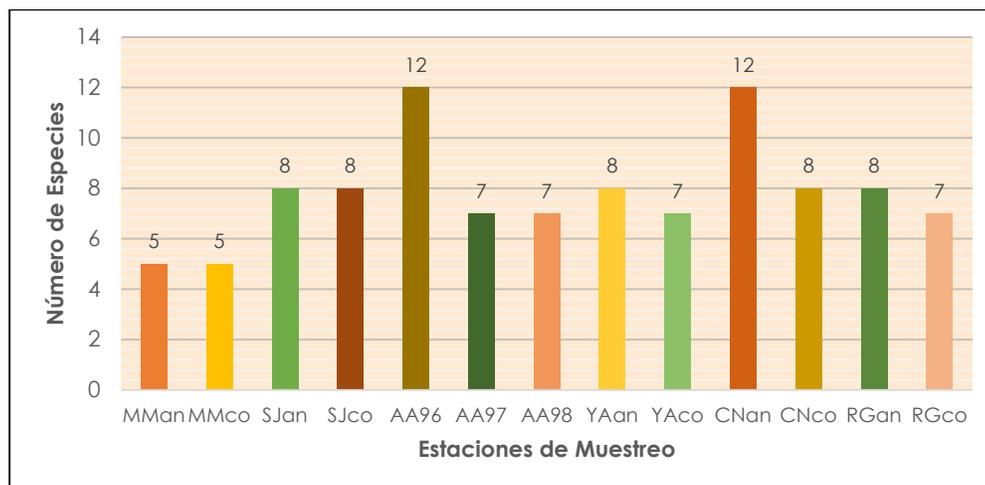
Gráfico 3.3.3-89 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

Se registró un total de 21 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en las estaciones AA96 y CNan, con 12 especies registradas. El resto de las estaciones mostró una riqueza menor a 9 especies, siendo las estaciones de menor riqueza MMan y MMco, ubicadas ambas en el sector de Maqui Maqui, con cinco especies registradas en cada una, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-90, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda).

Gráfico 3.3.3-90 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

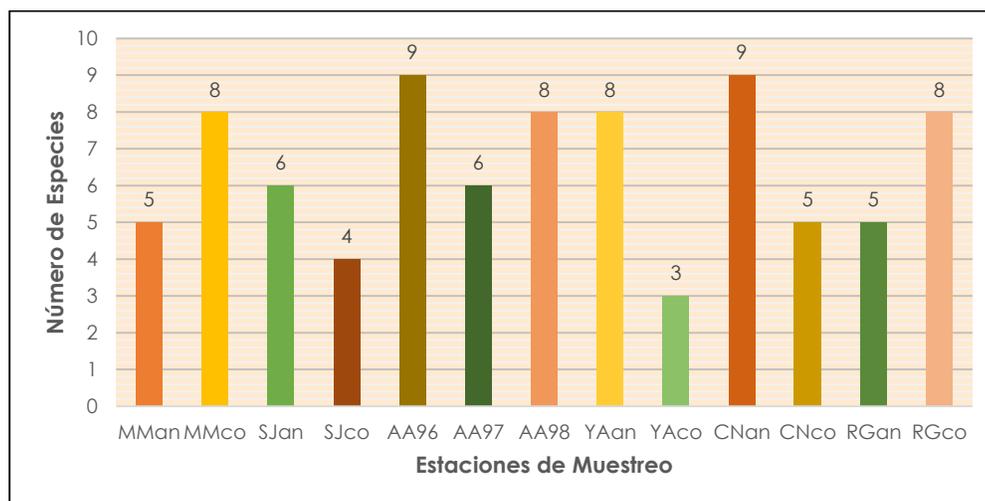


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

Se registró un total de 22 especies de aves en el área de estudio. Al igual que lo sucedido en la época húmeda, la riqueza más alta fue registrada en las estaciones AA96 (humedal en el sector Maqui Maqui) y CNan (sector Cerro Negro), con un registro de 9 especies en cada una. A éstas les siguieron las estaciones MMco, AA98, YAAn y RGco, con un registro de 8 especies. El resto de las estaciones mostró una riqueza menor a 7 especies, siendo la estación YAcO (sector Yanacocha) la de menor riqueza, con 3 especies registradas, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-91, Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca).

Gráfico 3.3.3-91 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

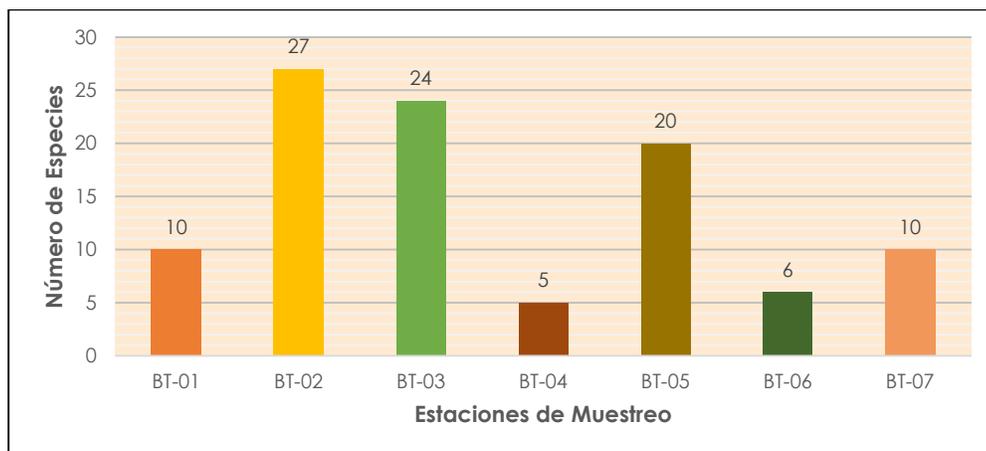


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) – Stantec

Se registró un total de 55 especies de aves en el área de estudio. La riqueza más alta fue registrada en la estación BT-02, con 29 especies registradas. Le sigue las estaciones BT-03, con 17 especies; la estación BT-05 con 14 especies; la estación BT-07 con diez especies; la estación BT-06 con seis especies; y la estación BT-01 con cuatro especies, siendo ésta la que presentó la riqueza más baja. Ver el Gráfico 3.3.3-92, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-92 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

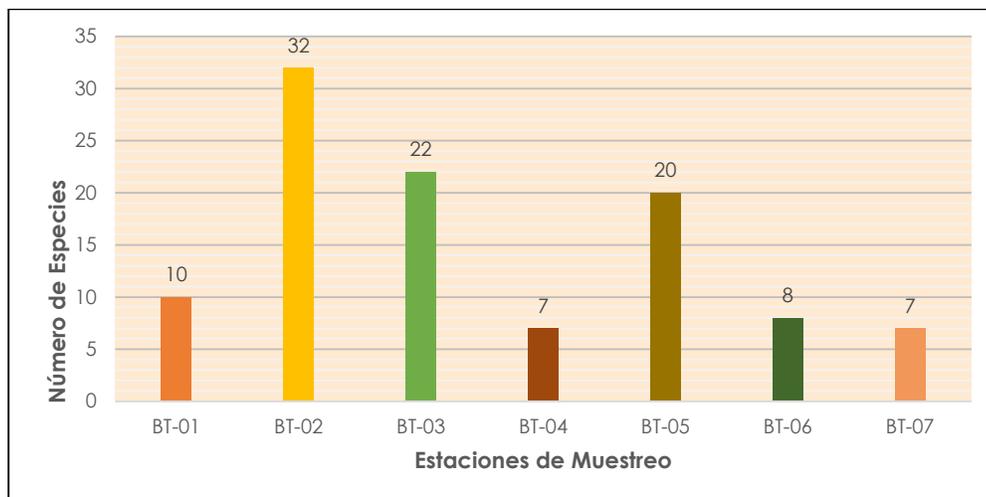


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) – Stantec

Se registró un total de 54 especies de aves en el área de estudio. Al igual que en la época seca, la riqueza más alta fue registrada en la estación BT-02, con 32 especies registradas. Le sigue la estación BT-03, con 22 especies; la estación BT-05 con 20 especies; y el resto de las estaciones presentaron una riqueza que fluctuó entre 7 y 10 especies, siendo las estaciones BT-04 y BT-07 las que presentaron la riqueza más baja, con 7 especies registradas. Ver el Gráfico 3.3.3-93, *Número de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-93 Número de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

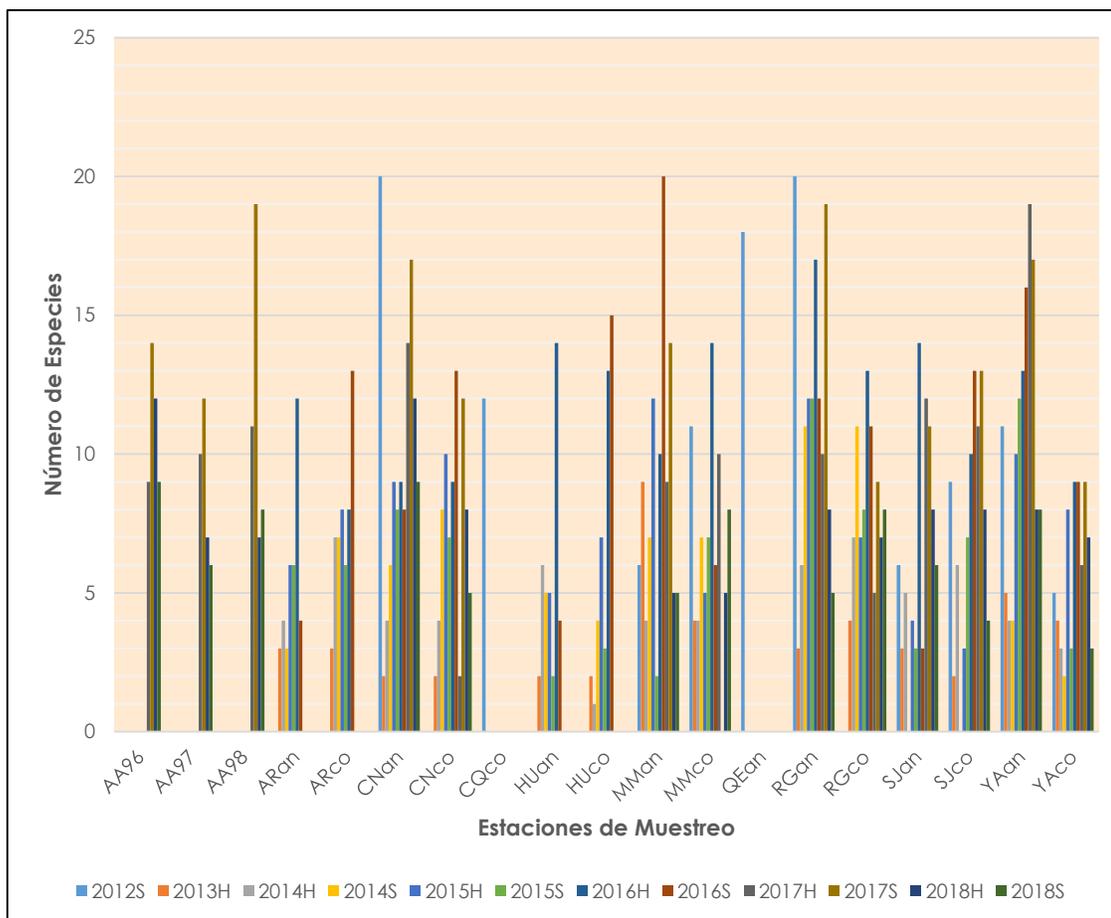


Elaborado por: Stantec, 2020.

Riqueza Histórica de Especies de Aves

Al realizar un análisis histórico de la riqueza de especies, se aprecia que el máximo de registros fue de 20 especies, obtenido durante el evento de muestreo del 2012 (época seca) en las estaciones CNan (sector Cerro Negro) y RGen (sector La Quinoa); y durante el evento del 2016 (época seca) en la estación MMan (sector Maqui Maqui). Por otro lado, los valores más bajos de riqueza de especies para la mayoría de las estaciones fueron registrados durante el evento de muestreo del 2013. Ver el Gráfico 3.3.3-94, *Análisis Histórico de Riqueza de Especies – Eventos de Muestreo 2012-2018*.

Gráfico 3.3.3-94 Análisis Histórico de Riqueza de Especies – Eventos de Muestreo 2012-2018



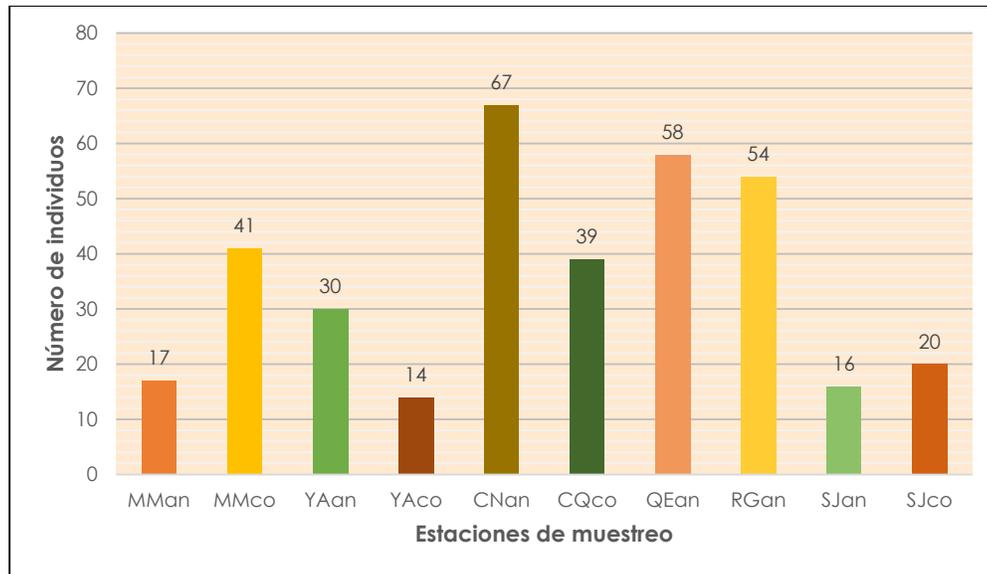
Elaborado por: Stantec, 2020.

Abundancia de Especies de Aves por Evento de Muestreo

Evento de Muestreo 2012

Se registró un total de 356 individuos en el área de estudio. Las estaciones de muestreo que presentaron la abundancia más alta fueron CNan y QEan, con un registro de 67 y 58 individuos, respectivamente. Las especies más abundantes fueron *Asthenes humilis*, *Asthenes flammulata*, *Cinclodes albiventris* y *Colaptes rupicola*, con un registro de 35, 30, 29 y 28 individuos, respectivamente.

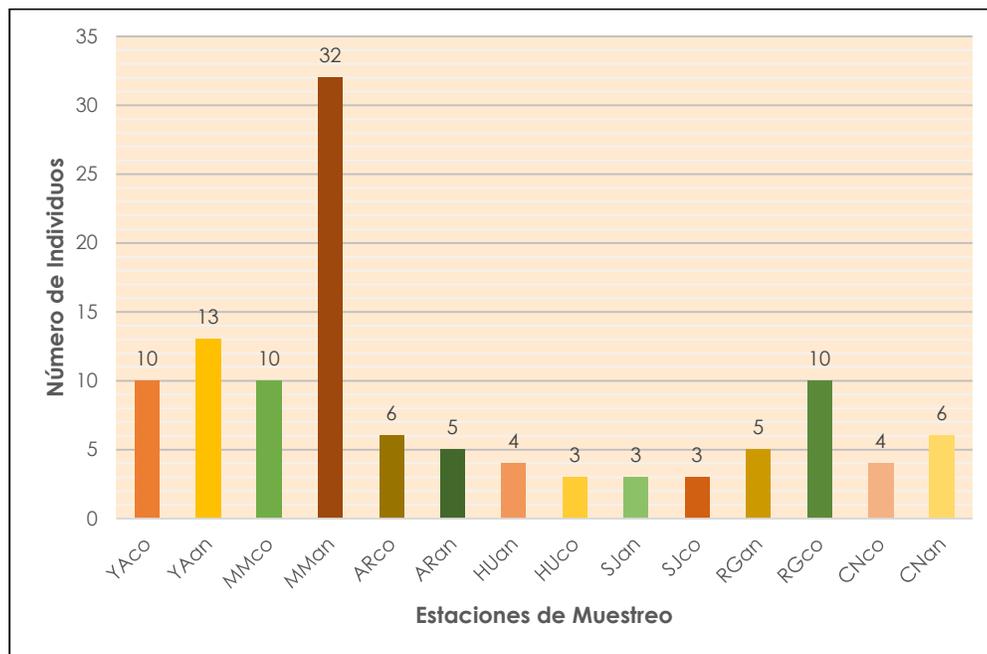
Contrariamente, las estaciones de muestreo que presentaron los valores más bajos de abundancia fueron YAco, SJan y MMan, con un registro de 14, 16 y 17 individuos, respectivamente, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-95, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2012*.

Gráfico 3.3.3-95 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013

Se registró un total de 114 individuos en el área de estudio. La estación MMan presentó el número de individuos más alto, con un registro de 32 individuos. En tanto que, las estaciones de muestreo HUco, SJan y SJco registraron los valores más bajos de abundancia, con registros de tres individuos en cada una de estas estaciones, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-96, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2013*).

Gráfico 3.3.3-96 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013

Elaborado por: Stantec, 2020.

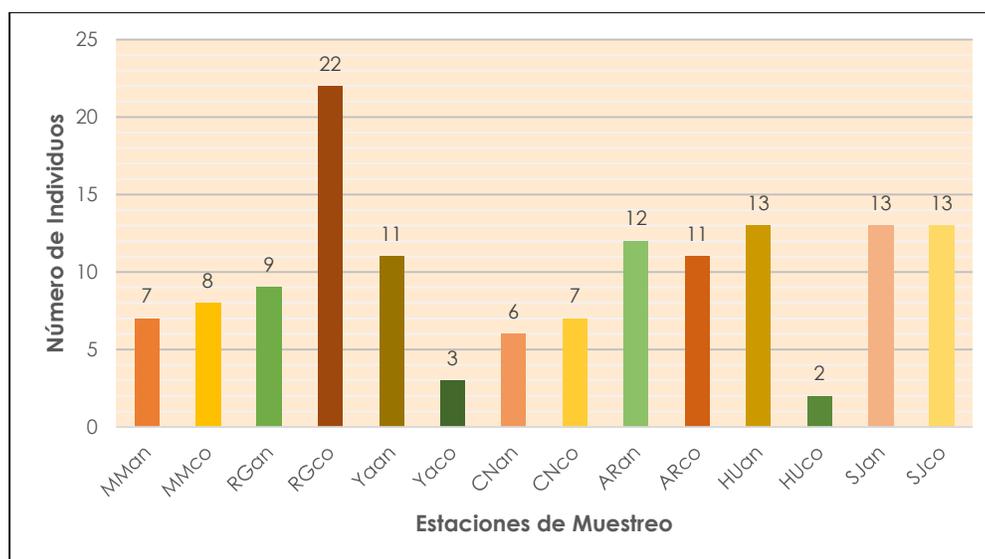
Las especies más abundantes durante el evento de muestreo fueron *Sicalis uropygialis*, *Orochelidon murina*, *Phrygilus unicolor* y *Asthenes humilis*, con registros de 21, 20, 12 y 11 individuos, respectivamente.

Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

Se registró un total de 137 individuos como producto del muestreo realizado en el área de estudio. La estación RGco presentó el número de individuos más alto, con un registro de 22 individuos. En tanto que, las estaciones de muestreo HUco y YAcó registraron los valores más bajos de abundancia, con registros de dos y tres individuos, respectivamente, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-97, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)*.

Las especies más abundantes fueron *Asthenes flammulata* y *Anthus bogotensis*, con registros de 32 y 20 individuos, respectivamente; mientras que las especies menos abundantes fueron *Geocerthia serrana* y *Ochthoeca oenanthoides*, con registros de tan solo un individuo.

Gráfico 3.3.3-97 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

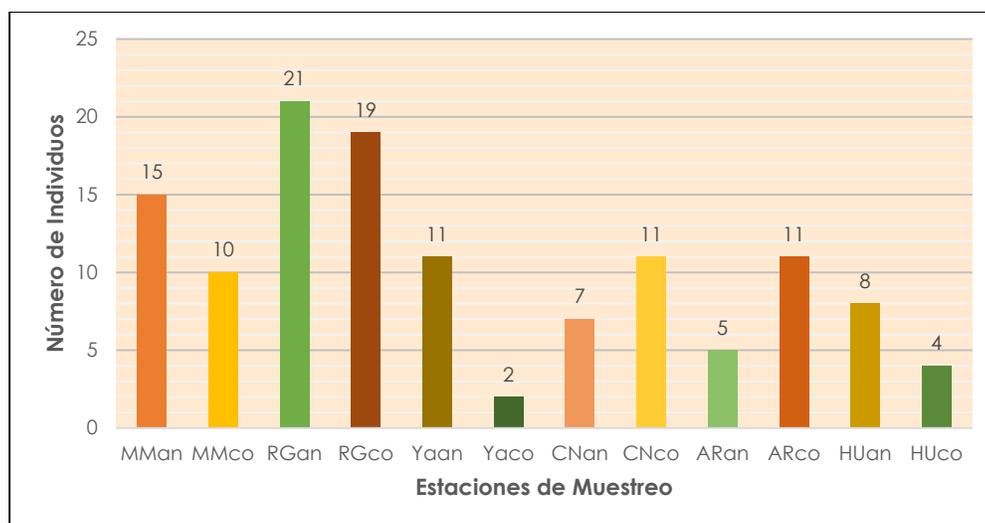


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Se registró un total de 124 individuos como producto del muestreo realizado en el área de estudio. La estación RGan presentó el número de individuos más alto, con un registro de 21 individuos. En tanto que, la estación de muestreo YAcó registró el valor más bajo de abundancia, con un registro de 2 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-98, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)*.

La especie más abundante fue *Asthenes flammulata*, con un registro de 20 individuos; mientras que las especies menos abundantes fueron *Agriornis montanus*, *Chroicocephalus serranus*, *Cinclodes atacamensis*, *Falco femoralis*, *Grallaria andicolus*, *Sporagra magellanica* y *Troglodytes aedon*, con registros de tan solo un individuo cada una.

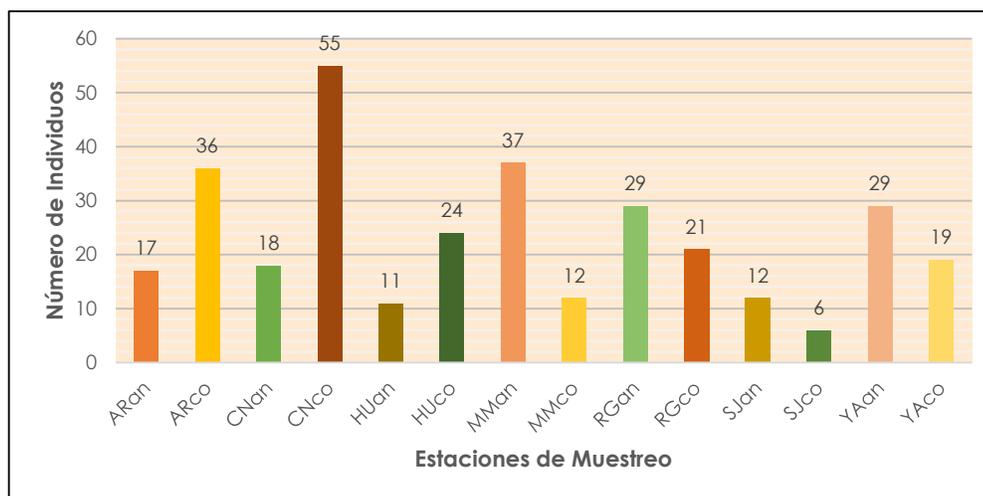
Gráfico 3.3.3-98 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

Se registró un total de 326 individuos como producto del muestreo realizado en el área de estudio. La estación CNco (ubicada en la zona Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 55 individuos registrados. Le sigue la estación MMan (ubicada en la zona Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda) con 37 individuos registrados, y la estación ARco (ubicada en la zona Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre) con 36 individuos registrados. Las demás estaciones de muestreo mostraron valores de abundancia de especies menores a 30 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-99, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*.

La especie *Phalacrocorax macrorhynchos* registró la mayor abundancia de individuos, con 51 individuos registrados. Le sigue las especies *Falco sparverius*, con 50 individuos registrados; *Troglodytes aedon*, con 38 individuos registrados; *Phrygilus unicolor*, con 31 individuos registrados; *Geositta tenuirostris*, con 28 individuos registrados; *Colibri coruscans*, con 22 individuos registrados; *Geocerthia serrana*, con 21 individuos registrados; y *Asthenes humilis*, con diez individuos registrados. Las especies restantes presentaron valores de abundancia menores a diez individuos.

Gráfico 3.3.3-99 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

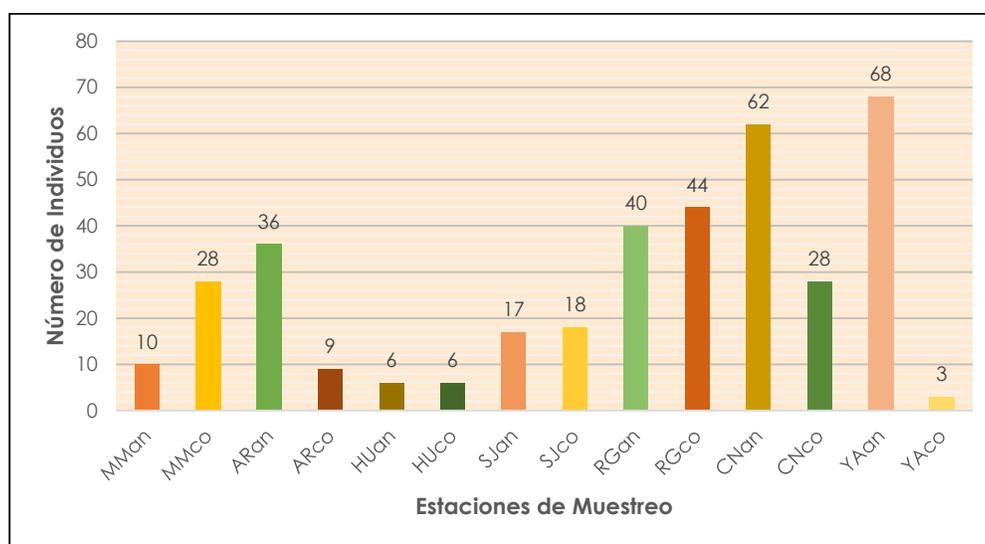
Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

Se registró un total de 375 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación YAan (ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 68 individuos registrados. Le sigue CNan (ubicada en la zona Cerro Negro, en la Subcuenca Río Rejo) con 62 individuos registrados; RGco (ubicada en la zona La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande) con 44 individuos registrados; y RGan (ubicada en la zona La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande), con 40 individuos registrados. Las demás estaciones de muestreo mostraron valores de abundancia menores a 40 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-100, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)*.

La especie *Asthenes humilis* registró la mayor abundancia de individuos, con 100 individuos registrados. Le sigue las especies *Asthenes flammulata* y *Colaptes rupicola*, con 68 individuos registrados cada una; *Catamenia inornata*, con 42 individuos registrados; *Sicalis uropygialis*, con 31 individuos registrados; *Phrygilus unicolor*, con 22 individuos registrados; y *Cinclodes albiventris*, con 15 individuos registrados. Las especies restantes presentaron valores de abundancia menores a diez individuos.

Gráfico 3.3.3-100 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

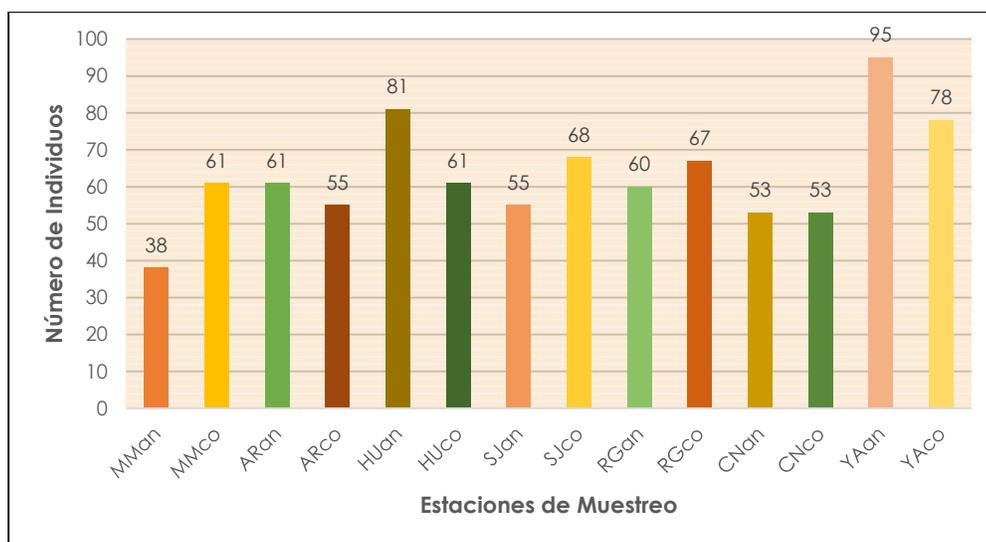


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Se registró un total de 886 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación YAan (ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 95 individuos registrados. Le sigue HUan (ubicada en la zona Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre) con 81 individuos registrados; YAco (ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) con 78 individuos registrados. Las demás estaciones de muestreo mostraron valores de abundancia menores a 68 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-101, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)*.

La especie *Pygochelidon cyanoleuca* registró la mayor abundancia de individuos, con 111 individuos registrados. Le sigue las especies *Phrygilus plebejus*, con 102 individuos registrados; *Sicalis uropygialis*, con 79 individuos registrados; *Streptoprocne zonaris*, con 66 individuos registrados; *Orochelidon murina*, con 57 individuos registrados; *Colaptes rupicola*, con 53 individuos registrados; *Phalcoboenus megalopterus*, con 52 individuos registrados; y *Phrygilus punensis*, con 47 individuos registrados. Las especies restantes presentaron valores de abundancia menores a 38 individuos.

Gráfico 3.3.3-101 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

Se registró un total de 654 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación YAan (ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 128 individuos registrados. Le sigue la estación MMan (ubicada en el sector de Maqui Maqui) con 120 individuos registrados; y, la estación CNco (ubicada en el sector de Cerro Negro) con 61 individuos registrados. Las demás estaciones de muestreo mostraron valores de abundancia menores a 56 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-102, Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Seca).

Gráfico 3.3.3-102 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

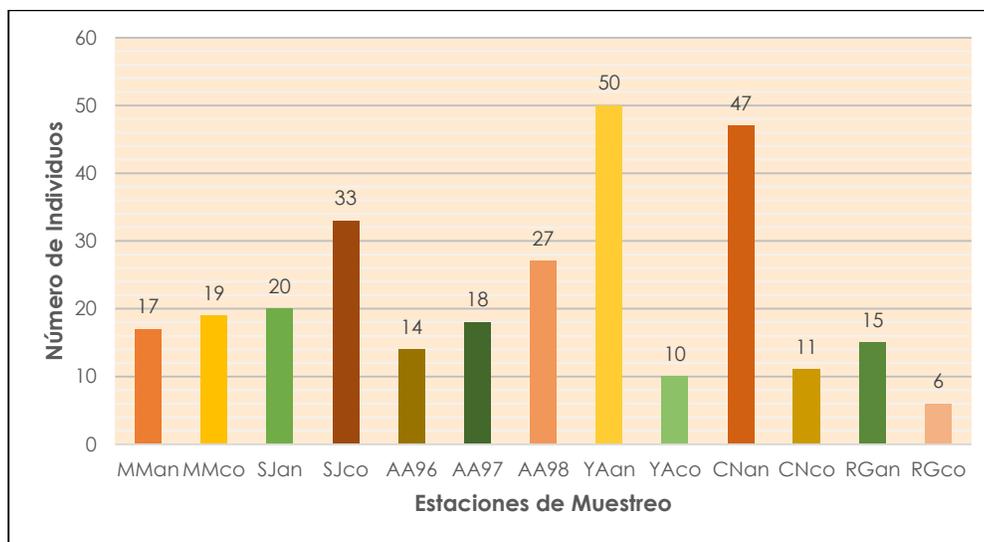
Elaborado por: Stantec, 2020.

La especie *Sicalis uropygialis* registró la mayor abundancia, con 76 individuos registrados. Le sigue las especies *Phrygilus plebejus*, con 68 individuos; *Colaptes rupicola*, con 65 individuos; *Streptoprocne zonaris*, con 61 individuos; *Orochelidon murina*, con 37 individuos; *Zonotrichia capensis*, con 36 individuos; *Anthus bogotensis*, con 34 individuos; y, *Phalco boenus megalopterus*, con 26 individuos registrados. Las especies restantes mostraron valores de abundancia menores a 24 individuos.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Se registró un total de 287 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación YAan (ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 50 individuos registrados. Le sigue la estación CNan (ubicada en el sector de Cerro Negro) con 47 individuos registrados; la estación SJco (ubicada en el sector de San José) con 33 individuos registrados; la estación AA98 (ubicada en el sector de Maqui Maqui) con 27 individuos registrados; y la estación SJan (ubicada en el sector de San José) con 20 individuos registrados. Las demás estaciones de muestreo mostraron valores de abundancia menores a 20 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-103, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-103 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)



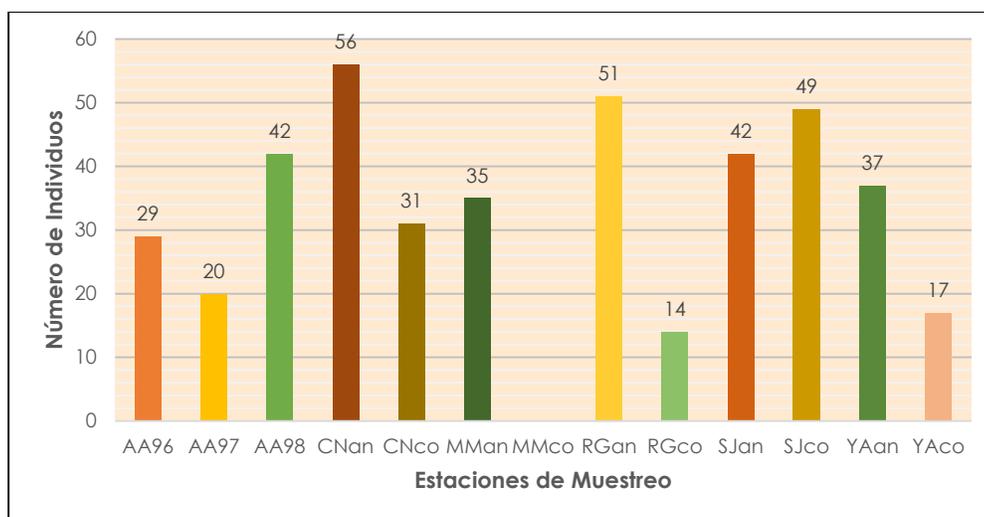
Elaborado por: Stantec, 2020.

La especie *Orochelidon murina* "golondrina de vientre pardo" fue la más abundante, con 35 individuos registrados. Esta especie se caracteriza por su amplio desplazamiento, y se la puede observar sobrevolando en zonas de pajonal, matorral arbustivo o césped de puna. La golondrina de vientre pardo es una especie de amplia distribución.

Le sigue en abundancia *Sicalis uropygialis* "chirigüe de lomo brillante", con 26 individuos registrados; *Colaptes rupicola* "carpintero altoandino", con 23 individuos; y las especies *Phrygilus plebejus* "fringilo de pecho cenizo" y *P. unicolor* "fringilo plumizo", ambas con 22 individuos registrados. Es importante mencionar que el registro de *Asthenes wyatti* "canastero de dorso rayado" con 18 individuos registrados, es un indicador de ambientes en buen estado, por lo que su registro es muy valioso.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Se registró un total de 388 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación CNan (ubicada en el sector de Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el valor más elevado de abundancia, con 56 individuos registrados. Le sigue la estación RGan (ubicada en el sector de Río Grande) con 51 individuos registrados; la estación SJco (ubicada en el sector de San José) con 49 individuos registrados; las estaciones SJan y AA98 con 42 individuos registrados en cada una; la estación YAan con 37 individuos; la estación MMan con 35 individuos; la estación CNco con 31 individuos; la estación AA96 con 29 individuos; la estación AA97 con 20 individuos; la estación YAco con 17 individuos; y, finalmente, la estación RGco registró el valor más bajo de abundancia, con 14 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-104, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*.

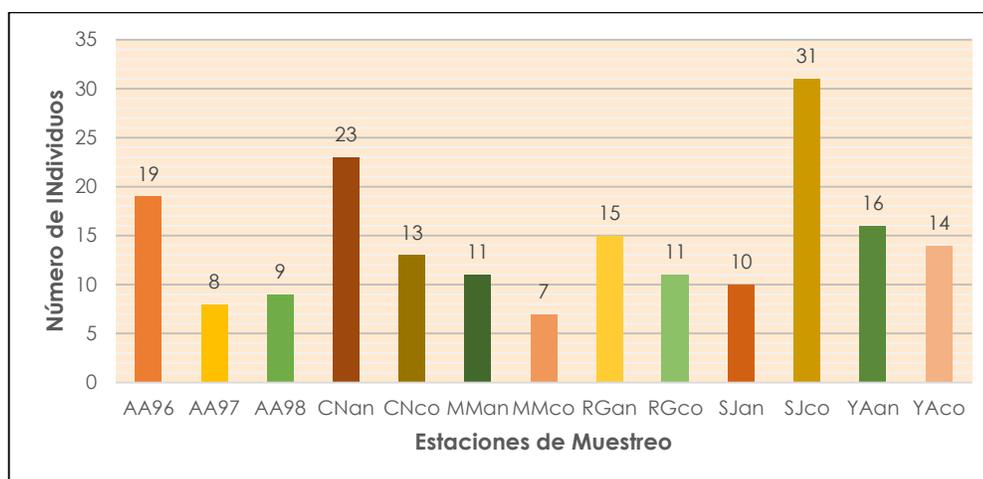
Gráfico 3.3.3-104 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

La especie más abundante fue el "chirigüe de lomo brillante" *Sicalis uropygialis*, con 43 individuos reportados. Esta especie es propia de zonas de pajonal denso, césped de puna y roquedal. Además, se caracteriza por desplazarse en grupos de tamaño medio o grande, y lo hacen para poder protegerse de los depredadores. La siguiente especie más abundante fue *Phrygilus unicolor* "fringilo plumizo" con 38 individuos reportados, seguido de *Phrygilus plebejus* "fringilo de pecho cenizo" con 35 individuos, *Colaptes rupicola* "carpintero andino" con 29 individuos, *Cinclodes albiventris* "churrete de ala crema" con 26 individuos, y con 22 individuos *Zonotrichia capensis* "gorrión de collar rufo". Las demás especies registraron valores de abundancia menores a 18 individuos.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

Se registró un total de 187 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación SJco (ubicada en el sector de San José) registró el valor más elevado de abundancia, con 31 individuos registrados. Le sigue la estación CNan (ubicada en el sector de Cerro Negro) con 23 individuos registrados; la estación AA96 con 19 individuos; y el resto de las estaciones presentó una riqueza que fluctuó entre 7 y 16 individuos, donde la estación MMco presentó el valor más bajo de abundancia, con 7 individuos registrados, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-105, *Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)*.

Gráfico 3.3.3-105 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

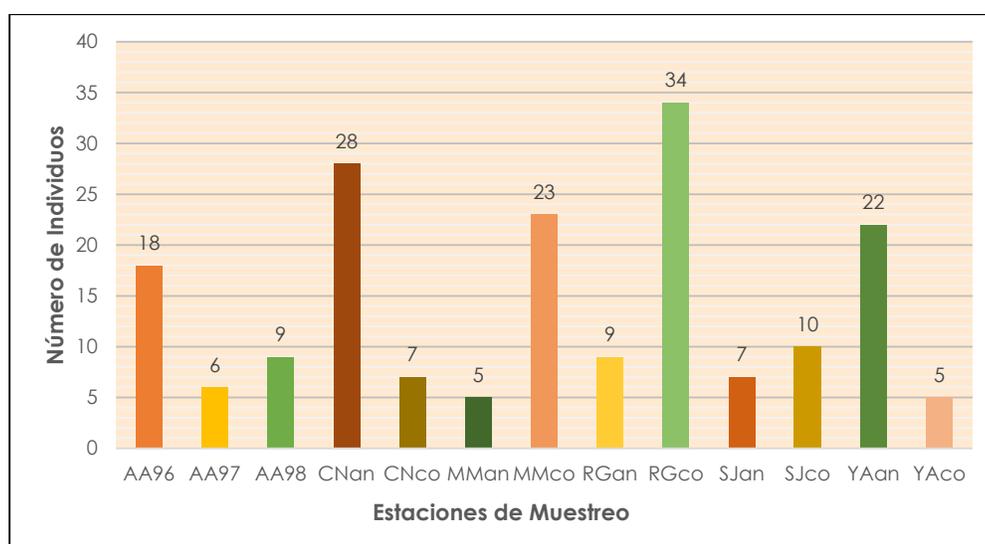
Elaborado por: Stantec, 2020.

Las aves más abundantes en esta época fueron *Phrygilus unicolor* (Fringilo Plumizo) con 29 individuos (15.51% de abundancia), *Asthenes flammulata* (Canastero Multilistado) y *Asthenes humilis* (Canastero de Garganta Rayada) con 25 individuos (13.37% de abundancia), cada una. Las aves menos abundantes fueron *Cinclodes atacamensis*, *Metallura phoebe*, *Polioxolmis rufipennis* y *Zonotrichia capensis*, con el registro de un solo individuo cada una de ellas.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

Se registró un total de 183 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación RGco (ubicada en el sector de Río Grande) registró el valor más elevado de abundancia, con 34 individuos registrados. Le sigue la estación CNan (ubicada en el sector de Cerro Negro) con 28 individuos registrados; la estación MMco (ubicada en el sector de Maqui Maqui) con 23 individuos; y la estación YAan (ubicada en el sector de Yanacocha) con 22 individuos. El resto de las estaciones presentó una abundancia entre 5 y 18 individuos, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-106, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-106 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

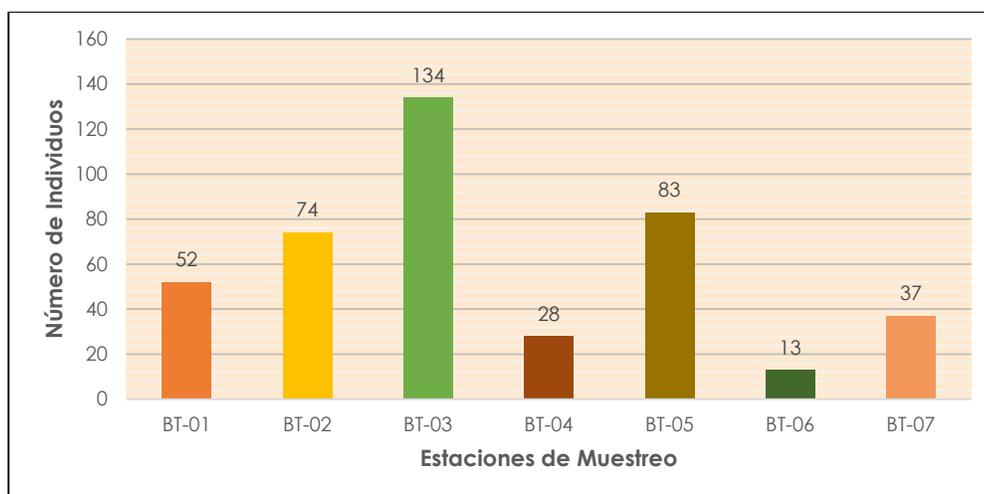


Elaborado por: Stantec, 2020.

Las aves más abundantes en la época seca fueron *Colaptes rupicola* (Carpintero andino) con 22 individuos (12.02% de abundancia), *Asthenes humilis* (Canastero de Garganta Rayada) con 21 individuos (11.48% de abundancia) y *Asthenes flammulata* (Canastero Multilistado) con 20 individuos (10.9% de abundancia). Las aves menos abundantes fueron *Agriornis albicauda*, *Geositta tenuirostris* y *Nothoprocta pentlandii*, con el registro de un solo individuo cada una de ellas.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec

Se registró un total de 421 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación BT-03 registró el valor más elevado de abundancia, con 134 individuos registrados. Le sigue las estaciones BT-05, con 83 individuos; BT-02, con 74 individuos; BT-01, con 52 individuos; BT-07, con 37 individuos; BT-04 con 28 individuos; y finalmente, la BT-06 que registró la abundancia más baja, con 13 individuos registrados, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-107, *Abundancia de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*, Stantec.

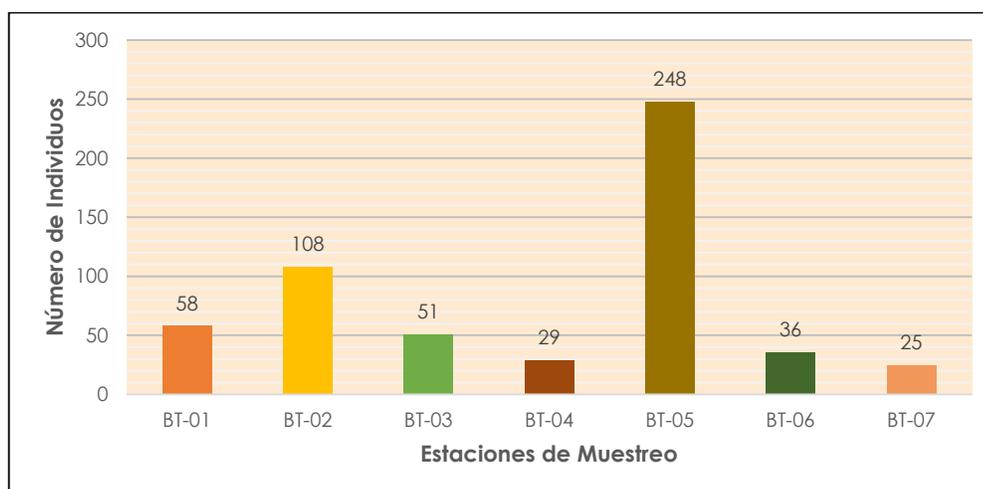
Gráfico 3.3.3-107 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca), Stantec

Elaborado por: Stantec, 2020.

En la estación BT-01 la especie *Agriornis montanus* fue la más abundante; en la estación BT-02, lo fue la especie *Zonotrichia capensis*; en la estación BT-03, las especies *Catamenia analis*, *Colaptes rupicola*, *Ochthoeca leucophrys* y *O. oenanthoides* fueron las más abundantes; en la estación BT-04, la más abundante fue la especie *C. rupicola*; en la estación BT-05, las especies *Chroicocephalus serranus* y *Oxyura jamaicensis* fueron las más abundantes, ambas con el mismo número de individuos registrados; en la estación BT-06, las especies *Geranoaetus polyosoma*, *Grallaria andicolus* y *Turdus fuscafer* presentaron valores altos de abundancia; y finalmente, en la estación BT-07, las especies *O. leucophrys* y *Anairetes flavirostris* obtuvieron el mayor valor de abundancia relativa.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec

Se registró un total de 455 individuos de avifauna en el área de estudio. La estación BT-05 registró el valor más elevado de abundancia, con 248 individuos registrados. Le sigue las estaciones BT-02, con 108 individuos; BT-01, con 58 individuos; BT-03, con 51 individuos; BT-06, con 36 individuos; BT-04 con 29 individuos; y finalmente, la BT-07 que registró la abundancia más baja, con 25 individuos registrados. Ver el Gráfico 3.3.3-108, *Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec*.

Gráfico 3.3.3-108 Abundancia de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec

Elaborado por: Stantec, 2020.

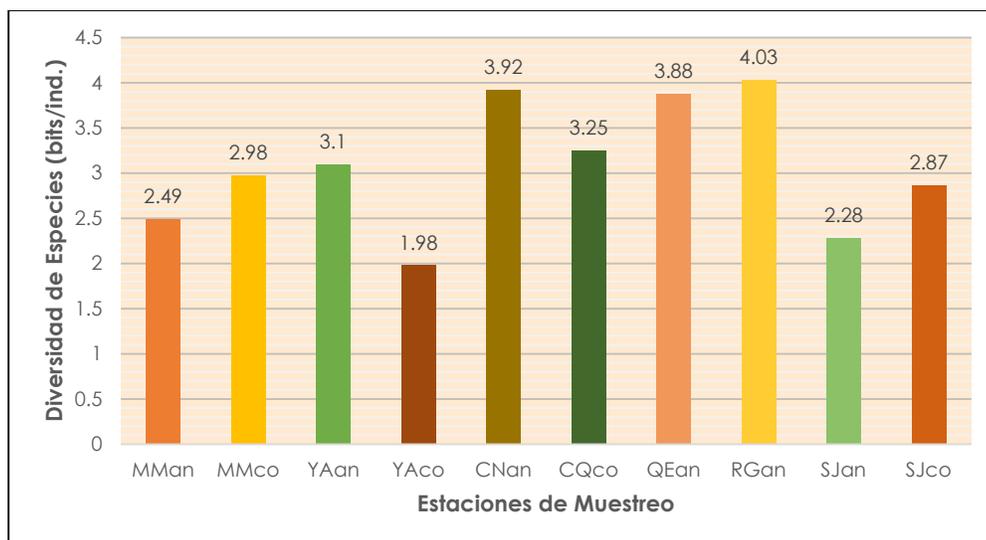
En las estaciones BT-01, BT-02, BT-04 y BT-06 la especie *Colaptes rupicola* fue la más abundante; en la estación BT-03 la más abundante fue la especie *Turdus fuscater*; en la estación BT-05, la especie *Plegadis ridgwayi* fue la más abundante; y en la estación BT-07, las especies *Pygochelidon cyanoleuca* y *Troglodytes aedon* fueron las más abundantes.

Diversidad de Especies de Aves por Evento de Muestreo

Evento de Muestreo 2012

Las estaciones de muestreo con la diversidad más alta fueron RGen y CNan (4.03 bits/individuo y 3.92 bits/individuo, respectivamente), las mismas que presentaron valores elevados de riqueza y abundancia (ver el Gráfico 3.3.3-109, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2012*). Mientras que la estación de muestreo con la diversidad más baja fue YAc, con un valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener de 1.98 bits/individuo.

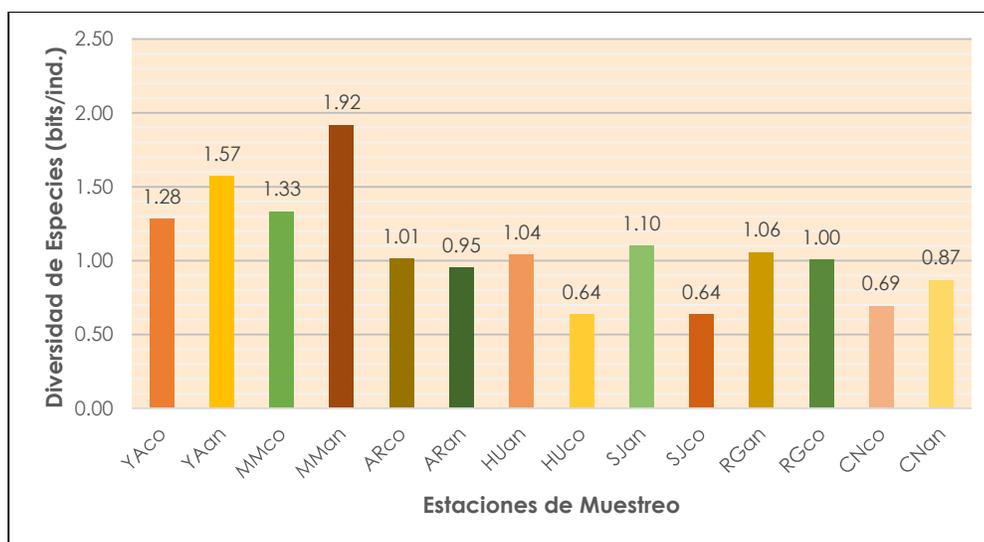
Gráfico 3.3.3-109 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2012



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013

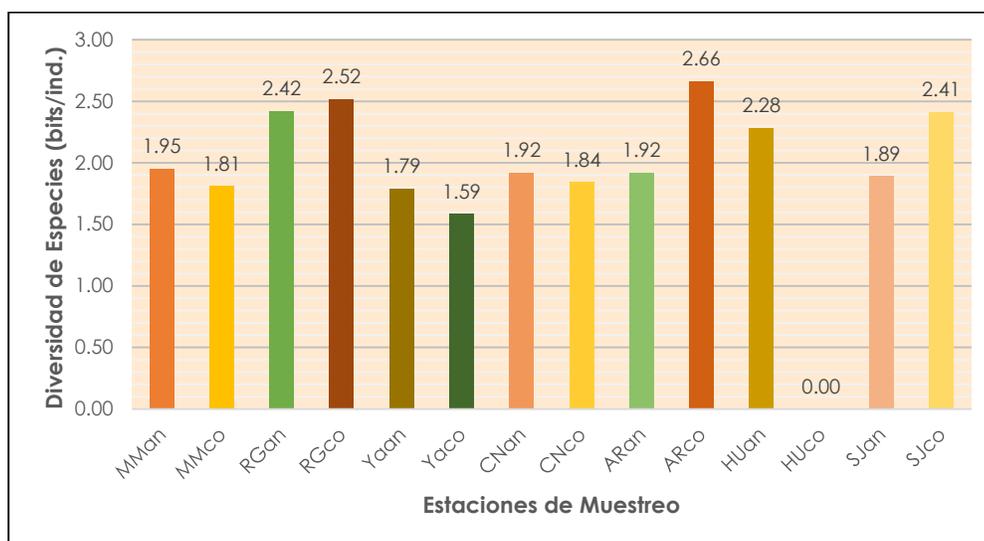
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0.64 y 1.92 bits/individuo. La estación de muestreo con la diversidad más alta fue MMan, presentando un valor de 1.92 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-110, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2013*). Mientras que las estaciones de muestreo con la diversidad más baja fueron HUco y SJco, con valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener de 0.64 bits/individuo en cada estación.

Gráfico 3.3.3-110 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2013

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

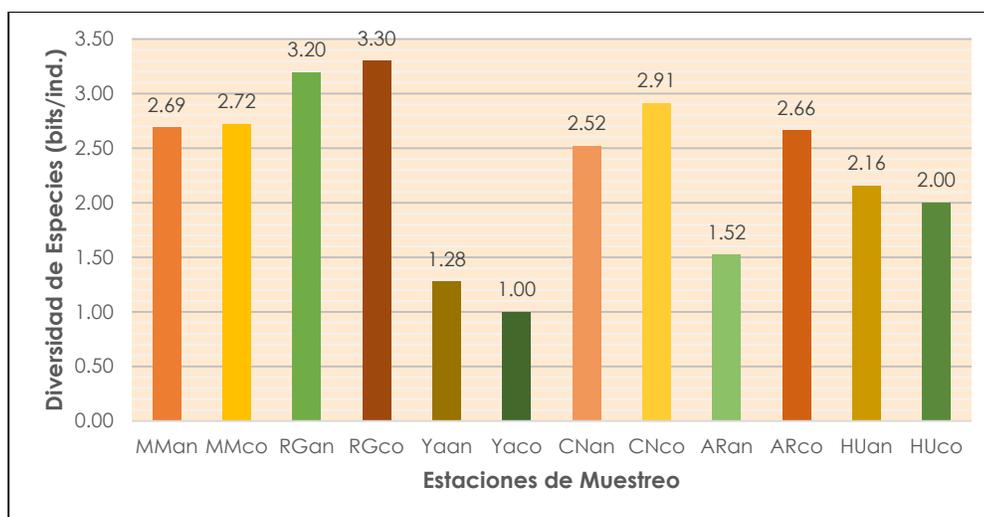
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0.00 y 2.66 bits/individuo. La estación de muestreo con la diversidad más alta fue ARco, presentando un valor de 2.66 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-111, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)*); mientras que las estaciones de muestreo con la diversidad más baja fueron HUco y YAcO, con valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener de 0.00 y 1.59 bits/individuo, respectivamente.

Gráfico 3.3.3-111 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

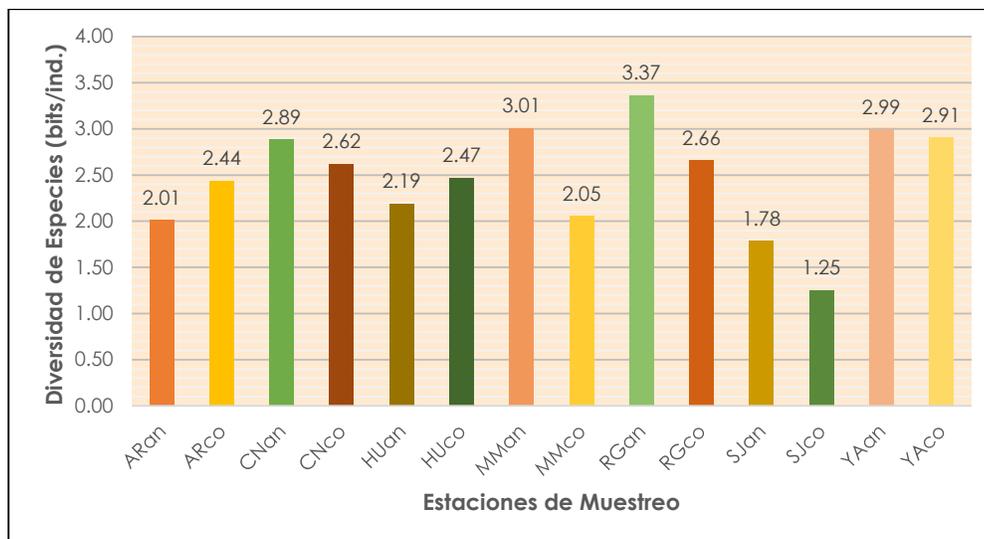
La diversidad para este grupo taxonómico ha sido medianamente alta (<3.3 bits/individuo). La estación de muestreo con la diversidad más alta fue RGco, presentando un valor de 3.3 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-112, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)*); mientras que las estaciones de muestreo con la diversidad más baja fueron YAcO, YAan y ARan, con valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener menores a 2 bits/individuo.

Gráfico 3.3.3-112 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

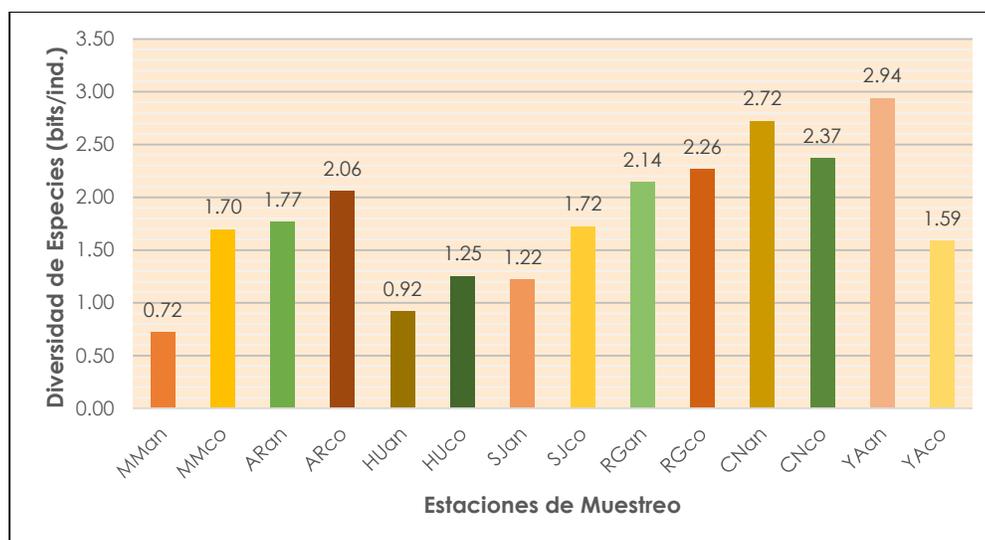
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 1.25 y 3.37 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-113, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*). Los valores más elevados de diversidad fueron registrados en la estación de muestreo RGan, ubicada en la zona La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande; mientras que el menor valor fue registrado en la estación de muestreo SJco, ubicada en la zona San José, en la Subcuenca del Río Azufre.

Gráfico 3.3.3-113 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

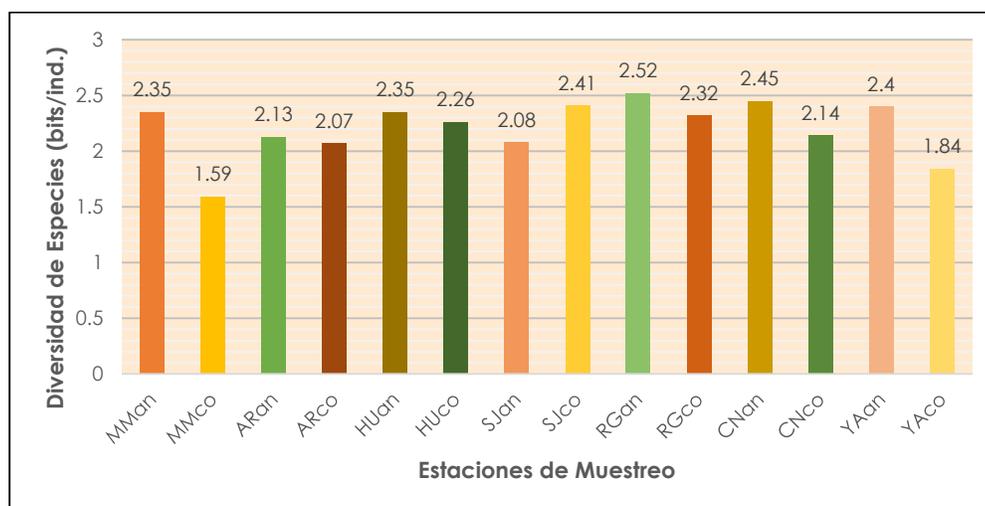
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0.72 y 2.94 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-114, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo YAan, ubicada en la zona Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo MMan, ubicada en la zona Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda.

Gráfico 3.3.3-114 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

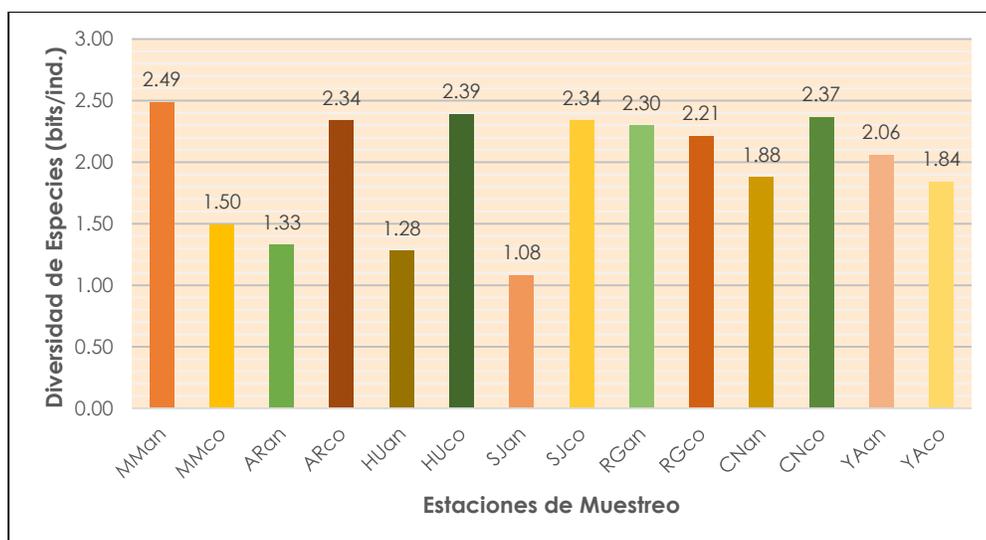
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 1.59 y 2.52 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-115, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo RGAan, ubicada en la zona La Quinua; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo MMco, ubicada en el sector Maqui Maqui.

Gráfico 3.3.3-115 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

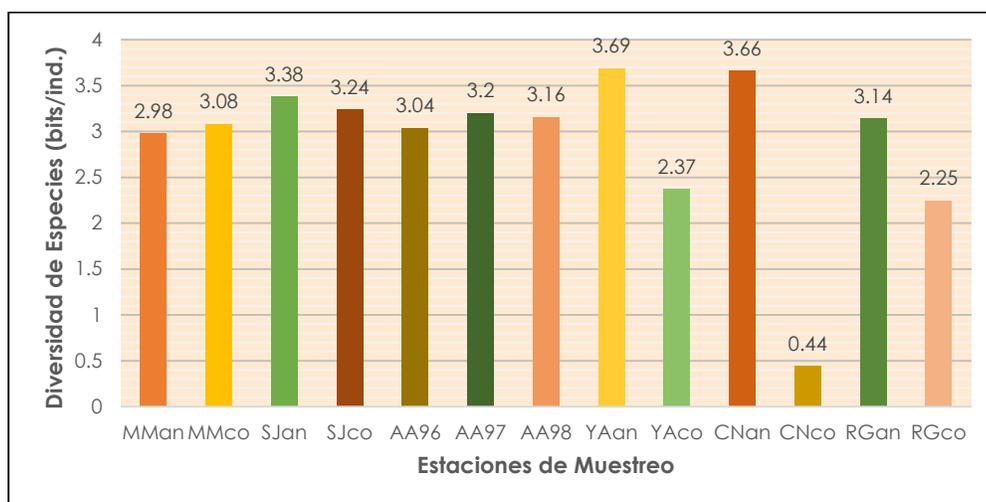
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 1.08 y 2.49 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-116, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo MMan, ubicada en la zona Maqui Maqui; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo SJan, ubicada en la zona San José.

Gráfico 3.3.3-116 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

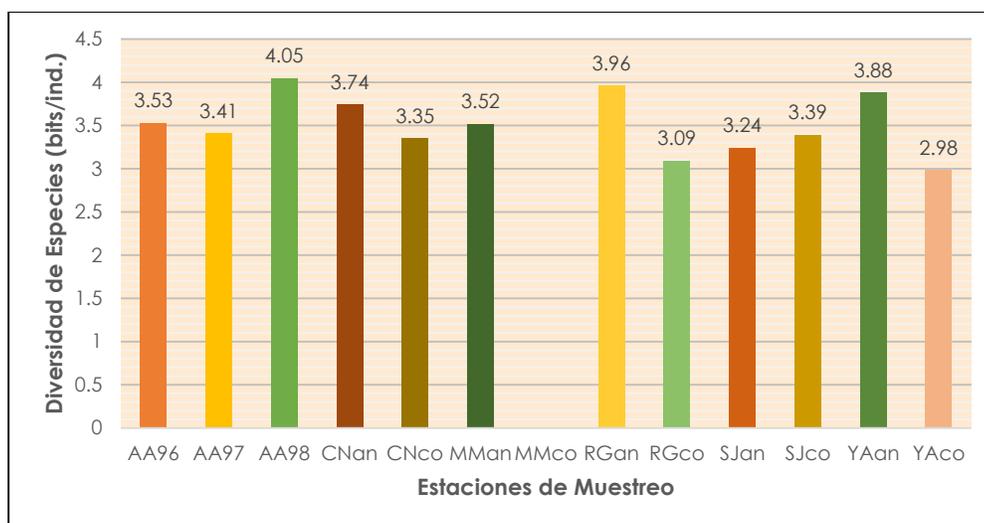
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0.44 y 3.69 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-117, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo YAan, ubicada en la zona Yanacocha; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo CNco, ubicada en la zona de Cerro Negro.

Gráfico 3.3.3-117 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

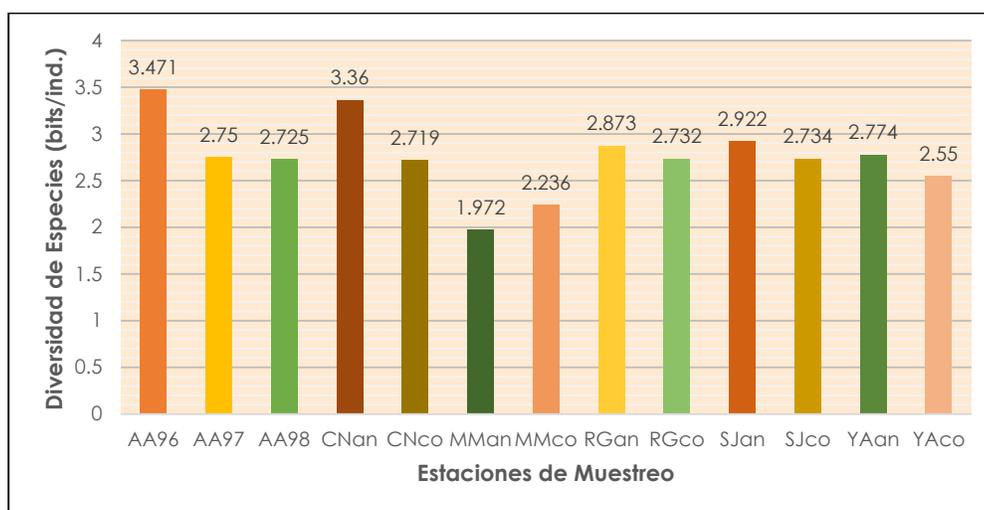
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 2.98 y 4.05 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-118, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo AA98, ubicada en el humedal del sector de Maqui Maqui; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo YACO, ubicada en la zona de Yanacocha.

Gráfico 3.3.3-118 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

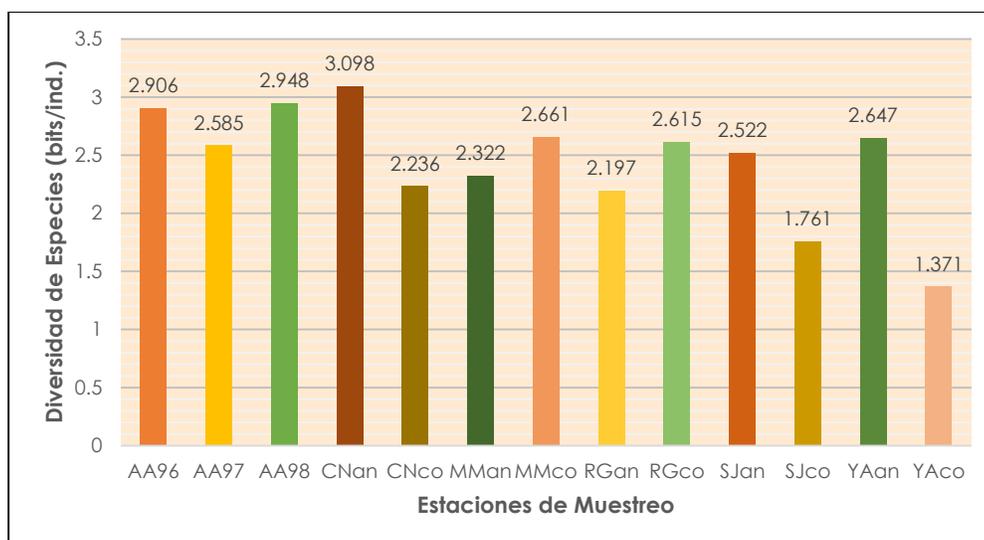
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 1.972 y 3.471 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-119, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo AA96, ubicada en el humedal altoandino del sector de Maqui Maqui; mientras que los valores más bajos fueron registrados en las estaciones de muestreo MMan (1.972 bits/ind.) y MMco (2.236 bits/ind.), ubicadas ambas en el pajonal del sector de Maqui Maqui.

Gráfico 3.3.3-119 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

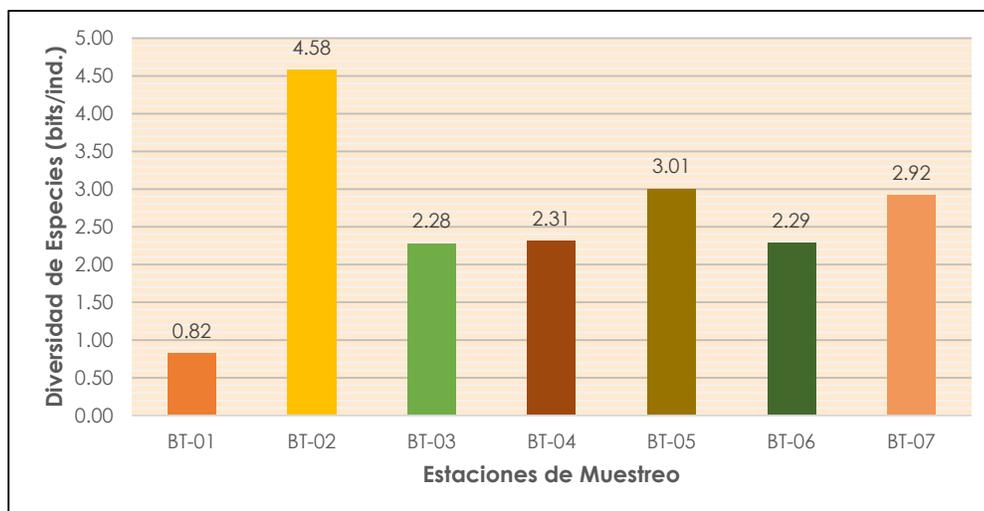
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 1.371 y 3.098 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-120, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo CNan, ubicada en el sector de Cerro Negro; mientras que los valores más bajos fueron registrados en las estaciones de muestreo YAcO (1.371 bits/ind.) y SJco (1.761 bits/ind.).

Gráfico 3.3.3-120 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec

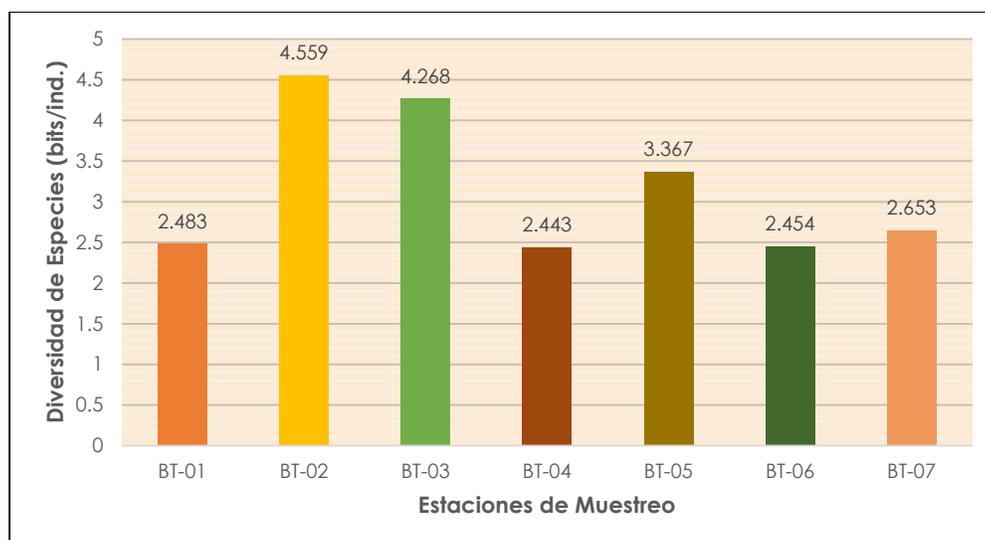
Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 0.82 y 4.58 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-121, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo BT-02, con 4.58 bits/individuo; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo BT-01, con 0.82 bits/individuo.

Gráfico 3.3.3-121 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) - Stantec

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuaron entre 2.443 y 4.559 bits/individuo (ver el Gráfico 3.3.3-122, *Diversidad de Especies de Aves – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec*). El valor más elevado de diversidad fue registrado en la estación de muestreo BT-02, con 4.559 bits/individuo; mientras que el valor más bajo fue registrado en la estación de muestreo BT-04, con 2.443 bits/individuo.

Gráfico 3.3.3-122 Diversidad de Especies de Aves - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) - Stantec

Elaborado por: Stantec, 2020.

Curva de Acumulación de Especies de Aves

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de avifauna, tomando en cuenta las y los estudios que han sido parte de la línea base para el periodo 2017-2018 (época seca 2017 y época húmeda 2018).

Evento de Muestreo (Época Seca)

El número esperado de especies de aves es de 52, y en la evaluación se registraron 53 especies; la proporción de especies registradas es de más del 100 %, con las observaciones no sistemáticas fuera de los censos se logró hacer muchos más registros, por lo que todas las metodologías empleadas se complementan. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

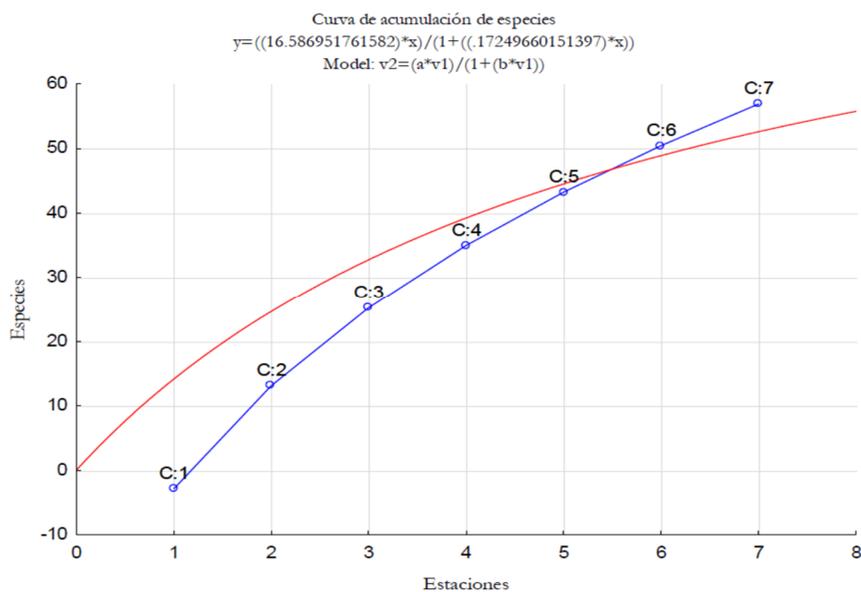
$$y=(16.5869*x)/1+(0.172497*x)$$

Donde:

$$a = 6.81579, b = 0.172497 R^2 = 0.99974$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-123, *Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-123 Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo (Época Húmeda)

El número esperado de especies de aves es de 54, y en la evaluación se registraron 54 especies; la proporción de las especies registradas es del 100 %, con las observaciones no sistemáticas fuera de los censos se logró hacer muchos más registros, por lo que todas las metodologías empleadas se complementan. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

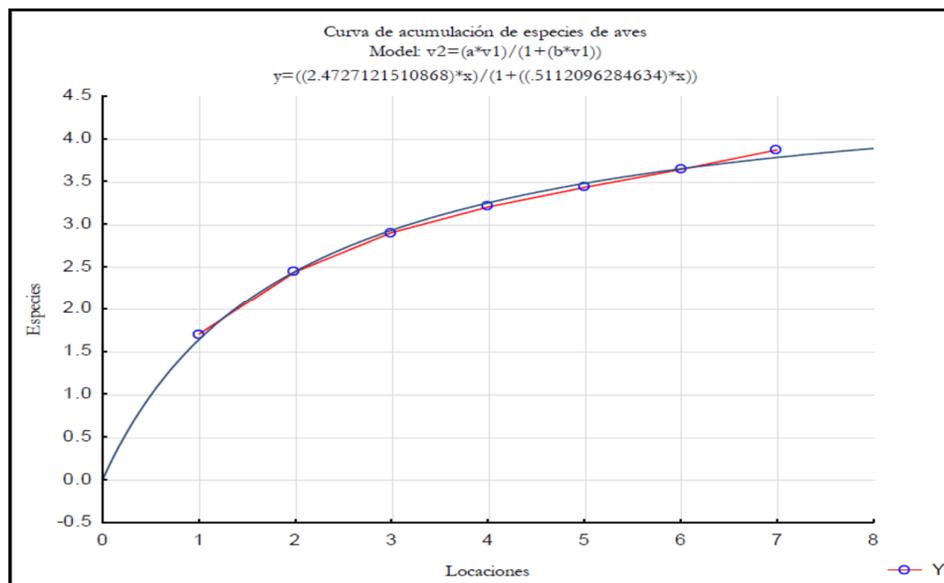
$$y = (2.472712 * X) / 1 + (0.511210 * X)$$

Donde:

$$a = 2.472712, b = 0.511210, R^2 = 0,99743$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-124, *Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-124 Curva de Acumulación de Especies de Aves Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

Especies de Aves Migratorias Registradas en el Área de Estudio

Se ha tomado registros de especies de aves migratorias en el área de estudio, en base a información de Peru Bird (2019) y de los Apéndices I y II de la "Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres" (Versión 2018). De los registros obtenidos, una especie de ave es migratoria boreal y cuatro especies son migratorias australes (ver la Tabla 3.3.3-12, *Especies de Aves Migratorias Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*). Las especies migratorias invernantes en el Perú tienen estaciones bien definidas. Las especies migrantes boreales se encuentran generalmente en el Perú entre los meses de setiembre y abril, mientras que las especies migrantes australes son esperadas durante el invierno austral entre los meses de marzo y octubre. Asimismo, existen algunas especies que se reproducen en el Perú y que además tienen una población o subespecies migratorias (Peru Birds, 2019).

Tabla 3.3.3-12 Especies de Aves Migratorias Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018

| Nº | Especies | Nombre Común | Característica |
|----|---------------------------------|---------------------------|--|
| 1 | <i>Calidris bairdii</i> | Playerito de Baird | Especie Migratoria Boreal |
| 2 | <i>Camptostoma obsoletum</i> | Mosquerito Silbador | Especie que se reproduce en el Perú y que tiene una población o subespecies migratorias |
| 3 | <i>Muscisaxicola cinereus</i> | Dormilona Cinérea | Especie Migratoria Austral |
| 4 | <i>Muscisaxicola flavinucha</i> | Dormilona de Nuca Ocrácea | Especie Migratoria Austral |
| 5 | <i>Muscisaxicola rufivertex</i> | Dormilona de Nuca Rojiza | Especie Migratoria Austral / Especie que se reproduce en el Perú y que tiene una población o subespecies migratorias |
| 6 | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | Golondrina Azul y Blanca | Especie Migratoria Austral / Especie que se reproduce en el Perú y que tiene una población o subespecies migratorias |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Especies Indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves

De los registros obtenidos, tres especies están presentes en el EBA 051 "Altos Andes Peruanos", el cual es el EBA más cercano al área de estudio. Las especies *Geocerthia serrana* "Bandurrita Peruana",

Leptasthenura pileata "Tijeral de Corona Castaña" y *Microspingus alticola* "Monterita de Cola Simple" pertenecen al EBA 051 "Altos Andes Peruanos".

Especies Presentes en Áreas de Importancia para las Aves

De igual forma, se determinó si algún espécimen registrado como parte del inventario de aves se encuentra distribuido en áreas de importancia para las aves (IBAs) cercanas al área de estudio. El IBA más cercano es el PE063 "Río Cajamarca" (BirdLife International, 2019). Del total de especies de avifauna reportadas en el área de estudio, sólo una de ellas (*Agriornis albicauda* "Arrierito de cola blanca") pertenece a este IBA.

La Figura 3.3.3-3, *Ubicación del IBA - PE063 Río Cajamarca*, muestra la ubicación referencial del IBA PE063 "Río Cajamarca" en relación con el área de operaciones de la Unidad Minera Yanacochoa, que se encuentra a una distancia aproximada de 8.6 km al sur de la ubicación del Proyecto (centroide). Esta imagen, la cual no está disponible como polígono editable, ha sido obtenida directamente de la página web de BirdLife International (<http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/r%C3%ADo-cajamarca-iba-peru/map>). BirdLife Internacional es la organización que describe y delimita todos los IBAs a nivel mundial.

El IBA PE063 "Río Cajamarca" tiene un área aproximada de 38.826 hectáreas; está distribuido entre altitudes de 2,700 y 4,000 m.s.n.m.; presenta las siguientes coordenadas centrales: 7° 7' 9" Sur (-7.12°) y 78° 23' 43" West (-78.40°), y se ubica en la provincia y departamento de Cajamarca. Esta IBA está dentro de la Ecoregión de los bosques montanos occidentales de los andes del norte, y se caracteriza por los estrechos valles cerrados con fuertes pendientes de piedra caliza, donde predominan comunidades de Tillandsia, otras bromelias y arbustos.

Figura 3.3.3-3 Ubicación del IBA – PE063 Río Cajamarca



Fuente: BirdLife Internacional

Especies de Aves Categorizadas por la Legislación Peruana y Organizaciones Internacionales y Especies Endémicas del Perú

Se ha revisado si alguna de las especies registradas en los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018 está incluida en alguna de las siguientes listas: a) *Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas* (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), b) *Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)* y, c) *Apéndices (I, II y III) de la CITES (2020)*.

De acuerdo con lo señalado por la *Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas* (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), el "zambullidor plateado" *Podiceps occipitalis* está categorizada como una especie Casi Amenazada (NT) y el "arriero de cola blanca" *Agriornis albicauda* está categorizada como una especie Vulnerable (VU). En cuanto a la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)", la "monterita de cola simple" *Microspingus alticola*, la cual fue registrada en los eventos de muestreo del periodo 2012-2018, está incluida y categorizada en esta lista como una especie En Peligro (EN); y *A. albicauda* también está incluido en esta lista, pero está categorizado como una especie Vulnerable (VU).

Es preciso indicar que tanto para la "Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas" como para la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)", los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados únicamente como "amenazados". Entonces, los taxones que están categorizados como amenazados son *Microspingus alticola* y *Agriornis albicauda* (según la IUCN).

Con respecto a los apéndices de la CITES (2020), catorce especies de aves están incluidas en el Apéndice II de la CITES (ver la Tabla 3.3.3-13, *Especies de Aves Incluidas en los Apéndices de la CITES*). El Apéndice II enlista especies que no necesariamente se encuentran amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo si no se controla estrictamente su comercio (CITES, 2020).

Tabla 3.3.3-13 Especies de Aves Incluidas en los Apéndices de la CITES

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Apéndice CITES (2020) |
|----|-----------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 1 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Circus cinereus</i> | Aguilucho Cenizo | II |
| 2 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Geranoaetus melanoleucus</i> | Aguilucho de Pecho Negro | II |
| 3 | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Geranoaetus polyosoma</i> | Aguilucho Variable | II |
| 4 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Rayo-de-Sol Brillante | II |
| 5 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri coruscans</i> | Oreja-Violeta de Vientre Azul | II |
| 6 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Lesbia nuna</i> | Colibrí de Cola Larga Verde | II |
| 7 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Metallura phoebe</i> | Colibrí Negro | II |
| 8 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Metallura tyrianthina</i> | Colibrí Tiro | II |
| 9 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Myrtis fanny</i> | Estrellita de Collar Púrpura | II |
| 10 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Oreotrochilus estella</i> | Estrella Andina | II |
| 11 | Apodiformes | Trochilidae | <i>Patagona gigas</i> | Colibrí Gigante | II |
| 12 | Falconiformes | Falconidae | <i>Falco femoralis</i> | Halcón Aplomado | II |
| 13 | Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo Americano | II |
| 14 | Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano | II |

Elaborado por: Stantec, 2020.

En cuanto al endemismo de las especies registradas, se ha registrado en el área de estudio cuatro especies de aves endémicas del Perú. Se trata de *Geocerthia serrana* "Bandurrita Peruana", *Leptasthenura pileata* "Tijeral de Corona Castaña" y *Metallura phoebe* "Colibrí Negro" y *Microspingus alticola* "Monterita de Cola Simple".

Mastofauna

Esta subsección incluye un listado consolidado de especies de mamíferos, así como una descripción cualitativa y cuantitativa de la mastofauna registrada en los eventos de muestreo realizados en el área de estudio.

Se ha utilizado la información obtenida en los eventos de muestreo biológico realizados en el área de estudio como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYSRL. Así también, se ha utilizado la información obtenida por Stantec en los eventos de muestreo realizados en setiembre del 2017 (época seca) y en febrero del 2018 (época húmeda). Estos eventos fueron realizados con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

Finalmente, incluye un listado de aquellas especies registradas en el área de estudio, durante el periodo de muestreo 2012-2018, que son endémicas del Perú y/o se encuentran categorizadas por la Legislación Peruana y por organizaciones internacionales como la IUCN y la CITES.

Riqueza y Composición de Especies

Se registró un total de trece especies de mamíferos en el área de estudio, durante el periodo 2012-2018, distribuidas en seis familias, diez géneros y tres órdenes (ver la Tabla 3.3.3-14, *Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio*, y la Tabla 3.3.3-15, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*). El orden Rodentia registró el número más alto de familias, con respecto a los demás órdenes, con un registro de tres familias y diez especies; seguido de los órdenes Carnívora (dos familias y dos especies) y Cetartiodactyla (una familia y una especie). Ver la Tabla 3.3.3-14, *Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio* y el Gráfico 3.3.3-125, *Composición Porcentual de la Mastofauna por Orden Taxonómico – Eventos de Muestreo 2012-2018*. La Foto 3.3.3-14, *Algunas Especies de Mamíferos Menores Registradas en el Área de Estudio*, muestra imágenes de algunas especies de mamíferos menores registradas en el área de estudio.

Tabla 3.3.3-14 Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio

| Orden | Familia | Género | Especies |
|-----------------|----------|-----------|-----------|
| Rodentia | 3 | 7 | 10 |
| Carnívora | 2 | 2 | 2 |
| Cetartiodactyla | 1 | 1 | 1 |
| Total | 6 | 10 | 13 |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Tabla 3.3.3-15 Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018

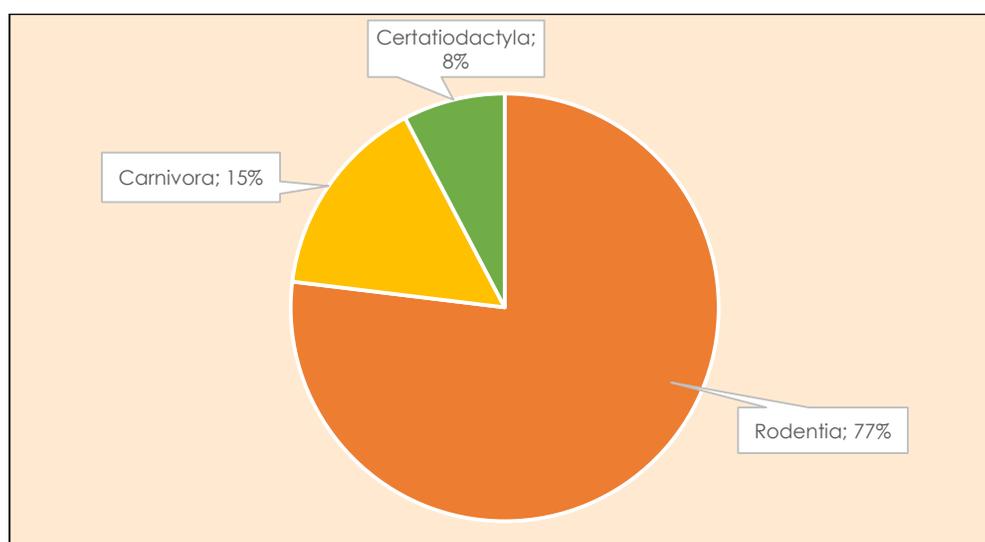
| Nº | Orden | Familia | Especie | Nombre Común |
|----|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Rodentia | Cricetidae | <i>Akodon mollis</i> | Ratón campestre de pelo suave |
| 2 | Rodentia | Cricetidae | <i>Calomys sorellus</i> | Ratón vespertino rojizo |
| 3 | Rodentia | Cricetidae | <i>Calomys lepidus</i> | Ratón vespertino precioso |
| 4 | Rodentia | Cricetidae | <i>Microrzomys altissimus</i> | Ratoncito arrozalero de altitud |
| 5 | Rodentia | Cricetidae | <i>Microrzomys minutus</i> | Ratoncito arrozalero diminuto |
| 6 | Rodentia | Cricetidae | <i>Oligoryzomys andinus</i> | Ratón arrozalero andino |
| 7 | Rodentia | Cricetidae | <i>Phyllotis andium</i> | Ratón orejón andino |
| 8 | Rodentia | Cricetidae | <i>Phyllotis sp.</i> | Ratón orejón |
| 9 | Rodentia | Caviidae | <i>Cavia tschudii</i> | Cuy silvestre |
| 10 | Rodentia | Chinchillidae | <i>Lagidium peruanum</i> | Vizcacha peruana |
| 11 | Carnívora | Mephitidae | <i>Conepatus chinga</i> | Zorrino Común, añas |
| 12 | Carnívora | Canidae | <i>Lycalopex culpaeus</i> | Zorro Colorado |
| 13 | Cetartiodactyla | Camelidae | <i>Vicugna vicugna*</i> | Vicuña |

| N° | Orden | Familia | Especie | Nombre Común |
|---|-------|---------|---------|--------------|
| Nota: *Esta especie ha sido introducida, y pertenece a la Granja Porcón. | | | | |
| Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca); Carranza en el 2013 (Época húmeda); JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca); INSIDEO en el 2015 (Épocas húmeda y seca); FCISA en el 2016 (Épocas húmeda y seca); FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca); Stantec en el 2017 (Época seca), y en el 2018 (Época húmeda). | | | | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

El orden con la mayor representatividad fue Rodentia (roedores), con diez especies que representan el 77% del total de registros. Este orden incluye especies que corresponden a tres familias: Chinchillidae, Caviidae y Cricetidae, y a siete géneros: Lagidium, Cavia, Calomys, Microrozomys, Oligoryzomys, Phyllotis y Akodon. Al orden Rodentia le siguen los órdenes Carnívora y Cetartiodactyla, con dos (15%) y una especie (8%), respectivamente (ver la Tabla 3.3.3-14, *Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio*, la Tabla 3.3.3-15, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*; y el Gráfico 3.3.3-125, *Composición Porcentual de la Mastofauna por Orden Taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 - 2018*).

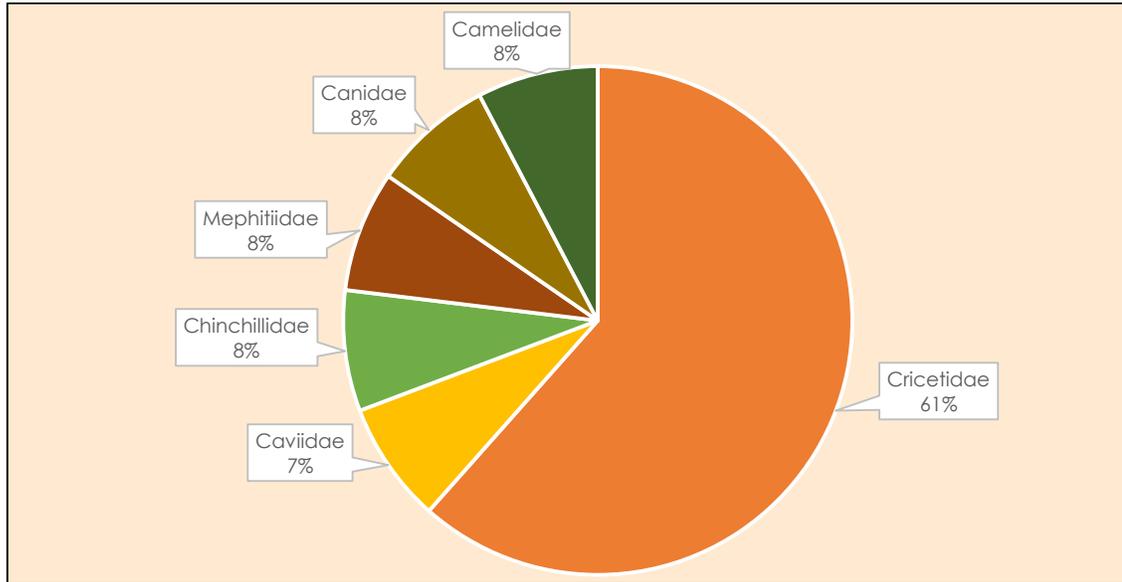
Gráfico 3.3.3-125 Composición Porcentual de la Mastofauna por Orden taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 - 2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

La familia más representativa fue Cricetidae, con ocho especies (61%). Las familias restantes estuvieron representadas por tan sólo una especie cada una, representando cada una el 8% del total. Ver la Tabla 3.3.3-14, *Riqueza Taxonómica Registrada en el Área de Estudio*, la Tabla 3.3.3-15, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*; y el Gráfico 3.3.3-126, *Composición Porcentual de la Mastofauna por Familia Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

Gráfico 3.3.3-126 Composición Porcentual de la Mastofauna por Familia Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 - 2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

Foto 3.3.3-14 Algunas Especies de Mamíferos Menores Registradas en el Área de Estudio



Phyllotis andium "Ratón orejón andino".
Fuente: INSIDEO 2015.



Akodon mollis "Ratón campestre de pelo suave".
Fuente: INSIDEO 2015.



Calomys sorellus "Ratón vespertino rojizo".
Fuente: INSIDEO 2015.



Microrzomys altissimus "Ratoncito arrozalero de altitud".
Fuente: Carranza Consultores SRL 2013.



Phyllotis andium "Ratón orejón andino".
Fuente: Carranza Consultores SRL 2013.



Akodon mollis "Ratón campestre de pelo suave".
Fuente: JJR SRL 2014.

Como se puede ver en la Tabla 3.3.3-16, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo*, la riqueza de especies reportada a lo largo de todos los años de evaluación varió significativamente, tanto entre años como entre épocas de muestreo (seca o húmeda). Esto se debe en el caso de mamíferos menores principalmente a que el esfuerzo de muestreo no fue constante a lo largo de los eventos de muestreo. Con respecto a los mamíferos mayores, éstos no fueron evaluados en algunos años, por ejemplo, no fueron evaluados en el evento del 2013 (Consultoría Carranza, 2013), ni a lo largo de la evaluación del 2014 (JJR Servicios Generales, 2014). Ver la Tabla 3.3.3-16, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo*.

Asimismo, debe considerarse que como parte de la información proveniente principalmente de los eventos de muestreo realizados por Stantec (época seca 2017 y época húmeda 2018) como parte de la I MEIA Yanacocha, se incluyó el muestreo de mamíferos menores no voladores (quirópteros) dentro del área de estudio, utilizando redes de neblina, dentro de la evaluación de la mastofauna en el área de estudio. El inventario de quirópteros se realizó mediante captura viva de los individuos con redes de niebla en zonas estratégicas de paso de estas especies, por ello se colocaron tres redes de niebla por cada estación de muestreo (esfuerzo de muestreo), y el horario de apertura de redes se realizó desde las 18:00 horas (tarde) hasta las 23:00 horas (noche). Los resultados no mostraron registros de ejemplares de murciélagos en los diferentes hábitats o puntos de muestreo como parte de estas evaluaciones biológicas, los cuales se ubicaron en localidades ubicadas entre los 3,500 y los 4,050 msnm.

De acuerdo con la literatura científica, es poco probable encontrar murciélagos a la altitud en la que se encuentra el área del Proyecto (entre 3,600 y 4,200 msnm, aproximadamente). Graham (1983, 1990) y Patterson *et al.* (1996, 1998) explican mejor acerca de las gradientes altitudinales en los quirópteros en los Andes del Perú. Ellos reportaron que la riqueza de especies disminuye conforme aumenta la altitud. En general, la disminución en la temperatura, en la altura de la vegetación, y en la abundancia del alimento conforme aumenta la altitud, representan filtros ecológicos que cobran un costo energético en la capacidad de aquellas especies que viven en áreas de menor altitud para explotar hábitats de mayor altitud, resultando en una riqueza progresivamente menor (Kunz T.H. *et al.*, 2005).

Las diferencias entre los murciélagos y las aves en su éxito para ocupar hábitats de mayor altitud podrían estar relacionadas con tres factores (Graham, 1990; Schmidt-Nielsen, 1971). En primer lugar, los sistemas respiratorios de los murciélagos y de las aves son muy diferentes. En las aves, el flujo sanguíneo contracorriente que se dirige hacia los parabronquios garantiza que los gases en los capilares aéreos se topen reiteradamente con la sangre desoxigenada. Por el contrario, los conductos alveolares en los pulmones de los murciélagos representan un sistema de ventilación mareal, el cual, en el mejor de los casos, puede equilibrar las presiones parciales de oxígeno en los pulmones con aquella en los capilares pulmonares. En aquellos lugares donde las presiones parciales de oxígeno son bajas, como en las áreas de mayor altitud, ello podría representar una restricción de diseño que limita la capacidad de los quirópteros para explotar hábitats de mayor altitud (Kunz T.H. *et al.*, 2005).

En segundo lugar, las tasas de gasto energético a mayor altitud, asociado con la termorregulación, son mayores para los murciélagos que para las aves. El tamaño generalmente mucho más pequeño de los

murciélagos comparado con el de las aves, y el incremento en la exposición del tejido vascular en las alas membranosas de los murciélagos comparado con las alas llenas de plumas y aisladas de las aves, resultan en un costo energético mucho mayor para los murciélagos a medida que explotan regiones más frías. Tal vez, incluso más importante, los hábitos nocturnos de los murciélagos los expone a temperaturas considerablemente más bajas durante sus periodos pico de actividad, comparada con la situación que gozan los organismos diurnos como las aves (Kunz T.H. *et al.*, 2005).

En tercer lugar, la disminución altitudinal del alimento podría ser mucho mayor para los murciélagos que para las aves. Por ejemplo, las especies de árboles que producen frutos y que son consumidos por los murciélagos (por ejemplo, higos y palmeras) llegan a ser escasos a mayores altitudes, comparados con los árboles que rinden frutos de los cuales las aves se alimentan (Gentry, 1982). Las plantas polinizadas por los picaflores podrían incluso aumentar en riqueza a mayor altitud (por ejemplo, las plantas ericáceas), mientras que, pocas especies de plantas polinizadas por los murciélagos son conocidas de crecer a una mayor altitud (Fleming, 1998; Gentry, 1988; Heithaus, 1982). Más aún, la disminución altitudinal en la abundancia y diversidad de los insectos nocturnos es mucho mayor que aquella en los insectos diurnos (Terborgh, 1977), aunque los datos disponibles distan mucho de ser completos (Kunz T.H. *et al.*, 2005).

En resumen, la riqueza de murciélagos podría disminuir más rápidamente que la riqueza de aves a causa de una disminución mayor en la diversidad y cantidad de recursos que ellos consumen, así como también, a causa de un mayor costo energético de metabolismo a mayores altitudes (Kunz T.H. *et al.*, 2005).

Sin embargo, de manera referencial, debe indicarse que como parte de la línea base biológica del EIA del Proyecto Conga (Knight Piésold, 2010), en los sectores Chailhuagón y Alto Chirimayo, ubicados a altitudes similares a las de algunos puntos de evaluación considerados en la II MEIA Yanacocha, se registraron dos especies de quirópteros: el murciélago de hombros amarillos *Sturnira bogotensis*; y el murciélago montano *Myotis oxyotus*. La mayor disponibilidad de alimento y agua de la temporada húmeda permitió el registro de murciélagos en esos sectores. La especie de murciélago *Sturnira bogotensis* pertenece al extenso grupo de murciélagos frugívoros, encargados de dispersar las semillas de muchas plantas, ayudando a la renovación de la vegetación; y el género *Myotis* pertenece al grupo de los murciélagos insectívoros, los cuales pueden controlar las poblaciones de insectos en el área de evaluación.

La riqueza más alta de especies de mamíferos fue registrada en los muestreos realizados en la época seca del 2012 (JJR Servicios Generales, 2012), en la época seca del 2015 (INSIDEO, 2015) y en la época húmeda del 2016 (FSICA, 2016), con siete especies registradas en cada evento de muestreo. En los eventos de muestreo realizados por Stantec Perú (ambas épocas) fueron registradas tres especies de mamíferos. Ver la Tabla 3.3.3-16, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo*.

Con respecto a los mamíferos menores, la riqueza más alta (cuatro especies) fue registrada en la época seca del 2013 (Consultoría Carranza, 2013), en las épocas seca y húmeda del 2014 (JJR servicios Generales, 2014), en la época seca del 2015 (INSIDEO, 2015); en la época húmeda del 2018 (JJR Servicios Generales, 2018); y en la época húmeda del 2018 (Stantec Perú, 2018). La especie de roedor reportada a lo largo de los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 fue *Akodon mollis* "Ratón Campestre de Pelo Suave". En el caso de los mamíferos mayores, la riqueza más alta (cuatro especies) fue registrada en la época seca del 2012 (AMEC Perú, 2012) y en la época húmeda del 2016 (FCISA, 2016), siendo las especies de mamíferos mayores más frecuentes *Lycalopex culpaeus* "Zorro Colorado", *Conepatus chinga* "Zorrino Común" y *Vicugna* "Vicuña" (ver la Tabla 3.3.3-16, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo*).

En lo referente al grupo trófico, de las trece especies reportadas, tan sólo una es herbívora estricta, ésta pertenece al orden Cetartiodactila, nueve son herbívoras granívoras (Rodentia) y dos son carnívoras, de estas últimas, una de ellas es carroñera *Lycalopex culpaeus* "Zorro andino" y una de ellas es insectívora *Conepatus chinga* "Zorrino Común" (ver la Tabla 3.3.3-16, *Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo*).

Tabla 3.3.3-16 Listado de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio por Evento de Muestreo

| Especie | Nombre Común | Año de Evento de Muestreo | | | | | | | | | | | | | | Grupo Trófico |
|---|---------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2017* | 2018* | |
| | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | EH | ES | EH | ES | ES | EH | |
| <i>Akodon mollis</i> | Ratón campestre de pelo suave | x | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | He, G |
| <i>Calomys lepidus</i> | Ratón vespertino precioso | | x | | | | | | | | | | | | | He, G |
| <i>Calomys sorellus</i> | Ratón vespertino peruano | x | | x | | x | x | | | | | x | | | | He, G |
| <i>Cavia tschudii</i> | Cuy silvestre | | | | | x | | x | x | x | x | | x | x | x | He, G |
| <i>Conepatus chinga</i> | Zorrino Común, añas | x | | | | | | x | x | x | | | | | | I, Ca |
| <i>Lagidium peruanum</i> | Vizcacha peruana | x | | | | x | | | x | | | | | | | He, G |
| <i>Lycalopex culpaeus</i> | Zorro Colorado | x | | | | x | | x | x | | | | | x | | Ca, C |
| <i>Micoryzomys altissimus</i> | Ratoncito arrozalero de altitud | | x | x | x | | | | | | | | x | | | He, G |
| <i>Micoryzomys minutus</i> | Ratoncito arrozalero diminuto | | | | x | | | | | | | | | | | He, G |
| <i>Oligoryzomys andinus</i> | Ratón arrozalero andino | | | | | | | | | | | | | | x | He, G |
| <i>Phyllotis andium</i> | Ratón orejón andino | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | He, G |
| <i>Phyllotis sp.</i> | Ratón orejón | x | | | | | | | | | | | | | | He, G |
| <i>Vicugna vicugna</i> | Vicuña | x | | | | x | | x | x | | | | | | | He |
| Riqueza de Especies (Número de Especies) | | 7 | 4 | 4 | 4 | 7 | 3 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | |

Nota:
Grupo Trófico siguiendo las consideraciones de Zeballos *et al.* (2000) H: Hematófago, C: Carroñero, F: Frugívoro, I: Insectívoro, NP: Nectarívoro y Polínivoro, He: Herbívoro, G: Granívoro, Ca: Carnívoro.
Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca); Carranza en el 2013 (Época húmeda); JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca); INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca); * Stantec en el 2017 (Época seca), y en el 2018 (Época húmeda).

Elaborado por: Stantec, 2020.

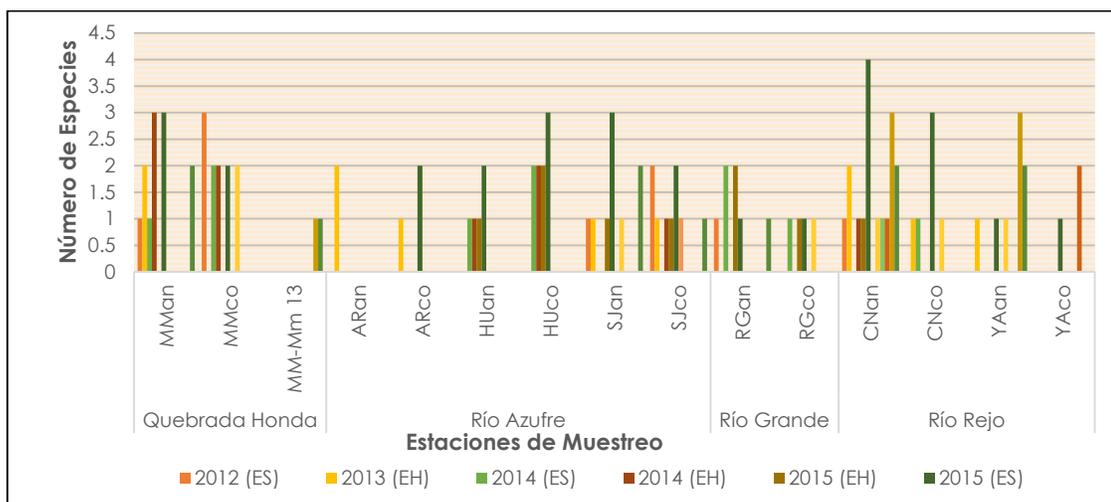
Riqueza Histórica de Especies de Mamíferos Menores (Roedores)

A continuación, se describe la riqueza de mamíferos mayores por evento de muestreo y por subcuenca evaluada.

Subcuenca de la Quebrada Honda: En esta zona están las estaciones MMan, MMco y MM-Mm 13, las cuales están ubicadas en el sector Maqui Maqui. En la estación MMan, la riqueza más alta fue registrada en la época húmeda del 2014 y en la época seca del 2015, con tres especies en cada muestreo. No se ha reportado ninguna especie de roedor desde el 2016 hasta el 2018 (época húmeda); sin embargo, en la época seca del 2018 se reportaron dos especies de roedores. En la estación MMco, la riqueza más alta fue registrada en el evento de muestreo del 2012, con tres especies reportadas (ver el Gráfico 3.3.3- 127, *Riqueza Histórica de Mamíferos Menores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 – 2018*).

Subcuenca del Río Azufre: En esta zona están las estaciones ARan y ARco, ubicadas en el sector Arnacocha; las estaciones HUan y HUco, ubicadas en el sector Huáscar; y las estaciones SJan y SJco, ubicadas en el sector San José. Respecto a las estaciones de muestreo del sector San José, se hizo un registro de tres especies en la estación SJan durante el evento de época seca del 2015. En cuanto a las estaciones correspondientes al sector Huáscar, la riqueza más alta fue registrada en el evento del 2015 (época seca). Finalmente, con relación a las estaciones correspondientes al sector Arnacocha, se registró una menor riqueza de especies a lo largo de los eventos de evaluación, con respecto a los otros sectores evaluados en la Subcuenca del Río Azufre. Cabe señalar que las estaciones ubicadas en los sectores Huáscar y Arnacocha no están siendo evaluadas desde el 2017, y ya no serán evaluadas de ahora en adelante.

Gráfico 3.3.3-127 Riqueza Histórica de Mamíferos Menores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 - 2018



Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); y, JJR Servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec, 2020.

Subcuenca del Río Grande: En esta zona están las estaciones RGan y RGco, ubicadas en el sector La Quinua. En la estación RGan se reportó un máximo de dos especies, y en la estación RGco se reportó un máximo de una especie de roedor (ver el Gráfico 3.3.3-127, *Riqueza Histórica de Mamíferos Menores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 – 2018*).

Subcuenca del Río Rejo: En esta zona están las estaciones CNan y CNco, ubicadas en el sector Cerro Negro; y las estaciones YAan y YAcO, ubicadas en el sector Yanacocha. En la estación CNan se registró hasta cuatro especies de roedores en el evento de época seca del 2015. En la estación CNco se registró hasta tres especies en el evento de época seca del 2015. En la estación YAan se registró una especie en los eventos del 2013 (época húmeda), 2015 (época seca) y 2016 (época seca); tres especies en el 2018 (época húmeda); y dos especies en el 2018 (época seca). En tanto que, en la estación YAcO se

reportó una especie en el evento del 2015 (época seca), y dos especies en el 2017 (época seca). Ver el Gráfico 3.3.3-127, *Riqueza Histórica de Mamíferos Menores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012 – 2018*.

Riqueza Histórica de Especies de Mamíferos Mayores

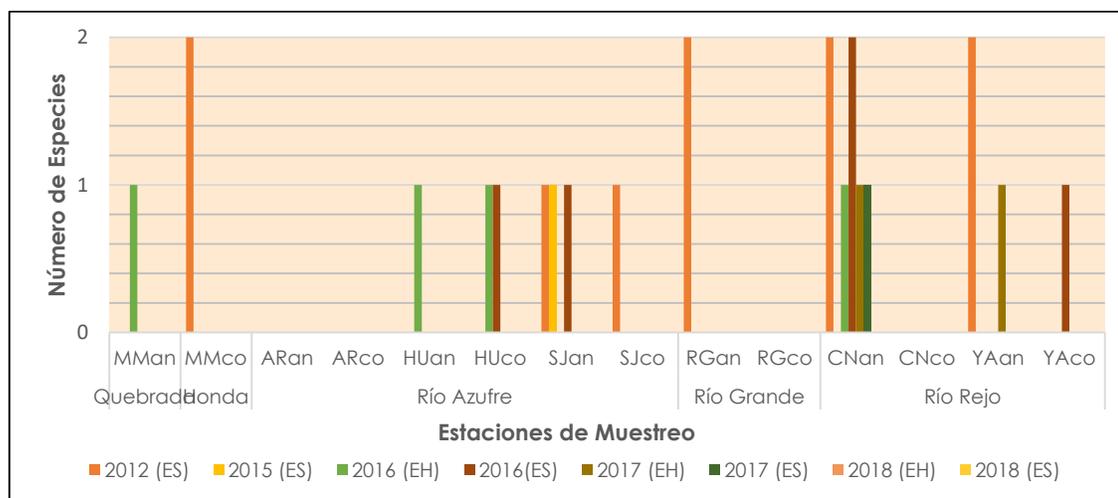
Para este análisis se utilizaron los datos únicamente de los informes de la época seca del 2012 (AMEC, 2013), de la época seca del 2015 (INSIDEO, 2015), de las épocas húmeda y seca del 2016 (FCISA, 2016), de las épocas húmeda y seca del 2017 (FCISA, 2017), y de las épocas húmeda y seca del 2018 (JJR Servicios Generales), debido a que no se tiene reportes para mamíferos mayores y/o no fueron evaluados en los eventos de la época húmeda del 2013 (Carranza Consultores 2013), en las épocas seca y húmeda del 2014 (JJR Servicios Generales, 2014) y en la época húmeda del 2015 (INSIDEO, 2015).

A continuación, se describe la riqueza de mamíferos mayores por subcuenca evaluada.

Subcuenca de la Quebrada Honda: En esta zona están las estaciones MMan y MMco, ubicadas en el sector Maqui Maqui. En la primera estación tan sólo se reportó una especie (*Lagidium peruanum*) en el evento realizado en la época húmeda del año 2016. En la estación MMco se reportaron dos especies (*Lagidium peruanum* y *Lycalopex culpaeus*) en el evento realizado en la época seca del 2012 (ver el Gráfico 3.3.3-128, *Riqueza Histórica de Mamíferos Mayores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestro 2012-2018*; y ver la Tabla 3.3.3-17, *Especies de Mamíferos Mayores Registradas por Estación de Muestro – Eventos de Muestro 2012-2018*).

Subcuenca del Río Azufre: No se registró ninguna especie de mamífero en las estaciones ARan y ARco, ubicadas en el sector Arnacocha. En las estaciones ubicadas en el sector Huáscar se reportó dos especies. En el evento realizado en la época húmeda del 2016, en la estación de muestreo HUan se registró dos especies (*Vicugna vicugna* y *Lycalopex culpaeus*); y en la estación HUco, una especie (*Vicugna vicugna*). En el evento realizado en la época seca del 2016 sólo en la estación HUco se registró una sola especie (*Vicugna vicugna*). En las estaciones del sector San José, se registró tres especies. En la estación SJco se registró una especie en la época seca del año 2012 (*Conepatus chinga*); y en la estación SJan, se registró la especie *Lagidium peruanum* en el año 2012 (época seca del 2012 y en la época seca del 2015), mientras que la especie *Lycalopex culpaeus* fue registrada en la época seca del 2016. Ver el Gráfico 3.3.3-128, *Riqueza Histórica de Mamíferos Mayores por Estación de Muestro – Eventos de Muestro 2012-2018*; y ver la Tabla 3.3.3-17, *Especies de Mamíferos Mayores Registradas por Estación de Muestro – Eventos de Muestro 2012-2018*).

Gráfico 3.3.3-128 Riqueza Histórica de Mamíferos Mayores por Estación de Muestro – Eventos de Muestro 2012 - 2018



Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Época húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); y, JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec, 2020.

Subcuenca del Río Grande: En esta zona están las estaciones RGan y RGco, ubicadas en el sector La Quinua. En la estación de muestreo RGan, el único evento donde se registró especies de mamíferos mayores fue en el muestreo realizado en la época seca del año 2012, registrándose dos especies: *Lagidium peruanum* y *Lycalopex culpaeus*. En la estación RGco no se registró ninguna especie de mamífero mayor (ver el Gráfico 3.3.3-128, *Riqueza Histórica de Mamíferos Mayores por Estación de Muestreo – Eventos de Muestreo 2012-2018*; y la Tabla 3.3.3-17, *Especies de Mamíferos Mayores Registradas por Estación de Muestreo – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

Subcuenca del Río Rejo: En esta zona están las estaciones CNan y CNco, ubicadas en el sector Cerro Negro; y también las estaciones YAan y YAcó, ubicadas en el sector Yanacocha. En la estación CNan, se reportó dos especies (*Conepatus chinga* y *Lycalopex culpaeus*) en el evento de época seca del 2012, una especie (*Cavia tschudii*) en la época húmeda del 2016 y 2017, y en la época seca del 2017; y dos especies (*Cavia tschudii* y *Conepatus chinga*) en la época seca del año 2016. Por otro lado, en la estación CNco no se registró especie alguna durante los eventos de muestreo realizados. En la estación YAan se reportó dos especies en el muestreo realizado en la época seca del 2012 (*Conepatus chinga* y *Lycalopex culpaeus*) y tan sólo una especie en el muestreo realizado en la época húmeda del 2017 (*Conepatus chinga*). Para la estación YAcó tan sólo se reportó una especie (*Conepatus chinga*) en la época seca del 2016.

Tabla 3.3.3-17 Especies de Mamíferos Mayores Registradas por Estación de Muestreo – Eventos de Muestreo 2012-2018

| Subcuenca | Estaciones de Muestreo | 2012 (ES) | 2015 (ES) | 2016 (EH) | 2016 (ES) | 2017 (EH) | 2017 (ES) | 2018 (EH) | 2018 (ES) |
|----------------|-------------------------|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Quebrada Honda | MMan | -- | -- | <i>Lagidium peruanum</i> | -- | -- | -- | -- | -- |
| | MMco | <i>Lagidium peruanum</i> , <i>Lycalopex culpaeus</i> | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Río Azufre | ARan | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | Arco | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | HUan | -- | -- | -- | <i>Vicugna vicugna</i> | -- | -- | -- | -- |
| | | | | | <i>Lycalopex culpaeus</i> | | | | |
| | HUco | -- | -- | <i>Vicugna vicugna</i> | <i>Vicugna vicugna</i> | -- | -- | -- | -- |
| | SJan | <i>Lagidium peruanum</i> | <i>Lagidium peruanum</i> | -- | <i>Lycalopex culpaeus</i> | -- | -- | -- | -- |
| SJco | <i>Conepatus chinga</i> | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| Río Grande | RGan | <i>Lagidium peruanum</i> , <i>Lycalopex culpaeus</i> | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | RGco | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Río Rejo | CNan | <i>Lycalopex culpaeus</i> , <i>Conepatus chinga</i> | -- | <i>Cavia tschudii</i> | <i>Cavia tschudii</i> | <i>Cavia tschudii</i> | <i>Cavia tschudii</i> | -- | -- |
| | | | | | <i>Conepatus chinga</i> | | | | |
| | CNco | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | YAan | <i>Lycalopex culpaeus</i> , <i>Conepatus chinga</i> | -- | -- | -- | <i>Conepatus chinga</i> | -- | -- | -- |
| YAcó | -- | -- | -- | <i>Conepatus chinga</i> | -- | -- | -- | -- | |

Fuente:
AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); y, JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca). (Época seca).
Elaborado por: Stantec, 2020.

Abundancia

Mamíferos menores

Para el análisis de abundancia tan sólo se tomó en cuenta los registros de mamíferos pertenecientes al orden Cricetidae, debido a que los otros órdenes no presentaron datos que se ajusten para ser considerados en esta sección.

Tal como se observa en la Tabla 3.3.3-18, *Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*; y en el Gráfico 3.3.3-129, *Abundancia Histórica de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*, se reportó un total de 305 roedores en las evaluaciones comprendidas entre el año 2012 y el año 2018.

La especie más abundante durante los muestreos del periodo 2012-2018 fue *Akodon mollis* "Ratón Campestre de Pelo Suave" con 187 individuos registrados, seguido de *Phyllotis andium* "Ratón orejón Andino" con 90 individuos registrados, y *Calomys sorellus* "Ratón Vespertino Peruano" con nueve registros. Esta última especie no había sido reportada desde el evento realizado en la época seca del 2015 (INSIDEO, 2015); sin embargo, en el evento realizado en la época húmeda del 2018 fue registrada nuevamente esta especie, con un individuo reportado. La especie que fue registrada en un solo evento de muestreo (época húmeda del 2014) y que no fue registrada en ningún otro evento fue *Microrzomys minutus* "Ratoncito Arrozalero Diminuto" (JJR Servicios Generales, 2014).

Otra especie que tan sólo fue registrada en una oportunidad fue *Calomys lepidus* "Ratón Vespertino Precioso", reportada por única vez en el muestreo realizado en la época húmeda del 2013 (Consultoría Carranza, 2013). Ver la Tabla 3.3.3-18, *Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*.

Tabla 3.3.3-18 Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 - 2018

| Especie de Roedor (Cricetidae) | Año de Muestreo | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|-----------------------------------|-----------------|------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|-------|-------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2017* | 2018* | |
| | ES | EH | EH | ES | EH | ES | |
| <i>Akodon mollis</i> | 14 | 17 | 10 | 6 | 4 | 49 | 12 | 12 | | 2 | 5 | 18 | 27 | 11 | 187 |
| <i>Calomys sorellus</i> | 2 | | | 1 | 1 | 4 | | | | | 1 | | | | 9 |
| <i>Calomys lepidus</i> | | 6 | | | | | | | | | | | | | 6 |
| <i>Microrzomys altissimus</i> | | 1 | 1 | 2 | | | | | | | 1 | | | | 5 |
| <i>Microrzomys minutus</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Oligoryzomys andinus</i> | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| <i>Phyllotis andium</i> | | 8 | 7 | 8 | 6 | 17 | 3 | 3 | 1 | 2 | 5 | 3 | 7 | 20 | 90 |
| <i>Phyllotis sp.</i> | 5 | | | | | | | | | | | | | | 5 |
| Total | 21 | 32 | 19 | 17 | 11 | 70 | 15 | 15 | 1 | 4 | 12 | 21 | 34 | 33 | 305 |

Fuente:
AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca); Carranza en el 2013 (Época húmeda); JJR en el 2014 (Época húmeda y seca); INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca); Stantec en el 2017 (Época seca), y en el 2018 (Época húmeda).
Elaborado por: Stantec, 2020.

En relación a los monitoreos y las épocas de evaluación de los mismos (húmeda y seca), el monitoreo en el que se registró mayor cantidad de especímenes fue en la época seca del 2015 (INSIDEO 2015) con 70 registros, siendo la especie más abundante *Akodon mollis* con 49 registros (Tabla 3.3.3-18, *Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*, y Gráfico 3.3.3-129, *Abundancia Histórica de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*). El menor número de especies fue registrado en la época húmeda del 2017 (FCISA, 2017), donde se registró tan solo un individuo de *P. andium*.

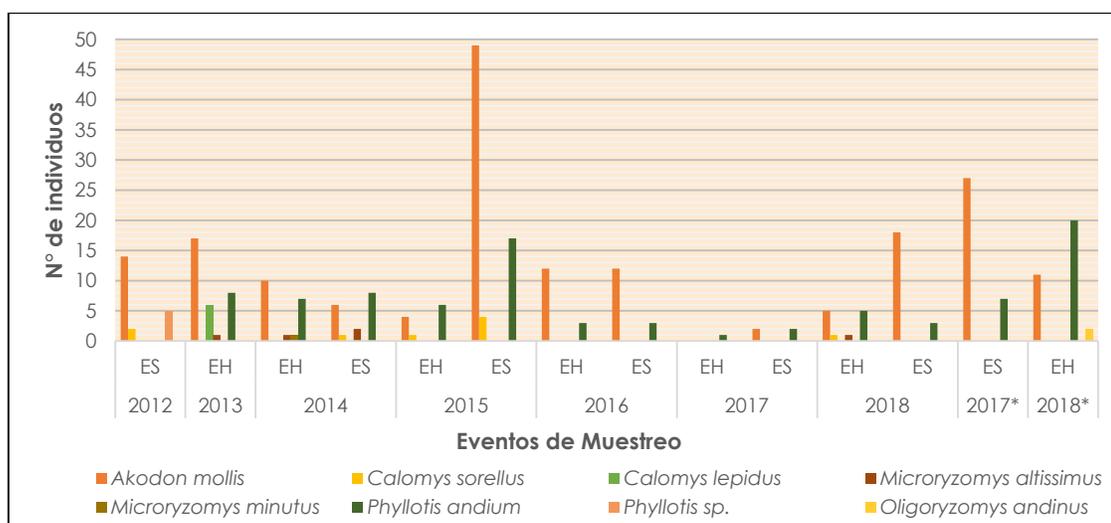
Las especies más abundantes en el área de estudio, a lo largo de casi todos los eventos de muestreo del periodo 2012-2018, fueron *Akodon mollis* y *Phyllotis andium* (ver la Tabla 3.3.3-18, *Abundancia de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*; y

el Gráfico 3.3.3-129, *Abundancia Histórica de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

El "Ratón Campestre de Pelo Suave" *Akodon mollis*, se distribuye en las tierras bajas del Pacífico y en las regiones montañosas del norte de Ecuador hasta el centro occidente de Perú (Musser y Carleton, 2005). Es una especie nocturna, aunque eventualmente puede estar activa durante el día; son terrestres y solitarios; y se alimentan de materia vegetal e insectos. Se refugian en cavidades en el suelo o se esconden entre rocas y troncos. Se encuentra en zonas abiertas con abundante vegetación herbácea (Emmons y Feer, 1997, Tirira, 2007).

Phyllotis andium "Ratón Orejón Andino" se distribuye en las estribaciones orientales y occidentales de los Andes centrales del Ecuador, desde la provincia de Tungurahua, hasta el centro del Perú, en el departamento de Lima (Musser y Carleton, 2005). Son mayormente nocturnos, terrestres y solitarios. Se alimenta de semillas, brotes tiernos, líquenes, insectos y otros artrópodos. Se refugia en cavidades en el suelo o en grietas (Tirira, 2007). Se los encuentra en ecosistemas primarios, secundarios o con moderada intervención. Prefieren zonas húmedas, con abundante vegetación arbustiva. En el páramo buscan las paredes rocosas para esconderse (Tirira, 2007).

Gráfico 3.3.3-129 Abundancia Histórica de los Mamíferos Menores (Cricetidae) Registrados en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018



Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca); Carranza en el 2013 (Época húmeda); JJR en el 2014 (Época húmeda y seca); INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca); FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca); *Stantec en el 2017 (Época seca), y en el 2018 (Época húmeda).
Elaborado por: Stantec, 2020.

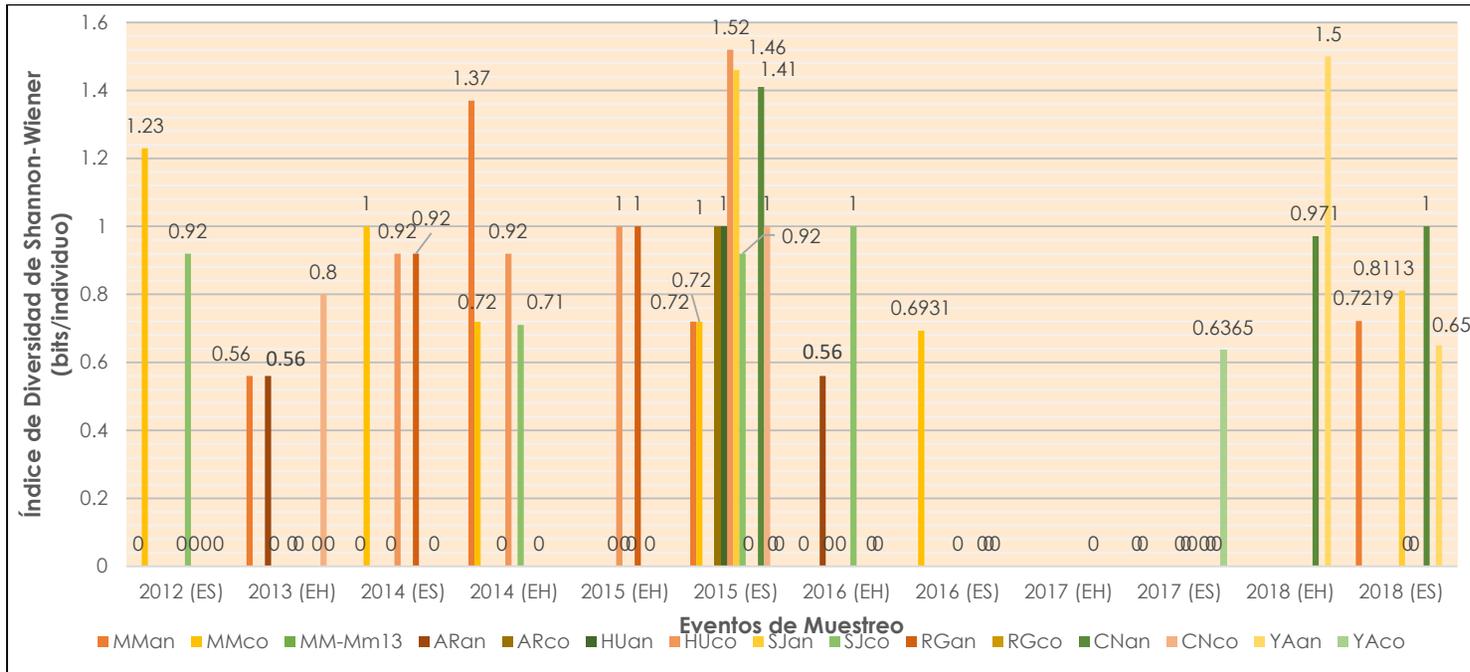
Mamíferos Mayores

Para los mamíferos mayores no se realizó un análisis de abundancia debido a que no fueron efectuadas evaluaciones para este grupo, a lo largo de todos los años. Es preciso indicar que los registros de mamíferos mayores fueron hechos mediante rastros indirectos (huellas, fecas, rasguños) u observaciones directas, pero los informes no cuentan con información referente a abundancias relativas.

Diversidad

Tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-130, *Valores de Diversidad Histórica de Especies de Mamíferos – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*, el índice de diversidad de Shannon-Wiener fluctuó entre $H' = 0$ y $H' = 1.52$ bits/individuo. La diversidad fue nula ($H' = 0$) cuando se registró tan sólo una especie por estación de muestreo. La estación de muestreo donde se registró el valor de diversidad más alto (1.52 bits/ind) fue en HUco, en el evento realizado en la época seca del 2015, seguida de la estación YAan (1.5 bits/ind) en el evento realizado en la época húmeda del 2018. En tanto que las estaciones de muestreo MM-Mm13 y RGco registraron los valores más bajos de diversidad, debido a que sólo reportaron la riqueza de una especie (ver el Gráfico 3.3.3-130, *Valores de Diversidad Histórica de Especies de Mamíferos – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

Gráfico 3.3.3-130 Valores de Diversidad Histórica de Especies de Mamíferos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018



Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Época húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca); JJR servicios Generales en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec, 2020.

Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de mastofauna, tomando en cuenta los estudios que han sido parte de la línea base para el periodo 2017-2018 (época seca 2017 y época húmeda 2018).

Evento de Muestreo (Época Seca)

El número esperado de especies de mamíferos es de 3, y en la evaluación se registraron 4 especies, la proporción de especies registradas es de más del 100 %, el esfuerzo necesario fue suficiente para el normal registro de especies. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

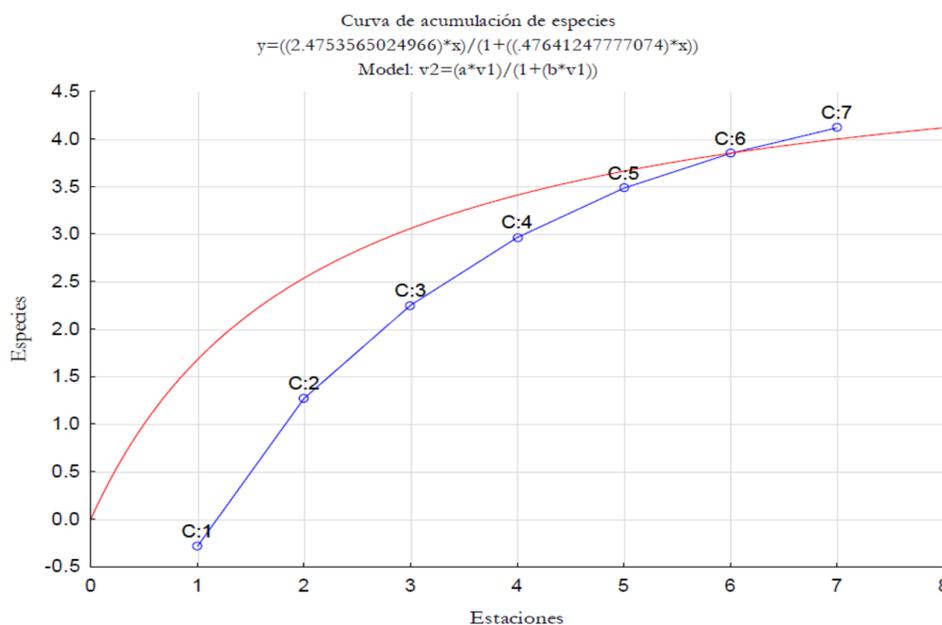
$$y=(2.475357*X)/1+(0.476412*X)$$

Donde:

$$a = 2.475357, b = 0.476412, R^2 = 0,99971$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-131, *Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-131 Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio - Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo (Época Húmeda)

El número esperado de especies de mamíferos es de 5, y en la evaluación se registraron 4 especies, la proporción de especies registradas es de más del 80 %, el esfuerzo necesario fue suficiente para el normal registro de especies. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

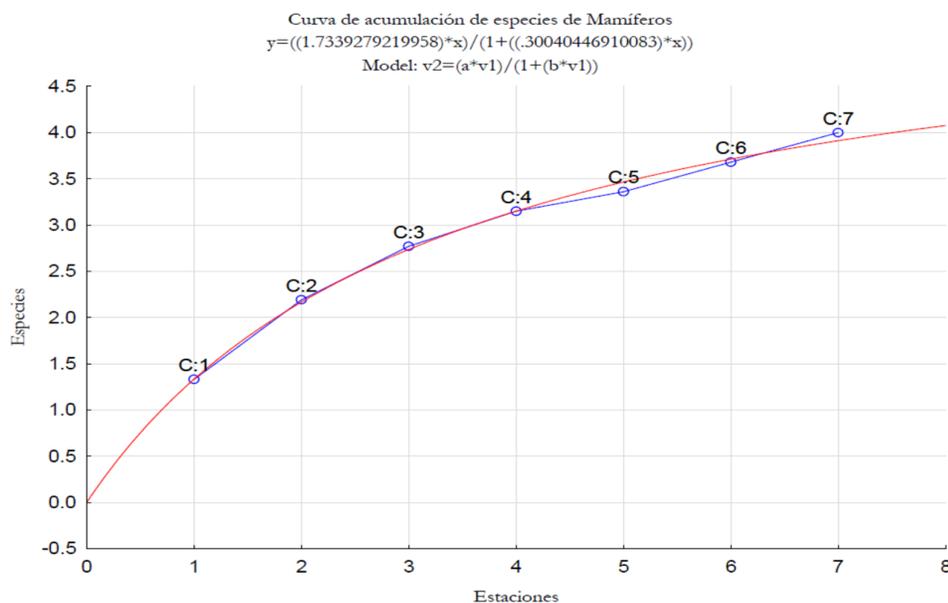
$$y=(1.733928*X)/1+(0.300404*X)$$

Donde:

$$a = 1.733928, b = 0.300404, R^2 = 0,99787$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-132, *Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-132 Curva de Acumulación de Especies de Mamíferos Registradas en el Área de Estudio - Época húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

Especies de Mamíferos Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo

A continuación, se presentan las especies que están en alguna categoría de conservación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) o internacional, siguiendo las consideraciones de la IUCN (2020-2) y CITES (2020), tal como se observa en la Tabla 3.3.3-19, *Especies de Mastofauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo*.

Tabla 3.3.3-19 Especies de Mastofauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo

| Especie | Nombre Común | IUCN (2020-2) | CITES (2020) | D.S. N° 004-2014-MINAGRI | Endémica del Perú |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Akodon mollis</i> | Ratón campestre de pelo suave | LC | -- | -- | No |
| <i>Calomys sorellus</i> | Ratón vespertino rojizo | LC | -- | -- | Sí |
| <i>Calomys lepidus</i> | Ratón vespertino precioso | LC | -- | -- | No |
| <i>Microryzomys altissimus</i> | Ratoncito arrozalero de altitud | LC | -- | -- | No |
| <i>Microryzomys minutus</i> | Ratoncito arrozalero diminuto | LC | -- | -- | No |
| <i>Phyllotis andium</i> | Ratón orejón andino | LC | -- | -- | No |
| <i>Cavia tschudii</i> | Cuy silvestre | LC | -- | -- | No |
| <i>Lagidium peruanum</i> | Vizcacha peruana | LC | -- | -- | No |
| <i>Conepatus chinga</i> | Zorrino Común, añas | LC | -- | -- | No |
| <i>Lycalopex culpaeus</i> | Zorro Colorado | LC | II | -- | No |
| <i>Vicugna vicugna</i> * | Vicuña | LC | II | NT | No |

Nota:
 NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, Apéndice II: Incluye a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
 *Especie introducida por la comunidad de Granja Porcón, y que se desplaza libremente por la propiedad de Yanacocha.
Elaborado por: Stantec, 2020.

a) Especies protegidas por la Legislación Nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI)

Se registró una especie protegida por la legislación nacional, se trata de *Vicugna vicugna* "vicuña", la cual está considerada como una especie Casi Amenazada (NT). Sin embargo, es preciso indicar que tanto para la "Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas" como para la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)", los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados como "amenazados".

b) Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

Todas las especies registradas en los eventos de muestreo 2012-2018 están categorizadas como especies de Preocupación Menor (LC); esto quiere decir, que estas especies son abundantes y tienen una amplia distribución, y no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo.

c) Lista CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

Se registró dos especies en el área de estudio que están categorizadas en el apéndice II de CITES (2020), se trata de *Lycalopex culpaeus* "Zorro Andino" y *Vicugna vicugna* "Vicuña". Estas especies no están en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

d) Especies de Mamíferos Endémicas del Perú

Se ha identificado una especie endémica correspondiente al "Ratón vespertino rojizo" *Calomys sorellus*.

Especies de Mamíferos Indicadoras

Algunos organismos desempeñan un papel clave en el ecosistema y, por tanto, requieren de su protección y/o conservación. En ese sentido, se ha identificado aquellas especies registradas en el área de estudio que cumplen con dicho rol. Estas especies clave o indicadoras comparten al menos una de las siguientes características biológicas: endemismo, especialización del hábitat, rareza y sensibilidad a la alteración de su hábitat. Se ha determinado que tres especies son de importancia ecológica significativa en el área de estudio: la "Vicuña" *Vicugna vicugna*, el "Zorro Andino" *Lycalopex culpaeus*, y el "Zorrino" *Conepatus chinga*, que a pesar de no estar amenazadas o de no ser endémicas del Perú, son especies que cumplen un rol esencial en el ecosistema.

La "vicuña" *Vicugna vicugna*, a pesar de ser una especie introducida en la región, es sensible a la alteración de su hábitat como consecuencia de la fragmentación, cambio de uso de suelo, quema de pastos, impactos provenientes de infraestructuras, etc. Son consumidores primarios, se alimentan de casi todas las hierbas perennes, y se mueven en grupos familiares (tropillas), conformados principalmente por un macho, varias hembras y crías. Son indicadores indirectos del estado de las poblaciones de flora silvestre. Sus hábitos hacen que esta especie sea idónea para monitorear en el área de estudio, además de ser una especie de fácil avistamiento.

El "zorro andino" *Lycalopex culpaeus*, y el "zorrino" *Conepatus chinga* son carnívoros altoandinos. El zorro andino es una especie común en el área de estudio, se le ha visto cerca al área de operaciones, y en las zonas más alejadas, mientras que el "zorrino" es un animal más esquivo y no tan común en el área. Ambas especies son consideradas como indicadoras debido a su posición en la cadena trófica, son especies que se encuentran en la cima de la cadena trófica, esto hace que el estudio del estado de sus poblaciones nos permita no sólo saber el estado de conservación de estas especies en el área de estudio, sino también el de sus presas. Las medidas de conservación que se tomen sobre estas especies contribuirán a conservar a las que se encuentran por debajo de su nivel trófico.

Herpetofauna

Esta subsección incluye un listado consolidado de las especies de anfibios y reptiles, así como una descripción cualitativa y cuantitativa de la herpetofauna registrada en los eventos de muestreo realizados en el área de estudio.

Se ha utilizado la información obtenida en los eventos de muestreo biológico realizados en el área de estudio, como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre aprobado en los instrumentos de gestión ambiental de MYSRL durante el periodo 2012-2018. Así también, se ha utilizado la información obtenida por Stantec en los eventos de muestreo realizados en setiembre del 2017 (época seca) y en febrero del 2018 (época húmeda), como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha. Estos eventos fueron realizados con el objetivo de obtener información de los principales grupos taxonómicos de flora y fauna en zonas del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre, y/o que no contaban con información actual.

Finalmente, incluye un listado de aquellas especies registradas en el área de estudio, durante el periodo de muestreo 2012-2018, que son endémicas del Perú y/o se encuentran categorizadas por la Legislación Peruana y por organizaciones internacionales como la IUCN y la CITES.

Listado Consolidado de Especies de Anfibios y Reptiles

Este listado consolidado considera los registros obtenidos en los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018. Estos eventos de muestreo forman parte del programa de monitoreo que MYSRL viene ejecutando. El listado consolidado considera además los registros obtenidos en los eventos de muestreo realizados por Stantec en setiembre del año 2017 (época seca) y en febrero del año 2018 (época húmeda). Estos muestreos consideraron locaciones distintas a las consideradas en el programa de monitoreo, pero todas ellas se ubicaron dentro del área de estudio.

El número total de especies registradas en el área de estudio, durante el periodo 2012-2018, asciende a siete especies de herpetofauna; de las cuales, tres son anfibios y cuatro son reptiles. Los anfibios registrados son *Gastrotheca monticola*, *Gastrotheca peruana* y *Pristimantis simonsii*; y los reptiles registrados son *Petracola ventrimaculatus*, y tres especies del género *Stenocercus*: *S. eunetopsis*, *S. melanopygus* y *S. stigmatosus* (ver la Tabla 3.3.3-20, *Listado de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*). La Tabla 3.3.3-20 muestra la categorización taxonómica de las especies registradas, sus nombres comunes, y el año en que fueron registradas.

Es preciso señalar que el total de especies registradas en el área de estudio, considerando los registros obtenidos en los eventos de muestreos realizados desde el 2004 hasta el 2018, asciende a diez especies de herpetofauna; de las cuales, cinco son anfibios y cinco son reptiles. Al respecto, es importante mencionar que la lagartija *Stenocercus chrysopygus* fue registrada únicamente en el muestreo realizado en el 2004; y por otro lado, sólo hasta el 2013 se tuvo registros de las lagartijas *Stenocercus eunetopsis* y *Stenocercus melanopygus*, sin registro alguno de estas especies en los eventos posteriores, registrándose únicamente la lagartija *Stenocercus stigmatosus* (ver la Tabla 3.3.3-20, *Listado de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*).

Al respecto, en el año 2017 se realizó el "Estudio Poblacional y de Distribución de la "Rana" *Pristimantis simonsii* y de las "Lagartijas" *Stenocercus melanopygus* y *Stenocercus eunetopsis* dentro del Área de la Propiedad de Minera Yanacocha" (Stantec, 2017). Sin embargo, no se registró ejemplar alguno de estas dos especies de lagartijas, únicamente fue registrada la lagartija *Stenocercus stigmatosus*. La ausencia de registros de *S. melanopygus* y *S. eunetopsis* en los eventos posteriores al del 2013, además de los resultados obtenidos en el estudio en mención, así como la información bibliográfica existente que reporta que el rango altitudinal de distribución de estas dos especies está por debajo del rango altitudinal en el que se ubica el área del Proyecto (entre 3,600 y 4,200 msnm), hace suponer que hubo una identificación taxonómica errónea. Según Torres-Carvajal (2007), las especies *S. eunetopsis* y *S. melanopygus* se distribuyen en la Cordillera Occidental del Norte del Perú; la primera entre 2,450 y 2,640 msnm; y la segunda entre 2,600 y 3,350 msnm (IUCN, 2020-2).

Desafortunadamente, el informe generado tras el evento realizado en el año 2013 (Carranza, 2013) no cuenta con registros fotográficos de ejemplares de las especies en mención, ni indica que se hizo algún depósito de ejemplares de estas especies en algún museo con el fin de confirmar si efectivamente se trata de dichas especies, o descartar la identificación taxonómica que se hizo en ese momento.

Tabla 3.3.3-20 Listado de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio - Eventos de Muestreo 2012-2018

| N° | Orden | Familia | Nombre Científico de la Especie | Nombre Común | Evento de Muestreo |
|---|----------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|
| ANFIBIOS | | | | | |
| 1 | Anura | Craugastoridae | <i>Pristimantis simonsii</i> | Rana de Páramo de los Andes | 2012S/2013H/2014H/2014S/2015H/2015S/2016H/2016S/2017H/2017S(S)/2018H/2018S/2018H(S) |
| 2 | Anura | Hemiphractidae | <i>Gastrotheca monticola</i> | Rana Marsupial de Montaña | 2013H/2014H/2014S |
| 3 | Anura | Hemiphractidae | <i>Gastrotheca peruana</i> | Rana Marsupial Peruana | 2015H/2015S/2016H/2017H/2017S/2017S(S)/2018H/2018S/2018H(S) |
| REPTILES | | | | | |
| 4 | Squamata | Gymnophthalmidae | <i>Petracola ventrimaculatus</i> | Lagartija Manchada | 2017S(S) |
| 5 | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus eunetopsis</i> | Lagartija | 2013H |
| 6 | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus melanopygus</i> | Lagartija | 2013H |
| 7 | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus stigmus</i> | Lagartija | 2012S/2014H/2014S/2015H/2015S/2016H/2016S/2017H/2017S/2017S(S)/2018H/2018S/2018H(S) |
| <p>Nota: 2012S: Época Seca (AMEC, 2012) – Programa de Monitoreo Biológico. 2013H: Época Húmeda (Carranza, 2013) – Programa de Monitoreo Biológico. 2014H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2014) – Programa de Monitoreo Biológico. 2014S: Época Seca JJR Servicios Generales, 2014) – Programa de Monitoreo Biológico. 2015H: Época Húmeda (INSIDEO, 2015) – Programa de Monitoreo Biológico. 2015S: Época Seca (INSIDEO, 2015) – Programa de Monitoreo Biológico. 2016H: Época Húmeda (FCISA, 2016) – Programa de Monitoreo Biológico. 2016S: Época Seca (FCISA, 2016) – Programa de Monitoreo Biológico. 2017H: Época Húmeda (FCISA, 2017) – Programa de Monitoreo Biológico. 2017S: Época Seca (FCISA, 2017) – Programa de Monitoreo Biológico. 2018H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2018) – Programa de Monitoreo Biológico. 2018S: Época Seca JJR Servicios Generales, 2018) – Programa de Monitoreo Biológico. 2017S(S): Época Seca (Stantec, 2017) – Muestreo efectuado por Stantec Perú. 2018H(S): Época Seca (Stantec, 2018) – Muestreo efectuado por Stantec Perú.</p> | | | | | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

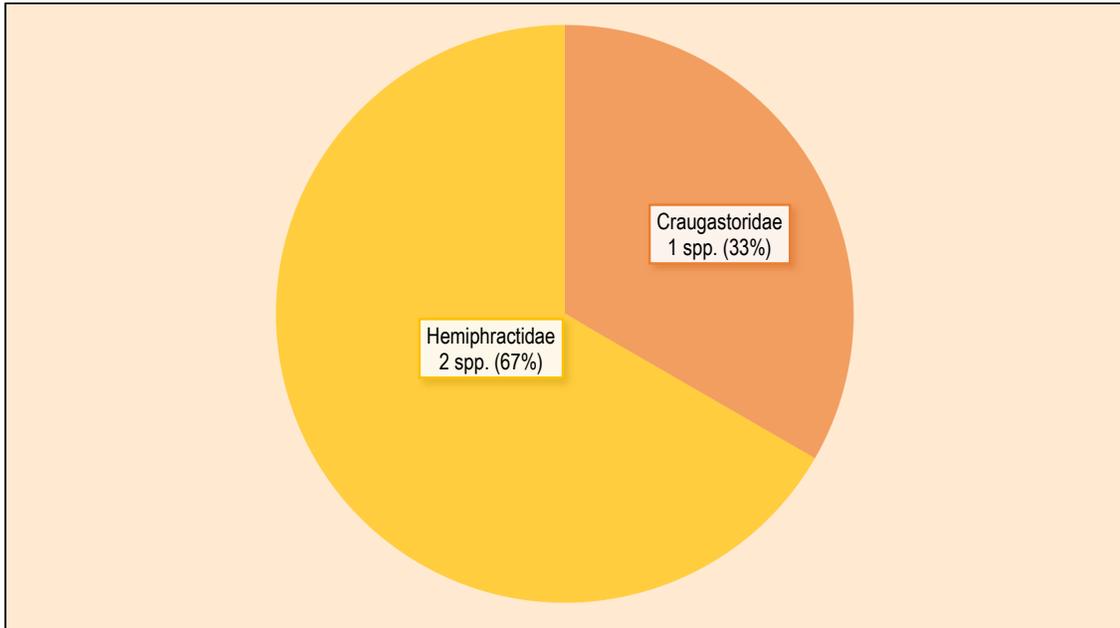
De las tres especies de anfibios registradas, una pertenece a la familia Craugastoridae (*Pristimantis simonsii*), y dos especies pertenecen a la familia Hemiphractidae (*Gastrotheca monticola* y *Gastrotheca peruana*), tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.3-133, *Número y Porcentaje de Especies de Anfibios por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018*.

En cuanto a las especies de reptiles registradas, una pertenece a la familia Gymnophthalmidae (*Petracola ventrimaculatus*) y tres especies pertenecen a la familia Tropiduridae (*Stenocercus eunetopsis*, *Stenocercus melanopygus* y *Stenocercus stigmus*), tal como se observa en el Gráfico 3.3.3- 134, *Número y Porcentaje de Especies de Reptiles por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018*.

La Tabla 3.3.3-20, *Listado de Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*, presenta un listado de las especies registradas en el área de estudio durante el periodo 2012-2018. La tabla en mención muestra además la categorización taxonómica de las especies registradas, sus nombres comunes, y el año en que fueron registradas.

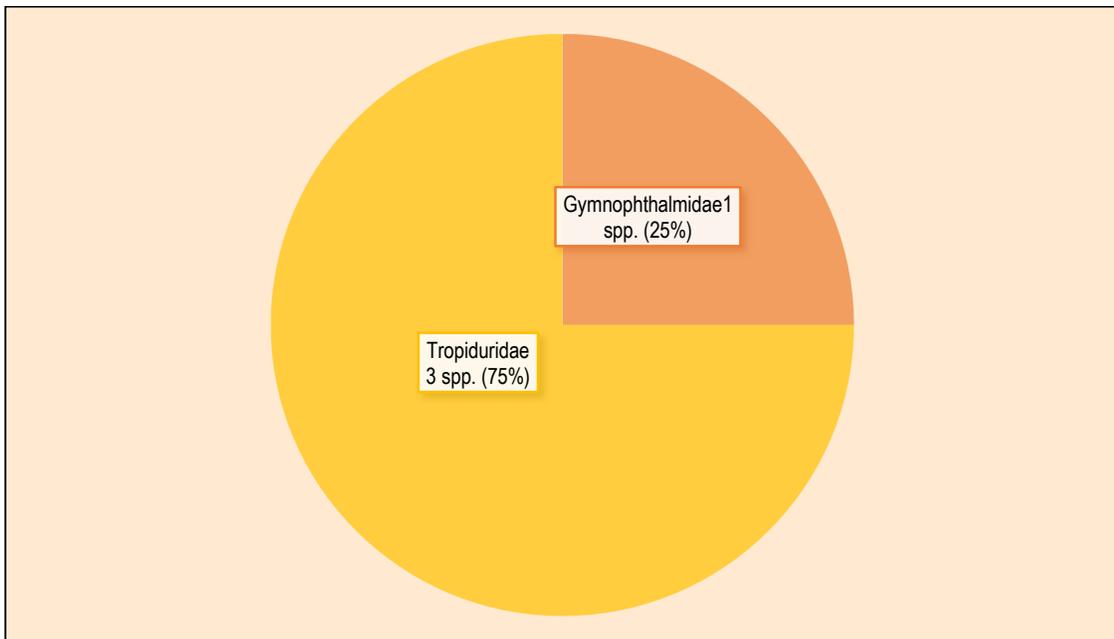
La Foto 3.3.3-15, *Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio*, muestra algunas de las especies de herpetofauna registradas en el área de estudio

Gráfico 3.3.3-133 Número y Porcentaje de Especies de Anfibios por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018



Elaborado por: Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.3-134 Número y Porcentaje de Especies de Reptiles por Familia - Eventos de Muestreo 2012-2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

Foto 3.3.3-15 Especies de Anfibios y Reptiles Registradas en el Área de Estudio

a) *Gastrotheca peruana* "Rana Marsupial Peruana" (Hemiphraactidae).
Foto: Chipana O. (Stantec, 2017).



b) *Pristimantis simonsii* "Rana de Páramo de los Andes" (Craugastoridae).
Foto: Chipana O. (Stantec, 2017).



c) *Stenocercus stigmus* "Lagartija" (Familia Tropicuridae)
Foto: Chipana O. (Stantec, 2017).

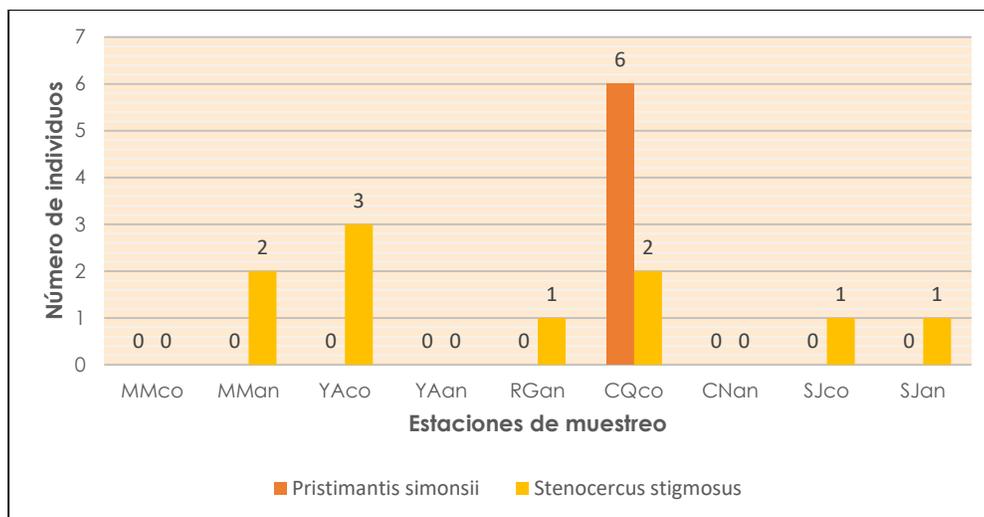


d) *Petracola ventrimaculatus* "Lagartija Manchada" (Familia Gymnophthalmidae).
Foto: Chipana O. (Stantec, 2017).

Riqueza, Abundancia y Diversidad de Especies de Anfibios y Reptiles por Evento de Muestreo*Evento de Muestreo 2012 (Época Seca)*

En este evento fue registrada una especie de anfibio (*Pristimantis simonsii*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. La estación CQco (Sector Cerro Negro) presentó la riqueza y abundancia más alta, con un registro de dos especies y ocho individuos (ver Gráfico 3.3.3-135, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2012*).

En cuanto a la diversidad, en la mayoría de las estaciones la diversidad fue cero, dado que se registró una sola especie. Sólo la estación CQco registró dos especies y ocho individuos, estimándose un valor del índice de Shannon-Wiener de 0.81 bits/individuo.

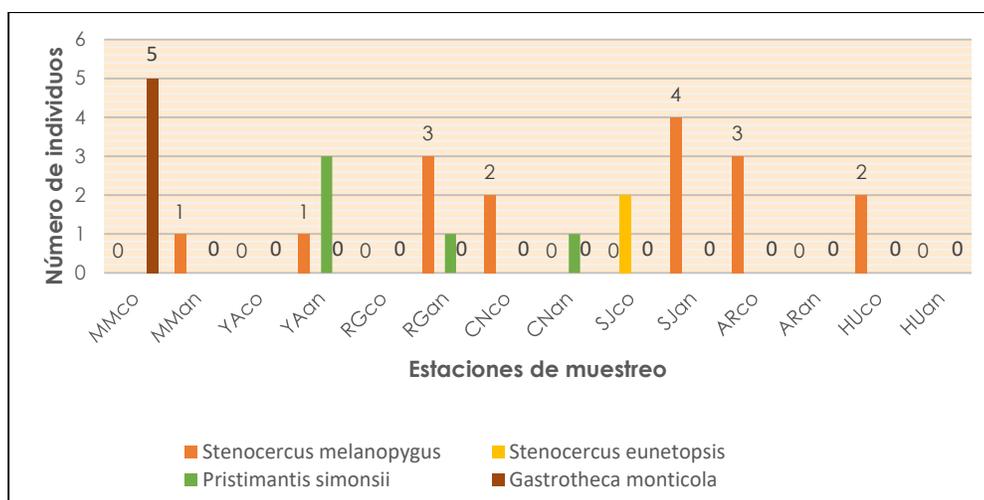
Gráfico 3.3.3-135 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2012

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2013 (Época Húmeda)

En este evento se reportó dos especies de anfibio (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca monticola*) y dos especies de reptil (*Stenocercus melanopygus melanopygus* y *Stenocercus eunetopsis*) en las estaciones de muestreo evaluadas. Las estaciones YAn y RGan presentaron la riqueza más alta, con un registro de dos especies; mientras que la estación MMco presentó la abundancia más alta, con un registro de cinco individuos (ver el Gráfico 3.3.3-136, Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2013).

En cuanto a la diversidad, en la mayoría de las estaciones la diversidad fue cero, dado que se registró una sola especie. Sólo las estaciones YAn y RGan registraron dos especies, estimándose valores del índice de Shannon-Wiener para cada una de ellas de 0.56 bits/individuo.

Gráfico 3.3.3-136 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2013

Elaborado por: Stantec, 2020.

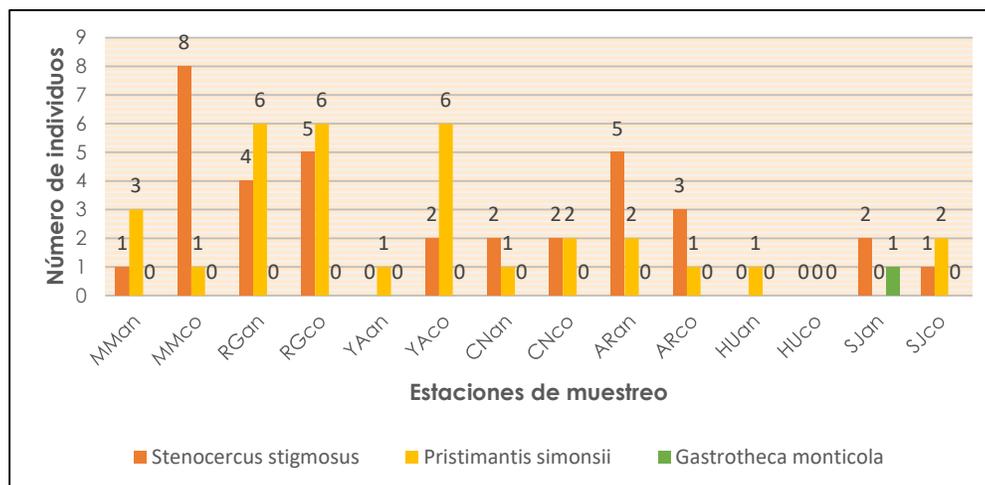
Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

En este evento se reportó dos especies de anfibio (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca monticola*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmusosus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En cuanto a riqueza, la mayoría de las estaciones registró dos especies de herpetofauna; y en cuanto a abundancia, las

estaciones RGen y RGco registraron el más alto número de individuos, con un valor de diez y once individuos, respectivamente (ver el Gráfico 3.3.3-137, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)*).

En cuanto a la diversidad, ésta fue baja y estuvo por debajo de 1.0 bit/individuo, siendo las más diversas las estaciones RGco y RGen, con valores de diversidad de Shannon-Wiener de 0.99 y 0.97 bits/individuo, respectivamente.

Gráfico 3.3.3-137 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Húmeda)

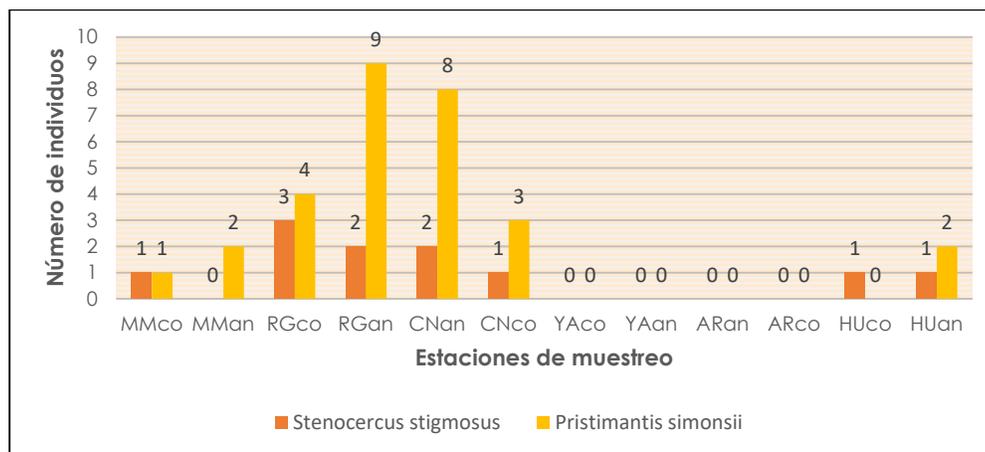


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)

En este evento fue registrada una especie de anfibio (*Pristimantis simonsii*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmatus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En cuanto a riqueza, la mayoría de las estaciones registró dos especies de herpetofauna; y en cuanto a abundancia, las estaciones RGen y CNan registraron el más alto número de individuos, con un registro de once y diez individuos, respectivamente (ver el Gráfico 3.3.3-138, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)*).

Gráfico 3.3.3-138 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2014 (Época Seca)



Elaborado por: Stantec, 2020.

En cuanto a la diversidad, ésta fue baja, siendo la más diversa la estación MMco, con un valor de diversidad de Shannon-Wiener de 1.00 bits/individuo, respectivamente.

Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)

En este evento se registró dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmossus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En cuanto a la riqueza de especies, la estación ARco (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre) registró el mayor valor de riqueza de especies, con tres especies reportadas. Le sigue las estaciones MMco (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), ARan (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre), RGco (ubicada en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande), y YAcO (ubicada en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo), registrándose dos especies en cada estación.

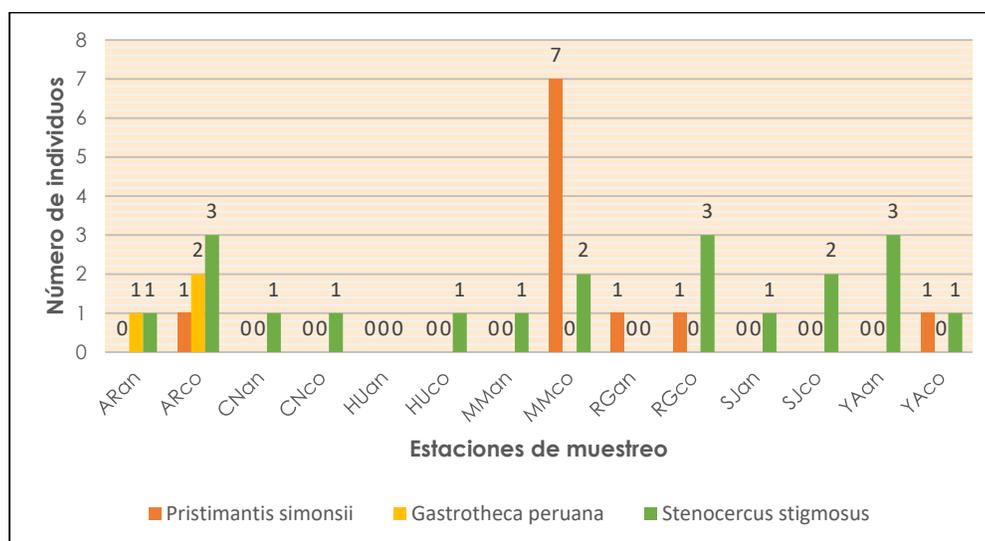
En tanto que las estaciones MMan (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), HUco (ubicada en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre), SJan y SJco (ambas ubicadas en el Sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), RGan (ubicada en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande), CNan y CNco (ambas ubicadas en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) y YAan (ubicada en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo) registraron una sola especie de herpetofauna en cada estación de muestreo.

Por último, la estación HUan (ubicada en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre) no reportó registro alguno de especies de herpetofauna.

Con relación a la abundancia de individuos de las especies de herpetofauna, de los 34 individuos de herpetofauna registrados, la especie de lagartija *Stenocercus stigmossus* registró el valor más elevado de abundancia, con 20 individuos reportados, seguida por la especie de rana *Pristimantis simonsii*, con once individuos reportados y, por último, el anfibio *Gastrotheca peruana*, con tres individuos reportados.

En cuanto a la abundancia registrada por cada estación de muestreo (ver el Gráfico 3.3.3-139, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)*), la estación MMco (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda) registró el mayor valor de abundancia de especies, con nueve individuos reportados, seguida por la estación ARco (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre), con seis individuos registrados. Por otro lado, las demás estaciones de muestreo reportaron valores de abundancia menores a cinco individuos, a excepción de la estación HUan (ubicada en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre), en la que no se registraron individuos de herpetofauna.

Gráfico 3.3.3-139 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2015 (Época Seca)



Elaborado por: Stantec, 2020.

Con relación a la diversidad de especies de herpetofauna, los valores del índice de Shannon-Wiener variaron entre $H' = 0$ y $H' = 1.46$ bits/individuo. El mayor valor de diversidad fue registrado en la estación ARco (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre) debido a que presentó la más alta riqueza de especies, en comparación con las demás estaciones de muestreo.

En tanto que, los valores más bajos de diversidad fueron registrados en las estaciones MMan (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), HUan y HUco (ambas ubicadas en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre), SJan y SJco (ambas ubicadas en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), RGan (ubicada en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande), CNan y CNco (ambas ubicadas en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo), YAan y YAcó (ambas ubicadas en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo), debido a que sólo reportaron una especie en cada estación de muestreo.

Por último, en cuanto a la estación HUan (zona Huáscar de la Subcuenca Río Azufre), no se pudo calcular la diversidad debido a que no se registraron especies de herpetofauna.

Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)

En este evento se registró dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En cuanto a la riqueza de especies, la estación ARan (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre) registró el mayor valor de riqueza de especies, con tres especies reportadas (ver el Gráfico 3.3.3-140, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*). Le sigue las estaciones MMan (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), ARco (ubicada en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre), HUco (ubicada en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre), CNan y CNco (ambas ubicadas en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) y YAcó (ubicada en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo), donde se registró dos especies en cada estación.

En tanto que, las estaciones MMco (ubicada en el sector Maqui Maqui, en la Subcuenca de la Quebrada Honda), HUan (ubicada en el sector Huáscar, en la Subcuenca del Río Azufre), SJan (ubicada en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), RGan y RGco (ambas ubicadas en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande) y YAan (ubicada en el sector Yanacocha, en la Subcuenca del Río Rejo), registraron una especie de herpetofauna en cada estación de monitoreo.

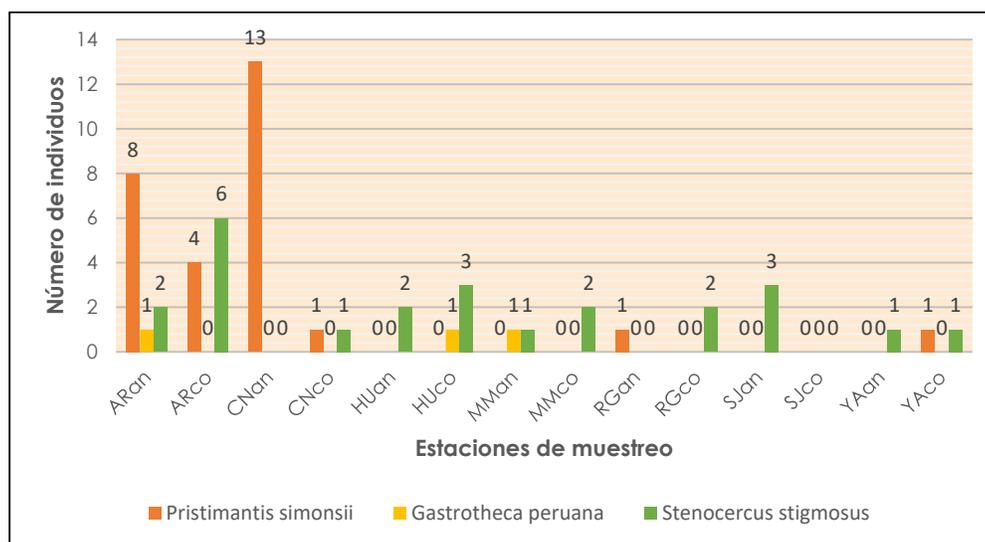
Finalmente, la estación SJco (ubicada en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre) no reportó registro alguno de especies de herpetofauna.

En cuanto a la abundancia registrada por las estaciones de muestreo (ver el Gráfico 3.3.3-140, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)*), la estación CNan (ubicada en el Sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) registró el mayor valor de abundancia de especies (13 individuos reportados), seguida por las estaciones ubicadas en el sector Arnacocha (ARan y ARco) en la Subcuenca del Río Azufre, con once y diez individuos registrados, respectivamente. Las demás estaciones reportaron valores de abundancia menores a cinco individuos, a excepción de la estación SJco (ubicada en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), en la que no se registró individuo alguno de herpetofauna.

Con relación a la diversidad, los valores del índice de Shannon-Wiener fluctuaron entre $H' = 0$ y $H' = 0.76$ bits/individuo. El mayor valor de diversidad fue registrado en la estación ARan (ubicado en el sector Arnacocha, en la Subcuenca del Río Azufre) debido a que presentó la más alta riqueza de especies, en comparación con las demás estaciones evaluadas. En tanto que las estaciones SJan (ubicada en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), RGan y RGco (ambas ubicadas en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande) y CNan (ubicada en el sector Cerro Negro, en la Subcuenca del Río Rejo) presentaron el valor de diversidad más bajo ($H' = 0$) debido a que sólo se reportó una especie en dichas estaciones.

Para el caso de la estación SJco (ubicada en el sector San José, en la Subcuenca del Río Azufre), no se pudo calcular el valor de diversidad debido a que no se registró especie alguna de herpetofauna en dicha estación.

Gráfico 3.3.3-140 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2015 (Época Húmeda)



Elaborado por: Stantec, 2020.

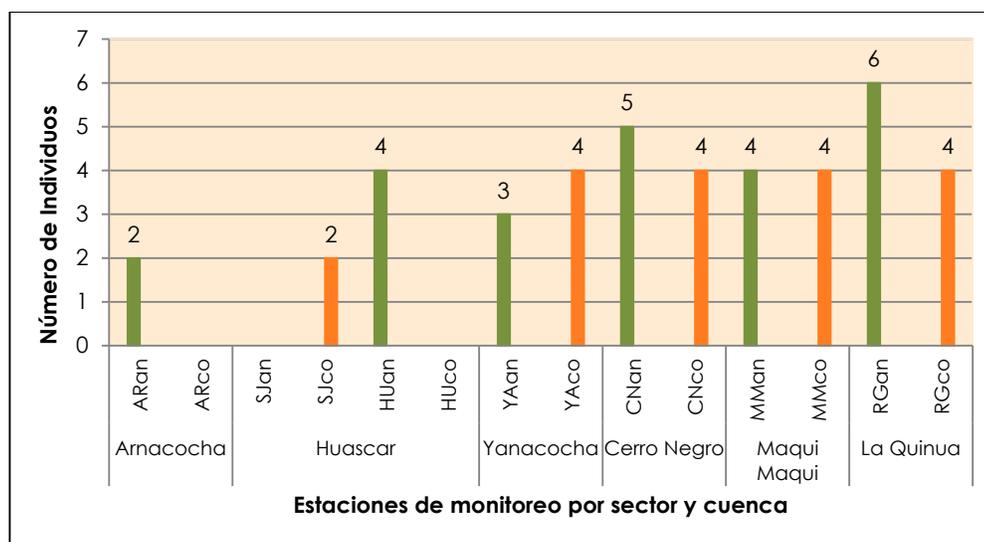
Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

En este evento se registró una especie de anfibio (*Pristimantis simonsii*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En cuanto a la riqueza de especies, la estación RGan (ubicada en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande) registró el más alto valor de riqueza de especies, con dos especies de herpetofauna reportadas. El resto de las estaciones registró una sola especie cada una, a excepción de las estaciones ARCo (sector Arnacocha), SJan (sector San José) y HUco (sector Huáscar), las cuales no reportaron especie alguna de herpetofauna (ver el Gráfico 3.3.3-141, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)*).

En cuanto a la abundancia registrada por las estaciones de muestreo, la estación RGan (ubicada en el sector La Quinua, en la Subcuenca del Río Grande) registró el más alto valor de abundancia de especies entre las estaciones (seis individuos reportados), seguida por la estación ubicada en el sector Cerro Negro (CNan), con un registro de cinco individuos.

Las estaciones MMan (sector Maqui Maqui), MMCo (sector Maqui Maqui), RGCo (sector Río Grande), CNco (sector Cerro Negro), YACo (sector Yanacocha) y HUan (sector Huáscar) reportaron cuatro individuos cada una. En tanto que la estación YAan (sector Yanacocha) fue la única que registró tres individuos. Las estaciones ARAn (sector Arnacocha) y SJco (sector San José) presentaron una abundancia de dos individuos. Finalmente, las tres estaciones que no presentaron registro alguno fueron las estaciones ARCo (sector Arnacocha), HUco (sector Huáscar) y SJan (sector San José).

Con relación a la diversidad, sólo se pudo estimar el índice de diversidad para la estación RGan (0.45 bits/individuo), porque el número de especies registradas en las demás estaciones fue inferior a dos especies.

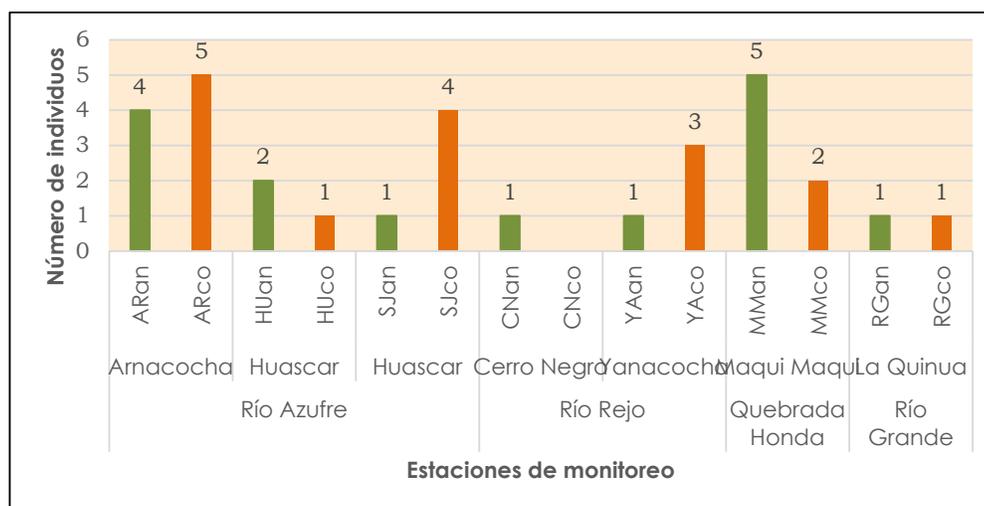
Gráfico 3.3.3-141 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2016 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

En este evento se registró dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmatosus*) en las estaciones de muestreo evaluadas.

En cuanto a la abundancia registrada por las estaciones de muestreo (ver el Gráfico 3.3.3-142, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)*), las estaciones ARco (sector Arnacochoa) y MMan (sector Maqui Maqui) registraron el más alto valor de abundancia de especies (cinco individuos reportados). Le sigue las estaciones SJco (sector San José) y ARan (sector Arnacochoa), con un registro de cuatro individuos; YAcO (sector Yanacochoa), con un registro de tres individuos; HUan (sector Huáscar), con un registro de dos individuos; y el resto de las estaciones, a excepción de la estación CNco (sector Cerro Negro) que no registró especie alguna, reportó una sola especie cada una.

Gráfico 3.3.3-142 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2016 (Época Húmeda)

Elaborado por: Stantec, 2020.

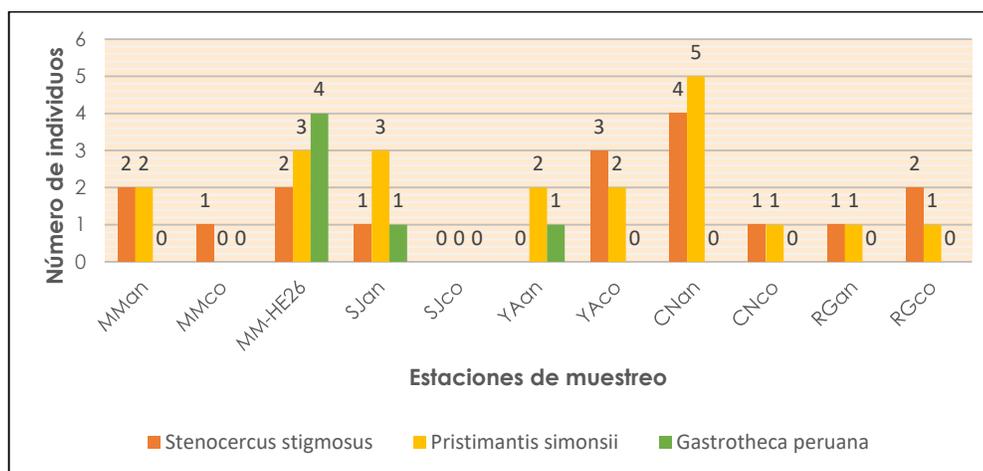
Con relación a la diversidad, el valor más alto del índice de diversidad de Shannon-Wiener lo presentó la estación MMan con 1.06 bits/individuo, mientras que el valor más bajo lo presentó la estación HUan

con 0,69 bits/individuo. No se pudo estimar el índice de diversidad para las demás estaciones, puesto que la cantidad de especies registradas fue menor a dos especies.

Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)

En este evento se registró dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmatosus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En este evento se adicionó una estación llamada MM-HE26, la cual corresponde a un humedal ubicado en el sector Maqui Maqui. Precisamente esta estación registró el más alto valor de riqueza y abundancia entre las estaciones consideradas en el muestreo, con un registro de tres especies y nueve individuos (ver el Gráfico 3.3.3-143, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)*). Otra estación que reportó también nueve individuos, pero con sólo dos especies fue CNan (sector Cerro Negro). La estación SJco (sector San José) no reportó especie alguna de herpetofauna.

Gráfico 3.3.3-143 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2017 (Época Húmeda)



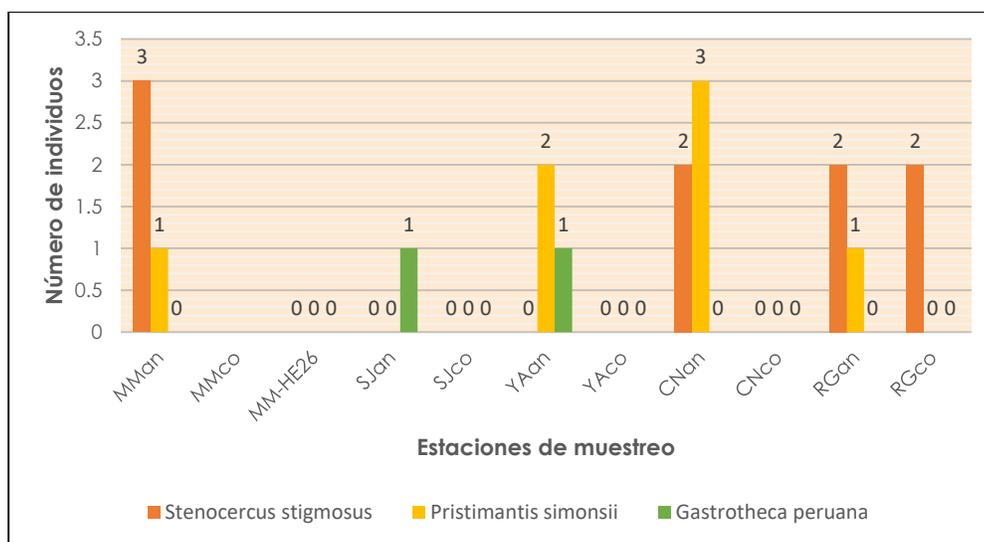
Elaborado por: Stantec, 2020.

En cuanto a la diversidad de especies, los valores del índice de Shannon-Wiener fluctuaron entre $H' = 0$ y $H' = 0,64$. El valor más alto de diversidad fue registrado en la estación MM-HE26, que corresponde a un humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui; mientras que, para las estaciones MMco y SJco, no se pudo calcular el índice de diversidad debido a que no se registró especie alguna de herpetofauna en dichas estaciones.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

En este evento se registraron dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmatosus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. Las estaciones CNan, YAan, RGan y MMan presentaron mayor riqueza de especies que las demás, con dos especies registradas; las estaciones RGco y SJan presentaron una especie; y las estaciones CNco, YACO, SJco y MM-HE26 no presentaron ninguna especie. La estación MMco no pudo evaluarse por conflictos sociales.

La estación CNan (sector de Cerro Negro) presentó el más alto número de individuos respecto a las demás estaciones, con un registro de 5 individuos (3 de *Pristimantis simonsii* y 2 de *Stenocercus stigmatosus*). A esta estación le siguieron las estaciones MMan (ubicada en el sector Maqui Maqui), con un registro de 4 individuos (3 de *Stenocercus stigmatosus* y 1 de *Pristimantis simonsii*; YAan (2 de *Pristimantis simonsii* y uno de *Gastrotheca peruana*) y RGan (2 de *Stenocercus stigmatosus* y uno de *Pristimantis simonsii*), con un registro de 3 individuos en cada una; RGco con un registro de 2 individuos de *Stenocercus stigmatosus* y SJan con un registro de un individuo de *Gastrotheca peruana*. En el resto de las estaciones no se registraron individuos en el momento del muestreo, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-144, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-144 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2017 (Época Seca)

Elaborado por: Stantec, 2020.

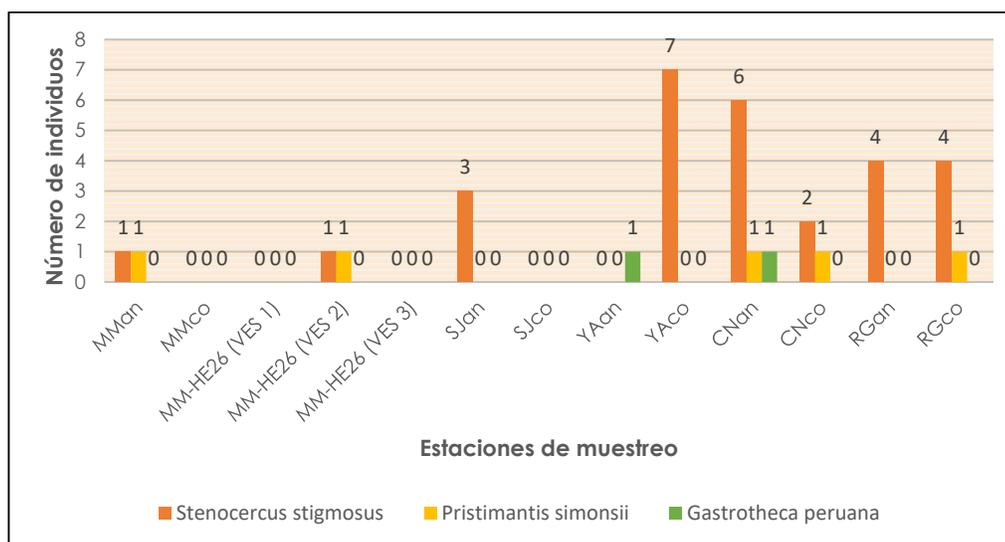
En cuanto a la diversidad de especies, los valores del índice de Shannon-Wiener fluctuaron entre $H' = 0$ y $H' = 0,97$. El valor más alto de diversidad fue registrado en la estación CNan, que corresponde al sector de Cerro Negro. Las estaciones YAan y RGan presentaron un valor de Shannon de 0.92 bits/individuo cada una; y la estación MMan presentó un valor de 0.81 bits/individuo. No se pudo calcular el índice de diversidad para el resto de las estaciones de muestreo (CNco, YAcO, SJco y MM-HE26), debido a que no se registró especie alguna de herpetofauna en dichas estaciones.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

En este evento se registraron dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmatosus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En este evento se registraron 35 individuos en total entre anfibios y reptiles. La especie con el mayor número de individuos capturados fue la lagartija *Stenocercus stigmatosus*, con un registro de 28 individuos que representan el 80% de los individuos capturados. Las estaciones que presentaron mayor abundancia fueron CNan (sector de Cerro Negro) con un registro de 8 individuos que representan el 23% de la abundancia total (6 individuos de *Stenocercus stigmatosus*, un individuo de *Pristimantis simonsii*, y un individuo de *Gastrotheca peruana*); y YAcO (sector de Yanacocha) con un registro de 7 individuos que representan el 20% de la abundancia total (7 individuos de *Stenocercus stigmatosus* y ningún anfibio), tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-145, Número de Individuos de Anfibios y Reptiles – Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda).

En cuanto a la diversidad de especies, los valores del índice de Shannon-Wiener fluctuaron entre $H' = 0$ y $H' = 1,061$. El valor más alto de diversidad fue registrado en la estación CNan, que corresponde al sector de Cerro Negro. Las estaciones MMan y MM-HE26 (VES 2) presentaron un valor de diversidad de Shannon de 1 bit/individuo, la estación CNco tuvo un valor de 0.9183 bits/individuo, la estación RGco tuvo un valor de 0.7219 bits/individuo; y, las estaciones RGan, YAan, YAcO y SJan presentaron una diversidad de 0 bits/individuo.

Gráfico 3.3.3-145 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda)

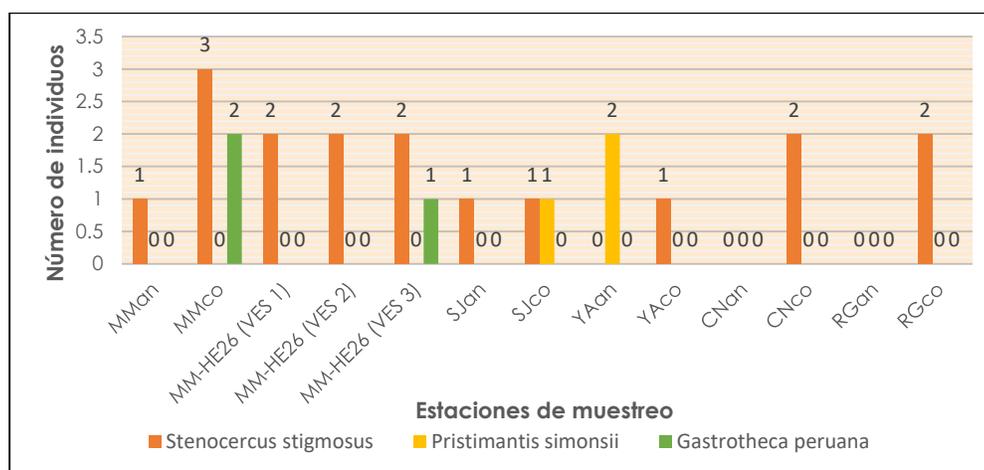


Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)

En este evento se registraron dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmossus*) en las estaciones de muestreo evaluadas. En este evento se registraron 23 individuos en total entre anfibios y reptiles. La especie con el mayor número de individuos capturados fue la lagartija *Stenocercus stigmossus*, con un registro de 17 individuos que representan el 74% de los individuos capturados. Las estaciones que presentaron mayor abundancia fueron MMco (sector de Maqui Maqui) con un registro de 5 individuos que representan el 22% de la abundancia total (2 individuos de *Gastrotheca peruana*, y 3 individuos de *Stenocercus stigmossus*), y MM-HE26 (VES 3) (humedal altoandino en el sector de Maqui Maqui) con un registro de 3 individuos que representan el 13% de la abundancia total (un individuo de *Gastrotheca peruana* y 2 individuos de *Stenocercus stigmossus*), tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-146, *Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)*.

Gráfico 3.3.3-146 Número de Individuos de Anfibios y Reptiles - Evento de Muestreo 2018 (Época Seca)



Elaborado por: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo 2017 (Época Seca) – Stantec

En este evento se realizó el muestreo en siete estaciones (BT-01 al BT-07), registrándose dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y dos especies de reptiles (*Stenocercus stigmus* y *Petracola ventrimaculatus*). La mayor diversidad de reptiles fue reportada en la estación BT-06 (0.86 bits/individuo), seguida por la estación BT-06, con un valor del índice de Shannon-Wiener de 0.59 bits/individuo. No se pudo estimar índices de diversidad para las demás estaciones puesto que el número de especies registradas fue inferior a dos.

En cuanto a la diversidad de anfibios, la diversidad más alta fue registrada en la estación BT-01 (0.97 bits/individuo), seguida por la estación BT-03, con un valor de diversidad de 0.81 bits/individuo. No se pudo estimar índices de diversidad para las demás estaciones puesto que el número de especies registradas fue inferior a dos.

Evento de Muestreo 2018 (Época Húmeda) – Stantec

En este evento se realizó el muestreo en siete estaciones (BT-01 al BT-07), registrándose dos especies de anfibios (*Pristimantis simonsii* y *Gastrotheca peruana*) y una especie de reptil (*Stenocercus stigmus*). En cuanto a la diversidad de reptiles, no se pudo estimar índices de diversidad puesto que el número de especies registradas fue inferior a dos.

En cuanto a la diversidad de anfibios, la diversidad más alta fue registrada en la estación BT-06 (0.918 bits/individuo). No se pudo estimar índices de diversidad para las demás estaciones puesto que el número de especies registradas fue inferior a dos.

Riqueza Histórica de Especies de Anfibios y Reptiles

Al realizar un análisis histórico de la riqueza de especies de anfibios, se aprecia que la riqueza de especies estuvo en un rango entre 0 y 2 especies a lo largo de los eventos de muestreo, observándose la máxima riqueza de especies en las estaciones de muestreo MMan (sector Maqui Maqui), YAan (sector Yanacocha), SJan (sector San José), ARco (sector Arnacocha), ARan (sector Arnacocha), MM-HE26 (humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui) y CNan (sector Cerro Negro). Además, en el evento del 2017 (época húmeda) se obtuvo las riquezas de especies más altas (dos especies). En cuanto a la riqueza histórica de especies de reptiles, no hubo mucha variación, reportándose una especie como valor máximo de riqueza en la mayoría de las estaciones. Ver el Gráfico 3.3.3-147, *Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Anfibios - Eventos de Muestreo 2012-2018*, y el Gráfico 3.3.3-148, *Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Reptiles - Eventos de Muestreo 2012-2018*.

Gráfico 3.3.3-147 Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Anfibios – Eventos de Muestreo 2012-2018

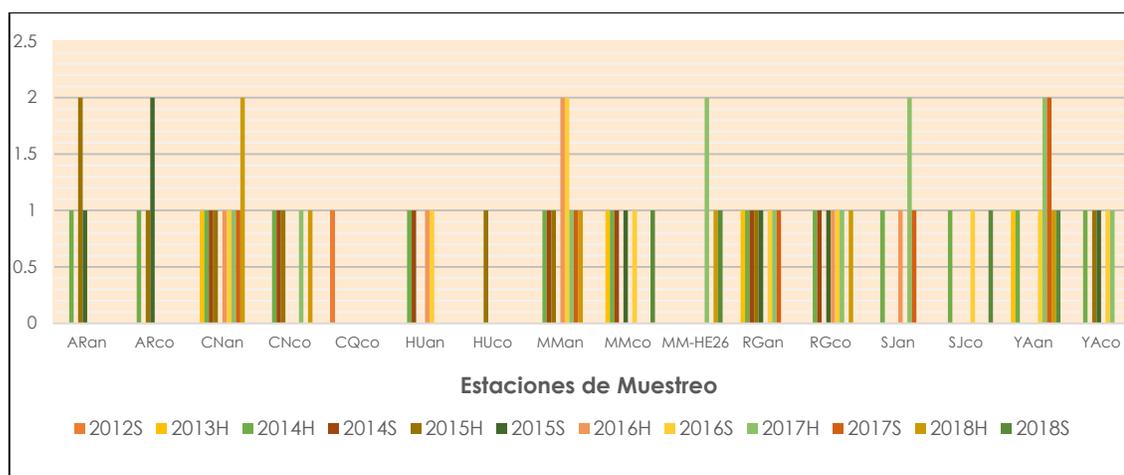
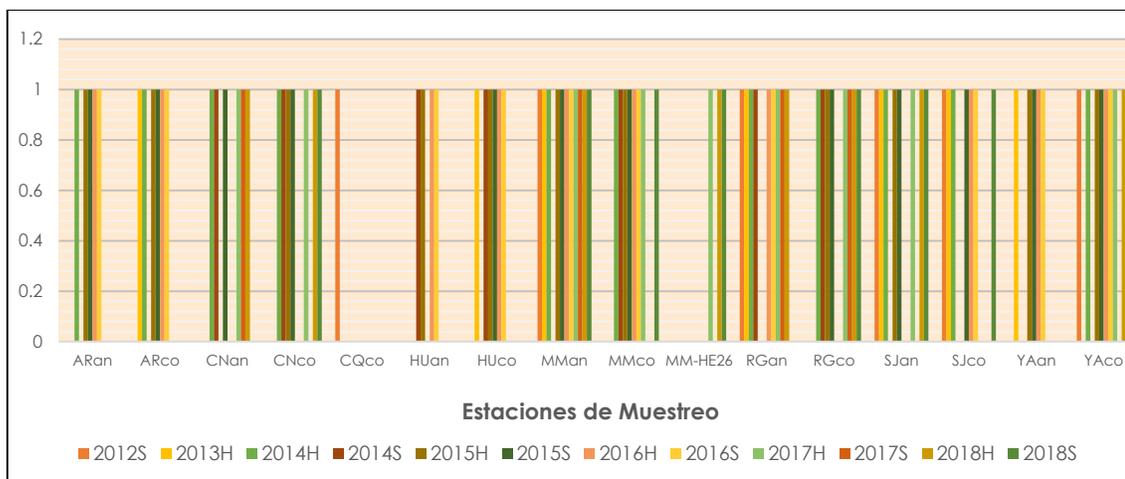


Gráfico 3.3.3-148 Análisis Histórico de Riqueza de Especies de Reptiles – Eventos de Muestreo 2012-2018

Curva de Acumulación de Especies de Anfibios y Reptiles

Evento de Muestreo (Época Seca)

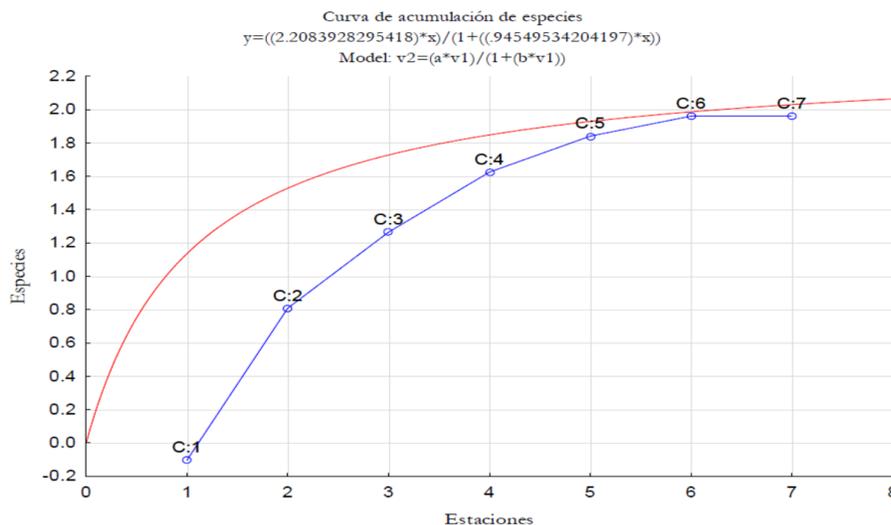
El número esperado de especies de anfibios es de 2.07, y en la evaluación se registraron 2; la proporción de especies registradas es del 96.62 %, el número de VES realizados fue suficiente para el normal muestreo y con las búsquedas intensivas ambas metodologías empleadas se complementan. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

$$y=(2.597807*x)1+(1.106135*x)$$

Donde:

$$a = 2.597807, b = 1.106135, R^2 = 0,97511$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-149, *Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-149 Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época Seca

Fuente: Stantec, 2020.

El número esperado de especies de reptiles es de 2.03, y en la evaluación se registraron 2; la proporción de especies registradas es del 98.52 %, el número de VES realizados fue suficiente para el normal muestreo y con las búsquedas intensivas ambas metodologías empleadas se complementan. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

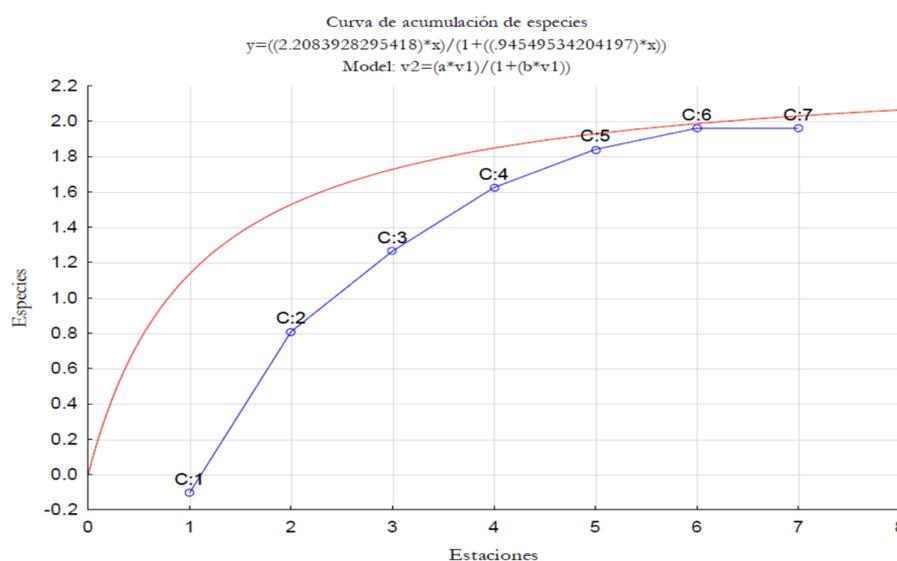
$$y=(2.208393*x)/1+(0.945495*x)$$

Donde:

$$a = 2.208393, b = 0.945495, R^2 = 0,99828$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-150, *Curva de Acumulación de Especies de Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-150 Curva de Acumulación de Especies de Reptiles Registradas en el Área de Estudio – Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo (Época Húmeda)

El número esperado de especies de anfibios es de 2.07, y en la evaluación se registraron 2; la proporción de especies registradas es del 96.62 %, el número de VES realizados fue suficiente para el normal muestreo y con las búsquedas intensivas ambas metodologías empleadas se complementan. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

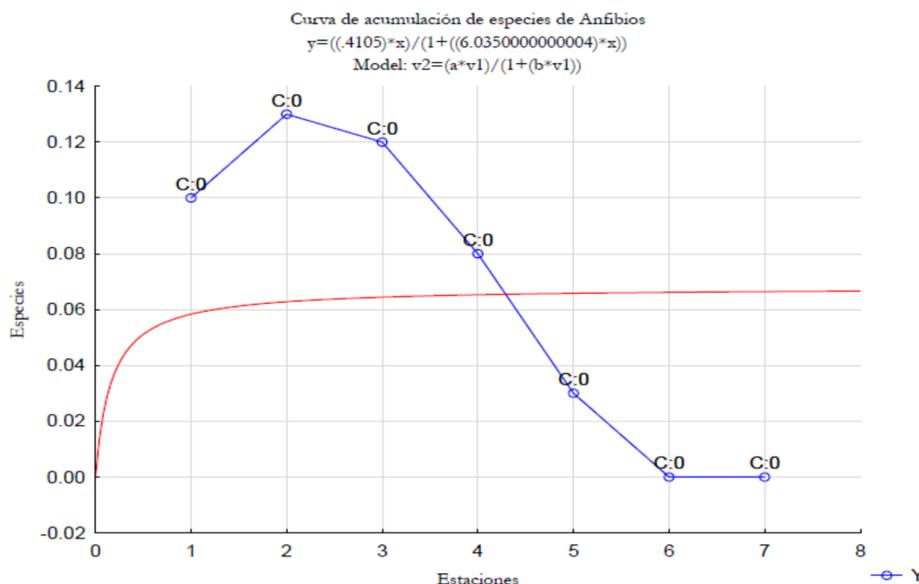
$$y=(2.597807*x)/1+(1.106135*x)$$

Donde:

$$a = 2.597807, b = 1.106135, R^2 = 0,97511$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-151, *Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-151 Curva de Acumulación de Especies de Anfibios Registradas en el Área de Estudio – Época húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

Especies de Anfibios y Reptiles Categorizados por la Legislación Peruana y Organizaciones Internacionales y Especies Endémicas del Perú

Se ha revisado si alguna de las especies de herpetofauna registradas en los eventos de muestreo del periodo 2012-2018 está incluida en alguna de las siguientes listas: a) *Clasificación Oficial de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre en el Perú* (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), b) *Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)* y, c) *Apéndices (I, II y III) de la CITES* (en vigor a partir del 28 de agosto del 2020).

Es preciso indicar que tanto para la "Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas" como para la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)", los taxones que se encuentran en las categorías de En Peligro, En Peligro Crítico y Vulnerable son considerados como "amenazados".

De acuerdo con lo señalado por la "Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas" (D.S. N.°004-2014-MINAGRI), el anfibio *Pristimantis simonsii* está categorizado como una especie en peligro crítico (CR), mientras que el reptil *Petracola ventrimaculatus* está categorizado como una especie vulnerable (VU). En cuanto a la "Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2020-2)", el anfibio *Pristimantis simonsii* está categorizado como una especie Vulnerable (VU).

Con respecto a los apéndices de la CITES (2020), ninguna especie registrada en el área de estudio está incluida en alguno de los tres apéndices de la CITES.

En cuanto al endemismo de las especies registradas, todas ellas son endémicas del Perú; es decir, los anfibios *Gastrotheca monticola*, *Gastrotheca peruana* y *Pristimantis simonsii*; y los reptiles *Petracola ventrimaculatus*, *Stenocercus eunetopsis*, *Stenocercus melanopygus* y *Stenocercus stigmosus*.

Distribución de Especies Endémicas de Herpetofauna:

- *Gastrotheca monticola*: Según Duellman *et al.* (2014), esta especie está presente en las montañas andinas de los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Piura y Lambayeque, los cuales se ubican en el norte del Perú (IUCN, 2020-2).

- *Gastrotheca peruana*: Esta especie está presente en los valles andinos e interandinos del Norte y Centro del Perú, entre 2,300 y 4,600 msnm (IUCN, 2020-2).
- *Pristimantis simonsii*: Se distribuye en el departamento de Cajamarca, Perú, a 3,200 msnm, aproximadamente (IUCN, 2020-2).
- *Petracola ventrimaculatus*: Se distribuye en el departamento de Cajamarca, Perú a una elevación de 3,300 msnm (*The Reptile Database*).
- *Stenocercus eunetopsis*: Según Torres-Carvajal (2007) se distribuye en la Cordillera Occidental del Norte del Perú (Andes Centrales), entre 2,450 y 2,640 msnm (IUCN, 2020-2).
- *Stenocercus melanopygus*: Según Torres-Carvajal (2007) se distribuye en la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, en el Norte del Perú, entre 2,700 y 3,250 msnm (IUCN, 2020-2).
- *Stenocercus stigmosus*: Los informes del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre de MYSRL reporta la presencia de esta especie en el área de estudio, la cual se encuentra en un rango altitudinal entre 3,600 y 4,200 msnm.

Artrópodos

Riqueza y Composición de Especies

Los especímenes colectados durante los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018 están distribuidos en 33 órdenes y siete clases (ver la Tabla 3.3.3-21, *Riqueza Taxonómica de Artrópodos Registrada en el Área de Estudio*; y la Tabla 3.3.3-22, *Listado de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018*). La clase Insecta fue la que reportó el número más alto de órdenes (15) y familias (140), seguida de la clase Arachnida, con seis órdenes y 24 familias. Las clases menos representadas fueron Clitellata y Crustacea, ambas representadas por un orden y una familia. No se pudo determinar la riqueza a nivel de especie, debido a que la identificación taxonómica llegó a nivel de familia o morfoespecie (ver la Tabla 3.3.3-21, la Tabla 3.3.3-22, y el Gráfico 3.3.3-152, *Composición Porcentual de Artrópodos por Clase Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*). La Foto 3.3.3- 16, *Algunas Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio*, muestra imágenes de algunas especies de artrópodos registradas en el área de estudio.

Tabla 3.3.3-21 Riqueza Taxonómica de Artrópodos Registrada en el Área de Estudio

| Clase | Orden | Familia |
|---|-----------|------------|
| Arachnida | 6 | 24 |
| Chilopoda | 4 | 4* |
| Clitellata | 1 | 1 |
| Crustacea | 1 | 1 |
| Diplopoda | 2 | 3* |
| Entognatha | 4 | 9* |
| Insecta | 15 | 140 |
| Total | 33 | 182 |
| Nota: | | |
| *Valores estimados en base a la revisión de los informes. | | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

Tabla 3.3.3-22 Listado de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Eventos de Muestreo 2012-2018

| Clase | Orden | Familia | Especie |
|-----------|---------|-------------|------------------------|
| Arachnida | Acari | Acarina | <i>Acarina</i> |
| Arachnida | Araneae | Theridiidae | <i>Theridiidae sp.</i> |
| Arachnida | Araneae | Zoridae | |

| Clase | Orden | Familia | Especie |
|-------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| Arachnida | Araneae | Dictynidae | |
| Arachnida | Araneae | Amaurobiidae | |
| Arachnida | Araneae | Thomisidae | |
| Arachnida | Araneae | Araneidae | |
| Arachnida | Araneae | Linyphiidae | |
| Arachnida | Araneae | Lycosidae | |
| Arachnida | Araneae | Sparassidae | |
| Arachnida | Araneae | Theraphosidae | |
| Arachnida | Araneae | Aniphaenidae | |
| Arachnida | Araneae | Pholcidae | |
| Arachnida | Araneae | | |
| Arachnida | Opiliones | Cosmetidae | |
| Arachnida | Opiliones | Gonyleptidae | |
| Arachnida | Opiliones | Gonyleptidae | <i>Pachyloidellus sp.</i> |
| Arachnida | Opiliones | Laniatores | |
| Arachnida | Opiliones | Opilionidae | |
| Arachnida | Opiliones | Phalangidae | |
| Arachnida | Opiliones | Samoidae | |
| Arachnida | Opiliones | Sclerosomatidae | |
| Arachnida | Opiliones | Sclerosomatidae | <i>Gagrellinae sp.</i> |
| Arachnida | Opiliones | | |
| Arachnida | Sarcoptiformes | Acaridae | |
| Arachnida | Scorpionida | | |
| Arachnida | Scorpiones | Vaejovidae | |
| Arachnida | Solifugae | | |
| Arachnida | Solifugae | Ammotrechidae | |
| Chilopoda | Chilopoda | Chilopoda | |
| Chilopoda | Geophilomorpha | | |
| Chilopoda | Lithobiomorpha | Lithobiidae | |
| Chilopoda | Scolopendromorpha | Scolopendridae | |
| Chilopoda | Scolopendromorpha | | |
| Cilifellata | Haplontaxida | Lumbricidae | |
| Crustacea | Amphipoda | Hyalellidae | |
| Diplopoda | Diplopoda | | |
| Diplopoda | Polydesmida | Polydesmidae | |
| Diplopoda | Polydesmida | | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Entomobryidae | |
| Entognatha | Poduromorpha | Onychiuridae | |
| Entognatha | Symphyleona | Sminthuridae | |
| Entognatha | Collembola | | |
| Entognatha | Poduromorpha | Poduromorpha | |
| Entognatha | Poduromorpha | Poduridae | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Entomobryomorpha | |
| Entognatha | Symphyleona | Symphyleona | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Isotomidae | |
| Entognatha | Diplura | | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | | |
| Insecta | Blattodea | Blattellidae | |
| Insecta | Blattodea | Blattidae | |
| Insecta | Blattodea | Termitidae | |
| Insecta | Coleoptera | Anobiidae | |
| Insecta | Coleoptera | Cantharidae | |
| Insecta | Coleoptera | Elaeridae | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Blennidus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Incagonum sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Notiobia peruviana</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Paratrechus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Dyscolus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Pelmatellus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Mimodromius spp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Alticini</i> |
| Insecta | Coleoptera | Cicindelinae | |
| Insecta | Coleoptera | Cleridae | |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | <i>Eriopsis sp.</i> |

| Clase | Orden | Familia | Especie |
|---------|------------|-----------------|----------------------------|
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | <i>Eriopsis nobilis</i> |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Curculionidae sp1</i> |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Listroderes spp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Entiminae spp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Dasytidae | |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | <i>Ranthus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | |
| Insecta | Coleoptera | Entomobryidae | |
| Insecta | Coleoptera | Hydraenidae | |
| Insecta | Coleoptera | Lampyridae | |
| Insecta | Coleoptera | Leiodidae | |
| Insecta | Coleoptera | Lycidae | |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | <i>Astylus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Ripiphoridae | |
| Insecta | Coleoptera | Saphyllinidae | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Anomala sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Homocopris sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Ontherus sp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | |
| Insecta | Coleoptera | Tenebrionidae | |
| Insecta | Coleoptera | Tenebrionidae | <i>Pilobalia spp.</i> |
| Insecta | Coleoptera | Nitidulidae | |
| Insecta | Dermaptera | Anisoblabidae | |
| Insecta | Dermaptera | Forficulidae | |
| Insecta | Dermaptera | Labiduriade | |
| Insecta | Dermaptera | | |
| Insecta | Diptera | Agromyzidae | |
| Insecta | Diptera | Anthomyiidae | |
| Insecta | Diptera | Aphidiinae | |
| Insecta | Diptera | Asilidae | |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | <i>Dilophus spp.</i> |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | <i>Bibio sp1</i> |
| Insecta | Diptera | Bombyliidae | |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Camillidae | <i>Camillidae sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Camidae | <i>Camidae sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | <i>Tabanidae sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | |
| Insecta | Diptera | Chamaemyiidae | |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | <i>Oscinella sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | <i>Chloropidae spp</i> |
| Insecta | Diptera | Curtonotidae | |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | <i>Dolichopodidae spp</i> |
| Insecta | Diptera | Drosophilidae | |
| Insecta | Diptera | Empididae | <i>Drapetis sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Empididae | |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | |
| Insecta | Diptera | Hybotidae | |
| Insecta | Diptera | Lauxaniidae | |
| Insecta | Diptera | Limoniidae | |
| Insecta | Diptera | Lonchaeidae | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Graphomya spp</i> |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Stomoxys calcitrans</i> |

| Clase | Orden | Familia | Especie |
|---------|-------------|-----------------|--------------------------|
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Helina spp</i> |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Fannia sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Mycetophilidae | |
| Insecta | Diptera | Otitidae | <i>Otitidae sp..</i> |
| Insecta | Diptera | Phoridae | |
| Insecta | Diptera | Piophilidae | |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | |
| Insecta | Diptera | Rhinophoridae | |
| Insecta | Diptera | Rhyphidae | |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | |
| Insecta | Diptera | Scatophagidae | |
| Insecta | Diptera | Scatopsidae | |
| Insecta | Diptera | Sciaridae | |
| Insecta | Diptera | Sciaridae | <i>Sciara sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | |
| Insecta | Diptera | Sphaeroceridae | |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | <i>Allograpta spp</i> |
| Insecta | Diptera | Tabanidae | |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Exoristinae spp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Tachinidae spp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Erythromelana sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Paroxyna sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Dyoxina sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Trupanea sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Ensina longiceps</i> |
| Insecta | Diptera | Therevidae | |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | <i>Tipula sp.</i> |
| Insecta | Diptera | Ulidiidae | <i>Ulidiidae spp.</i> |
| Insecta | Hemiptera | Aphididae | |
| Insecta | Hemiptera | Aradidae | <i>Aradidae sp1</i> |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | <i>Agallinae sp1.</i> |
| Insecta | Hemiptera | Coccoidea | |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | |
| Insecta | Hemiptera | Enicocephalidae | |
| Insecta | Hemiptera | Lygaeidae | |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | <i>Stenodema sp.</i> |
| Insecta | Hemiptera | Nabidae | |
| Insecta | Hemiptera | Pseudococcidae | |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | |
| Insecta | Hemiptera | Pyrrhocoridae | |
| Insecta | Hemiptera | Rhopalidae | |
| Insecta | Hemiptera | Saldidae | |
| Insecta | Hemiptera | Geocoridae | |
| Insecta | Hymenoptera | Aphidiinae | <i>Aphidiinae sp1.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Lissonota spp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Phygadeutini sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Diplazontinae spp</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Oedemopsini sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Apolophus sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Tratala sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Campopleginae sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Pompilidae sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Apoidea | <i>Bombus sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Bethylidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Alysiinae sp1</i> |

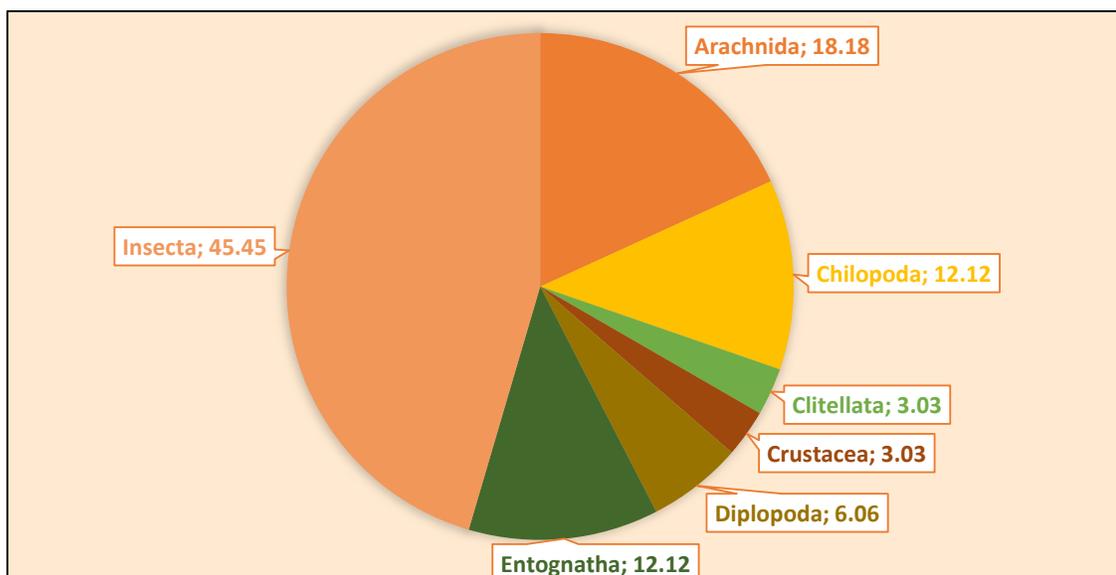
| Clase | Orden | Familia | Especie |
|---------|-------------|-----------------|-------------------------------------|
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Microgastinae sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Opiinae sp1</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Chalcidoidea | |
| Insecta | Hymenoptera | Cynipidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | <i>Aclista sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Drynidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Eulophidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Figitidae | <i>Figitidae sp</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | <i>Pheidole spp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | <i>Euglossa sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Cryptinae sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Aeoglyptus sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Megachilidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Adirostes wahisi</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Arachnospila sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | <i>Figitidae sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | <i>Exallonyx sp.</i> |
| Insecta | Hymenoptera | Pteromalidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Signiphoridae | |
| Insecta | Hymenoptera | Sphecidae | |
| Insecta | Hymenoptera | Tiphidae | |
| Insecta | Julida | Julidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Lycaenidae | <i>Penaincisalia nr. Caudata</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Lycaenidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Limantridae | <i>Limantridae spp</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias euxanthe</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias lesbia dinora</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias spp</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Tatochila sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Arctiidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Erebidae | <i>Erebidae sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Gelechiidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Geometridae | |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | <i>Hesperiidae sp</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | <i>Hylephila sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Noctuidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Vanessa sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Punapedaliodes flavopunctata</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Satyrinae sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Argyrophous lamna</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Argyrophorus sp.</i> |
| Insecta | Lepidoptera | Pterophoridae | |
| Insecta | Lepidoptera | Pyralidae | |
| Insecta | Lepidoptera | Saturniidae | |
| Insecta | Lepidoptera | | |
| Insecta | Mantodea | Mantidae | |
| Insecta | Neuroptera | Coniopterygidae | |
| Insecta | Neuroptera | Hemerobiidae | |
| Insecta | Odonata | Aeshnidae | |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | |
| Insecta | Orthoptera | Gryllidae | |
| Insecta | Orthoptera | Gryllidae | <i>Gryllus sp1</i> |
| Insecta | Orthoptera | Proscopiidae | |
| Insecta | Orthoptera | Proscopiidae | <i>Anchotatus sp</i> |
| Insecta | Psocoptera | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie |
|---------|--------------|-------------------|--------------------------|
| Insecta | Phasmatodea | Phasmatidae | |
| Insecta | Phasmatodea | Pseudophasmatidae | |
| Insecta | Phasmatoidea | Pseudophasmatidae | <i>Monticomorpha sp.</i> |
| Insecta | Thysanoptera | | |
| Insecta | Thysanoptera | Phlaeothripidae | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

La clase con la mayor representatividad es Insecta, que representa el 45.45% del total de registros. Esta clase incluye especies que corresponden a 15 órdenes, las más representativas son: Coleoptera, Diptera e Hymenoptera. A la clase Insecta le sigue la clase Arachnida con el 18.18% y las clases Chilopoda y Entognatha, que representan el 12.12% cada una, tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-152, *Composición Porcentual de Artrópodos por Clase Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*.

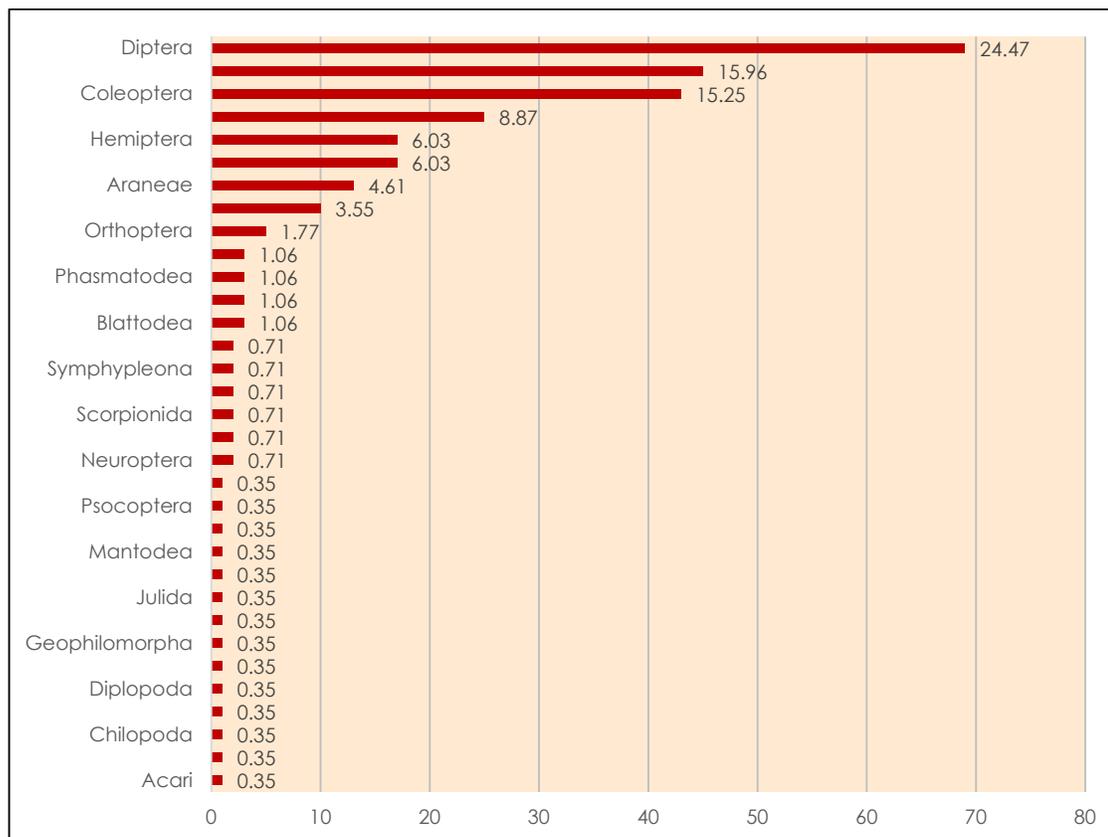
Gráfico 3.3.3-152 Composición Porcentual de Artrópodos por Clase Taxonómica – Eventos de Muestreo 2012 – 2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

El orden más representado fue Diptera, con 47 familias (25%), seguido de los órdenes Coleoptera y Hymenoptera, con 25 y 23 familias cada uno (13 y 12%, respectivamente); y de los órdenes Lepidoptera y Hemiptera con 16 y 15 familias, respectivamente. Los órdenes que representan el 0.5 % del total tan sólo estuvieron representados por una familia (ver el Gráfico 3.3.3-153, *Composición Porcentual Artrópodos por Orden Taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

Gráfico 3.3.3-153 Composición Porcentual de Artrópodos por Orden Taxonómico – Eventos de Muestreo 2012 – 2018



Elaborado por: Stantec, 2020.

No se realizó el análisis a nivel de familia taxonómica debido a que en todos los monitoreos no se llegó a reconocer géneros ni especies, tan solo morfoespecies.

Foto 3.3.3-16 Algunas Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio



Orden Lepidoptera

Fuente: Consultora Carranza 2013.



Orden Tenebrionidae

Fuente: Consultora Carranza 2013.



Orden Phasmatodea
Fuente: Consultora Carranza 2013.



Orden Coleoptera
Fuente: FCISA 2016.



Orden Hymenoptera
Fuente: FCISA 2016.



Orden Lepidoptera
Fuente: FCISA 2017.

Como se puede ver en la Tabla 3.3.3-23, *Listado de Clases, Órdenes, Familias y Especies Registrados en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación*, la riqueza de familias y órdenes reportada a lo largo de todos los años de evaluación varió significativamente, tanto entre años como entre épocas de evaluación (seca o húmeda). Esto se debe principalmente a que el esfuerzo de muestreo no fue constante a lo largo de los años, además que en todos los eventos de muestreo no se llegó a identificar al nivel de especie, sino al de morfoespecies, o tan sólo se llegó al nivel de familia u orden taxonómico; es por ello que la riqueza para este grupo sería aproximada, más no un dato fehaciente (ver la Tabla 3.3.3-23, *Listado de Clases, Órdenes, Familias y Especies Registradas en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación*).

La Tabla 3.3.3-23 presenta un listado taxonómico de todas las clases, órdenes, familias y especies que fueron identificados en el área de estudio, excluyendo a las morfoespecies, debido a que estas últimas no pueden ser comparadas a lo largo de los eventos de evaluación. Por lo cual, en el evento que presentaba varias morfoespecies de una familia, tan sólo se registró la familia taxonómica.

Tabla 3.3.3-23 Listado de Clases, Órdenes, Familias y Especies Registrados en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------------|---------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|-------|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES | EH(S) |
| Arachnida | Acarí | Acarina | <i>Acarina</i> | | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | X |
| Arachnida | Araneae | Theridiidae | <i>Theridiidae sp.</i> | | | | | | X | | | | X | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Zoridae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Dictynidae | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Arachnida | Araneae | Amaurobiidae | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Thomisidae | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Araneidae | | X | | X | X | | | | | | | | | X | X | X |
| Arachnida | Araneae | Linyphiidae | | X | | | X | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Lycosidae | | X | | X | X | X | X | X | X | | X | | | X | | X |
| Arachnida | Araneae | Sparassidae | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Theraphosidae | | | | X | | X | | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Anyphaenidae | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| Arachnida | Araneae | Pholcidae | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Arachnida | Araneae | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Cosmetidae | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Gonyleptidae | | | | | | X | X | | | | | X | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Gonyleptidae | <i>Pachyloidellus sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | X |
| Arachnida | Opiliones | Laniatores | | | | | | | | X | X | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Opilionidae | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Phalangiidae | | | | X | X | | | | | | | | | X | X | |
| Arachnida | Opiliones | Samoidae | | | | | | | | | | | | | | X | X | |
| Arachnida | Opiliones | Sclerosomatidae | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | Sclerosomatidae | <i>Gagrellinae sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Arachnida | Opiliones | | | | | | | | | | | | X | | | | | X |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|------------------|---------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Arachnida | Sarcoptiformes | Acaridae | | | | X | | | | | | | | | | X | |
| Arachnida | Scorpionida | | | X | | X | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Scorpiones | Vaejovidae | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| Arachnida | Solifugae | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Arachnida | Solifugae | Ammotrechidae | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Chilopoda | Chilopoda | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Chilopoda | Geophilomorpha | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Chilopoda | Lithobiomorpha | Lithobiidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Chilopoda | Scolopendromorpha | Scolopendridae | | | | X | | | | | | | | | | | X |
| Chilopoda | Scolopendromorpha | | | X | | | | X | | | | | | | | | |
| Clifellata | Crassiclitellata | Lumbricidae | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Diplopoda | Diplopoda | | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| Diplopoda | Polydesmida | Polydesmidae | | | | X | X | | | X | X | | | | | X | X |
| Diplopoda | Julida | Julidae | | X | | X | X | | | | | | | | | X | |
| Diplopoda | Polydesmida | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Entomobryidae | | X | | X | | | | | | X | | | | | |
| Entognatha | Poduromorpha | Onychiuridae | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Entognatha | Symphyleona | Sminthuridae | | X | | X | | | | | | X | | | X | X | X |
| Entognatha | Collembola | | | | | | | | | X | X | | | | | | |
| Entognatha | Poduromorpha | Poduromorpha | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Entognatha | Poduromorpha | Poduridae | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Entomobryomorpha | | | | | | X | X | | | | | | | | X |
| Entognatha | Symphyleona | Symphyleona | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| Entognatha | Entomobryomorpha | Isotomidae | | | | | | | | | | X | | | | | X |
| Entognatha | Diplura | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Blattodea | Blattellidae | | | | | | | | | | X | | | | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|---------------|---------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Insecta | Blattodea | Blattidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Blattodea | Termitidae | | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Anobiidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Cantharidae | | X | | X | X | | | | X | X | | | | | X |
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | | | | | | | | | | X | X | | | | X |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Blennidus sp.</i> | | | | | | | | X | X | X | X | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Incagonum sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Notiobia peruviana</i> | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Paratrechus sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Dyscolus sp.</i> | X | | | | | | | | X | | X | | | X |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Pelmatellus sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | | X | X | | X | X | X | X | | | X | | X | X | X |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | <i>Mimodromius spp.</i> | | | | | | | | | X | | X | | | |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | | | X | | X | | X | | X | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Alticini</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Cicindelinae | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Cleridae | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | <i>Eriopsis sp.</i> | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | <i>Eriopsis nobilis</i> | X | | | | | | | X | X | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | | X | X | | X | X | X | X | | | | | X | X | |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | | x | X | | X | X | X | X | | X | x | | X | | |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Curculionidae sp1</i> | | | | | | | | | | | X | | X | X |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Listroderes spp.</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | <i>Entiminae spp.</i> | | | | | | | | | X | | X | | | |
| Insecta | Coleoptera | Dasytidae | | | | | | X | X | | | | | | | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|---------------|-----------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|-------|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES | EH(S) |
| Insecta | Coleoptera | Dytiscidae | <i>Ranthus sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | | X | | | X | X | | X | X | | X | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Elmidae | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Entomobryidae | | | | | X | | | | | | | | X | X | | |
| Insecta | Coleoptera | Hydraenidae | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Lampyridae | | X | X | | X | X | X | | | | | X | | | X | |
| Insecta | Coleoptera | Leiodidae | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Lycidae | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | | | | | | | X | | X | | X | | | | X | |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | <i>Astylus sp.</i> | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Rhipiphoridae | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Insecta | Coleoptera | Saphylliidae | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | | | X | | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Anomala sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Homocopris sp.</i> | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Ontherus sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | | | X | | X | | X | X | X | X | | X | | X | X | X |
| Insecta | Coleoptera | Tenebrionidae | | X | X | | X | | X | X | X | | | | X | | X | |
| Insecta | Coleoptera | Tenebrionidae | <i>Pilobalia spp.</i> | | | | | | | | | X | X | | X | | | |
| Insecta | Coleoptera | Nitidulidae | | | | | | | | | X | | X | | | | | |
| Insecta | Dermaptera | Anisolabidae | | | X | | | | | | | | X | | | | X | |
| Insecta | Dermaptera | Forficulidae | | | | | | | | | | | | X | X | X | | |
| Insecta | Dermaptera | Labiduriade | | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Dermaptera | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Agromyzidae | | | | | X | X | | X | | X | X | X | | | X | |
| Insecta | Diptera | Anthomyiidae | | | | | | | | X | X | X | X | X | | | X | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-----------------|---------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Insecta | Diptera | Aphidiinae | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Asilidae | | | | X | | | X | X | X | X | | X | | | |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | | | X | X | X | X | X | X | | | X | | X | | |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | <i>Dilophus spp.</i> | | | X | | | | | X | X | | X | | | |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | <i>Biblio sp 1</i> | | | | | | | | | | | X | | X | |
| Insecta | Diptera | Bombyliidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | | | | X | | X | X | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | <i>Lucilia sp.</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Camillidae | <i>Camillidae sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Carnidae | <i>Carnidae sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | <i>Tabanidae sp.</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | | | | | | | | | | X | | X | | X | |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | | | | | | X | X | | | | X | | | X | |
| Insecta | Diptera | Chamaemyiidae | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | X | |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | | | | | | X | X | | X | X | | | X | | |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | <i>Oscinella sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | <i>Chloropidae spp</i> | | | | | | | | | | X | | | X | |
| Insecta | Diptera | Curtonotidae | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | <i>Dolichopodidae spp</i> | | | | | | | | | | X | X | | X | |
| Insecta | Diptera | Drosophilidae | | | | X | X | X | | | | | X | | X | X | |
| Insecta | Diptera | Empididae | <i>Drapetis sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Empididae | | | | X | X | X | X | X | | | X | | | X | |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | | | | X | | X | X | | | | X | | | X | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|----------------|----------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|-------|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES | EH(S) |
| Insecta | Diptera | Hybotidae | | | | | | | | | | X | | | X | | | |
| Insecta | Diptera | Lauxaniidae | | | | | | X | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Limoniidae | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Lonchaeidae | | | | | | | | | | | X | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Muscidae | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Graphomya spp</i> | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Stomoxys calcitrans</i> | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Helina spp</i> | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Fannia sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Mycetophilidae | | | | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Otitidae | <i>Otitidae sp..</i> | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Phoridae | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Insecta | Diptera | Piophilidae | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | | | | | | | | | | X | X | X | | | | X |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | | | | | | X | X | | | | X | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Rhinophoridae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Rhyphidae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| Insecta | Diptera | Scatophagidae | | | | | | X | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Scatopsidae | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Sciaridae | | | | X | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | X |
| Insecta | Diptera | Sciaridae | <i>Sciara sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Simuliidae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Sphaeroceridae | | | | | | X | X | X | | | X | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | X |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-----------------|--------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | <i>Allograpta spp</i> | | | | | | | | | X | X | | X | | |
| Insecta | Diptera | Tabanidae | | | X | | X | X | | X | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | | | | | | | X | | X | | | | X | | X |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Exoristinae spp.</i> | | | | | | | | X | X | | X | | | |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Tachinidae spp.</i> | | | | | | | | X | X | X | X | | X | |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Erythromelana sp.</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | | | X | | X | X | | | | | X | X | | X | X |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Paroxyna sp.</i> | | | | | | | | | X | X | | | | |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Dyoxina sp.</i> | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Trupanea sp.</i> | | | | | | | | | X | | X | | | X |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Ensina longiceps</i> | | | | | | | | | | | X | | | |
| Insecta | Diptera | Therevidae | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | | | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | <i>Tipula sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Diptera | Ulidiidae | <i>Ulidiidae spp.</i> | | | | | | | | | X | | X | | | X |
| Insecta | Hemiptera | Aphididae | | | X | | X | X | X | | X | | X | | X | X | X |
| Insecta | Hemiptera | Aradidae | <i>Aradidae sp1</i> | | | | | | | | | | | X | | | |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | <i>Agallinae sp1.</i> | | | | | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Hemiptera | Coccoidea | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | | | | | | X | X | | | | | | | | X |
| Insecta | Hemiptera | Enicocephalidae | | | | | | X | | | | | X | | | | |
| Insecta | Hemiptera | Lygaeidae | | | | | X | X | X | | X | X | | | | | X |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | | | X | | X | X | X | X | X | | X | | | X | X |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | <i>Stenodema sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Hemiptera | Nabidae | | | | | | | | | | X | X | | X | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|----------------|--------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|-------|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES | EH(S) |
| Insecta | Hemiptera | Pseudococcidae | | | | X | | | | | | | | | | X | | |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | | | | X | X | X | | | X | X | X | | | | X | |
| Insecta | Hemiptera | Pyrrhocoridae | | | | | X | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Hemiptera | Rhopalidae | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Hemiptera | Saldidae | | | | | | X | | | | | | | | | X | |
| Insecta | Hemiptera | Geocoridae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Aphidiinae | <i>Aphidiinae sp1.</i> | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | | X | | | | | | | | | | | | | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Lissonota spp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Phygadeutini sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Diplazontinae spp</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Oedemopsini sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Apolophus sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Tratata sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Campopleginae sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Pompilidae sp.</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Apoidea | <i>Bombus sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Bethylidae | | | | | X | X | | | | | | | X | X | | |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | | x | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Alysiinae sp1</i> | | | | | | | | | | | X | | | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Microgastinae sp.</i> | | | | | | | | | X | X | | X | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Opiinae sp1</i> | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Chalcidoidea | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Cynipidae | | | | | | X | | | | | | | | | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | | | | | | X | X | | | X | X | | | | X | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|----------------|----------------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|-------|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES | EH(S) |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | <i>Aclista sp.</i> | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Drynidae | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Eulophidae | | | | X | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Figitidae | <i>Figitidae sp.</i> | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | | X | | X | X | X | X | | | | | | | X | | |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | <i>Pheidole spp.</i> | | | | | | | X | X | | X | | | | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | | | | | X | | X | X | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | <i>Euglossa sp.</i> | | | | | | | | | X | | X | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Cryptinae sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Aeoglyptus sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Megachilidae | | | | | | X | | | X | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | | X | | X | X | X | | | X | X | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Adirostes wahisi</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | <i>Arachnospila sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | <i>Figitidae sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Proctotrupidae | <i>Exallonyx sp.</i> | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Pteromalidae | | | | | X | | | | X | X | X | | X | X | | |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Signiphoridae | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Sphecidae | | | | X | X | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Hymenoptera | Tiphidae | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Lycaenidae | <i>Penaincisalia nr. Caudata</i> | X | | | | | | | | | | | | | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|---------------|-------------------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Insecta | Lepidoptera | Lycaenidae | | | | | X | | | X | X | X | | X | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Limantridae | <i>Limantridae spp</i> | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias euxanthe</i> | X | | | | | | | | X | | X | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias lesbia dinora</i> | X | | | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | | | | X | | | | X | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Colias spp</i> | | | | X | | | X | | X | | | | | X |
| Insecta | Lepidoptera | Pieridae | <i>Tatochila sp.</i> | | | | X | | | | | | X | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Arctiidae | | | | X | X | | | | | | | | X | | |
| Insecta | Lepidoptera | Erebidae | <i>Erebidae sp.</i> | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Gelechiidae | | | | | | X | X | X | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Geometridae | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | <i>Hesperiidae sp</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Hesperiidae | <i>Hylephila sp.</i> | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Noctuidae | | | X | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | | | X | | X | X | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Vanessa sp.</i> | | | | X | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Punapedaliodes flavopunctata</i> | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Satyrinae sp.</i> | | | | | | | X | | | | | | | X |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Argyrophous lamna</i> | | | | | | | | X | | | X | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Argyrophorus sp.</i> | | | | | | | | | X | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pterophoridae | | | X | | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | Pyralidae | | | X | | X | X | | | X | | X | | X | X | |
| Insecta | Lepidoptera | Saturniidae | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Insecta | Lepidoptera | | | | | | | X | X | | | X | | | | | |
| Insecta | Mantodea | Mantidae | | | | | X | | | | | | | | | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | AÑO DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------------|--------------------------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| | | | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | | | | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES | EH | ES(S) | ES | EH | ES |
| Insecta | Neuroptera | Coniopterygidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Neuroptera | Hemerobiidae | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Insecta | Odonata | Aeshnidae | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Insecta | Orthoptera | Gryllidae | | X | | X | X | X | X | | X | | X | | X | X | X |
| Insecta | Orthoptera | Gryllidae | <i>Gryllus sp1</i> | | | | | | | | | | | X | | | |
| Insecta | Orthoptera | Proscopiidae | | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | |
| Insecta | Orthoptera | Proscopiidae | <i>Anchotatus sp</i> | | | | | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Psocoptera | | | | | | | | | | | X | | | | | X |
| Insecta | Phasmida | Phasmatidae | | X | X | | X | | | | X | | | | | | |
| Insecta | Phasmida | Pseudophasmatidae | | | | X | X | X | X | | X | | | | | | |
| Insecta | Phasmida | Pseudophasmatidae | <i>Monticomorpha sp.</i> | x | | | | | | X | | | | X | | | |
| Insecta | Thysanoptera | | | X | | | | X | X | | | | | | | | |
| Insecta | Thysanoptera | Phlaeothripidae | | | | | | | | | | X | | | | | X |
| Malacostraca | Amphipoda | Hyaellidae | | | | | | X | | | | | | | | | |

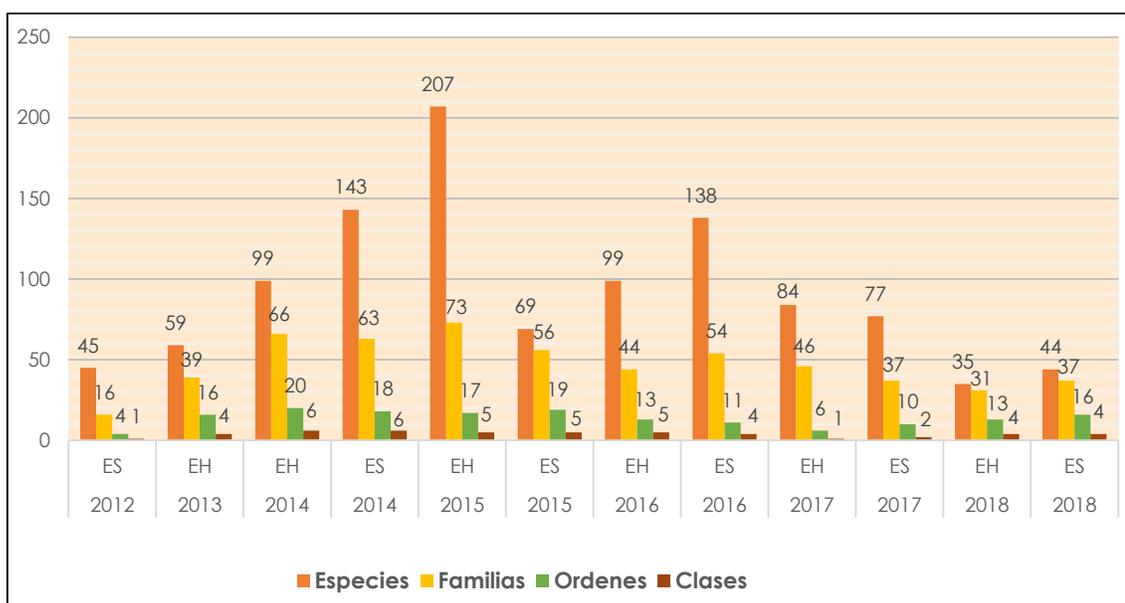
Fuente:
2012S: Época Seca (AMEC, 2012) – Programa de Monitoreo Biológico.
2013H: Época Húmeda (Carranza, 2013) – Programa de Monitoreo Biológico.
2014H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2014) – Programa de Monitoreo Biológico.
2014S: Época Seca JJR Servicios Generales, 2014) – Programa de Monitoreo Biológico.
2015H: Época Húmeda (INSIDEO, 2015) – Programa de Monitoreo Biológico.
2015S: Época Seca (INSIDEO, 2015) – Programa de Monitoreo Biológico.
2016H: Época Húmeda (FCISA, 2016) – Programa de Monitoreo Biológico.
2016S: Época Seca (FCISA, 2016) – Programa de Monitoreo Biológico.
2017H: Época Húmeda (FCISA, 2017) – Programa de Monitoreo Biológico.
2017S: Época Seca (FCISA, 2017) – Programa de Monitoreo Biológico.
2018H: Época Húmeda (JJR Servicios Generales, 2018) – Programa de Monitoreo Biológico.
2018S: Época Seca JJR Servicios Generales, 2018) – Programa de Monitoreo Biológico.
2017S(S): Época Seca (Stantec, 2017) – Muestreo efectuado por Stantec Perú.
2018H(S): Época Seca (Stantec, 2018) – Muestreo efectuado por Stantec Perú.
Elaborado por: Stantec, 2020.

Riqueza Histórica de Artrópodos – Programa de Monitoreo Biológico

A continuación, se presenta la riqueza histórica a nivel de morfoespecies, familia, orden y clase de los artrópodos registrados en el área de estudio. Tan sólo en el caso del número de morfoespecies por evento de evaluación se utilizaron los datos reportados por AMEC 2012 (Época seca), Carranza Consultores 2013, (Época húmeda), JJR Servicios Generales 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO 2015 (Épocas húmeda y seca), FCISA 2016 (Épocas húmeda y seca), FCISA 2017 (Épocas húmeda y seca), y JJR Servicios Generales 2018 (Épocas húmeda y seca). Para los demás niveles fue revisada la taxonomía pudiendo modificarse órdenes y familias.

Mayor riqueza de clases de artrópodos fue registrada en ambos eventos de muestreo del 2014, con seis clases registradas; y la mayor riqueza de órdenes fue registrada en la evaluación realizada en la época húmeda del 2014 (JJR Servicios Generales, 2014) con 20 órdenes registrados. Referente a las familias y morfoespecies, se reportó la mayor riqueza en el evento de época húmeda del 2015 (INSIDEO, 2015) con 73 familias y 207 morfoespecies registradas (ver el Gráfico 3.3.3-154, *Riqueza Histórica de Clases, Órdenes, Familias y Morfoespecies Registradas en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación*).

Gráfico 3.3.3-154 Riqueza Histórica de Clases, Órdenes, Familias y Morfoespecies Registradas en el Área de Estudio por Época y Año de Evaluación



Los datos de morfoespecies por año de evaluación provienen de AMEC PERU, que efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca), JJR en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec, 2020.

A continuación, se describe la riqueza de morfoespecies por evento de muestreo y subcuenca.

Subcuenca de la Quebrada Honda: En esta subcuenca están las estaciones MMan y MMco, ubicadas en el sector Maqui Maqui. En ambas estaciones se ha reportado la mayor riqueza de morfoespecies en la época húmeda del 2015, con 87 morfoespecies en MMan y 94 en MMco. En las épocas húmeda y seca del 2017 no se registró ninguna morfoespecie en la estación MMco (ver el Gráfico 3.3.3-155, *Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

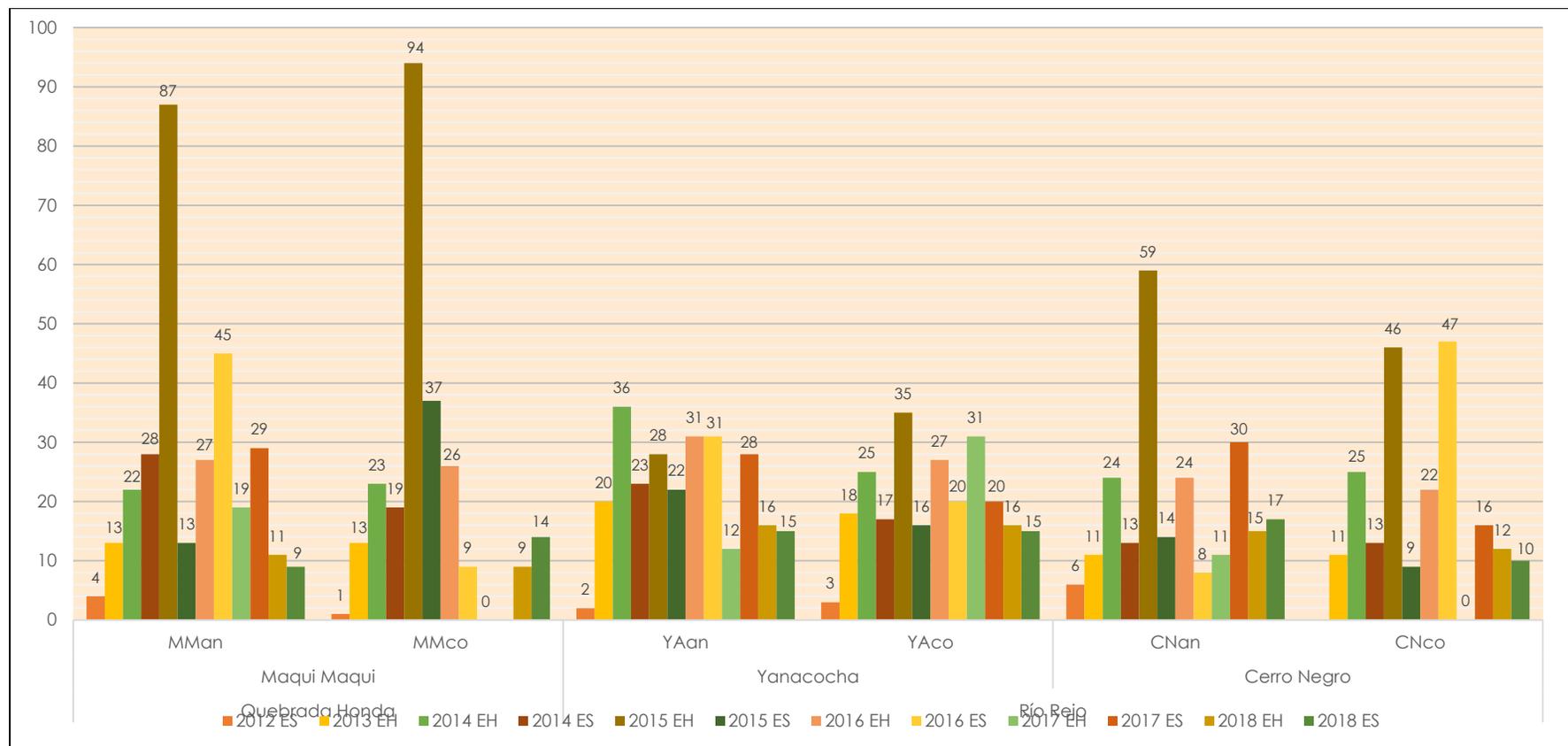
Subcuenca del Río Rejo: En esta subcuenca están las estaciones CNan y CNco, ubicadas en el sector Cerro Negro; y las estaciones YAan y YAcó, ubicadas en el sector Yanacocha. En la estación CNan se registraron 59 morfoespecies en el evento de época húmeda del 2015. En la estación CNco se registró la mayor riqueza de morfoespecies (47) en la época seca del 2016, no registrándose ninguna especie en la época húmeda del 2017. Con respecto a las estaciones YAan y YAcó, la riqueza más alta fue

registrada en la estación YAan, en la época húmeda del 2014; mientras que en la estación YAcó la riqueza más alta fue registrada en la época húmeda del 2015 (ver el Gráfico 3.3.3-155. *Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópoda por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

Subcuenca del Río Azufre: En esta subcuenca están las estaciones ARan y ARco, ubicadas en el sector Arnacocha; las estaciones HUan y HUco, ubicadas en el sector Huáscar; y las estaciones SJan y SJco, ubicadas en el sector San José. En las estaciones del sector San José se registró un máximo de 40 y 31 morfoespecies en las estaciones SJan y SJco, respectivamente en el evento de época húmeda del 2015. Lo mismo sucedió en las estaciones correspondientes al sector Huáscar y Arnacocha, registrando sus máximas riquezas en ese mismo evento (época húmeda del 2015). Además, las estaciones ubicadas en estos sectores (Arnacocha y Huáscar) dejaron de ser evaluadas desde el año 2017 (ver el Gráfico 3.3.3-156, *Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas del Río Grande y del Río Azufre – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

Subcuenca del Río Grande: En esta subcuenca están las estaciones RGAan y RGco, ubicadas en el sector La Quinua, la estación RGAan reportó hasta 74 morfoespecies en el evento de época húmeda del 2015. En la estación RGco se reportó 48 especies en el mismo evento de muestreo (ver el Gráfico 3.3.3-156, *Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas del Río Grande y del Río Azufre – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

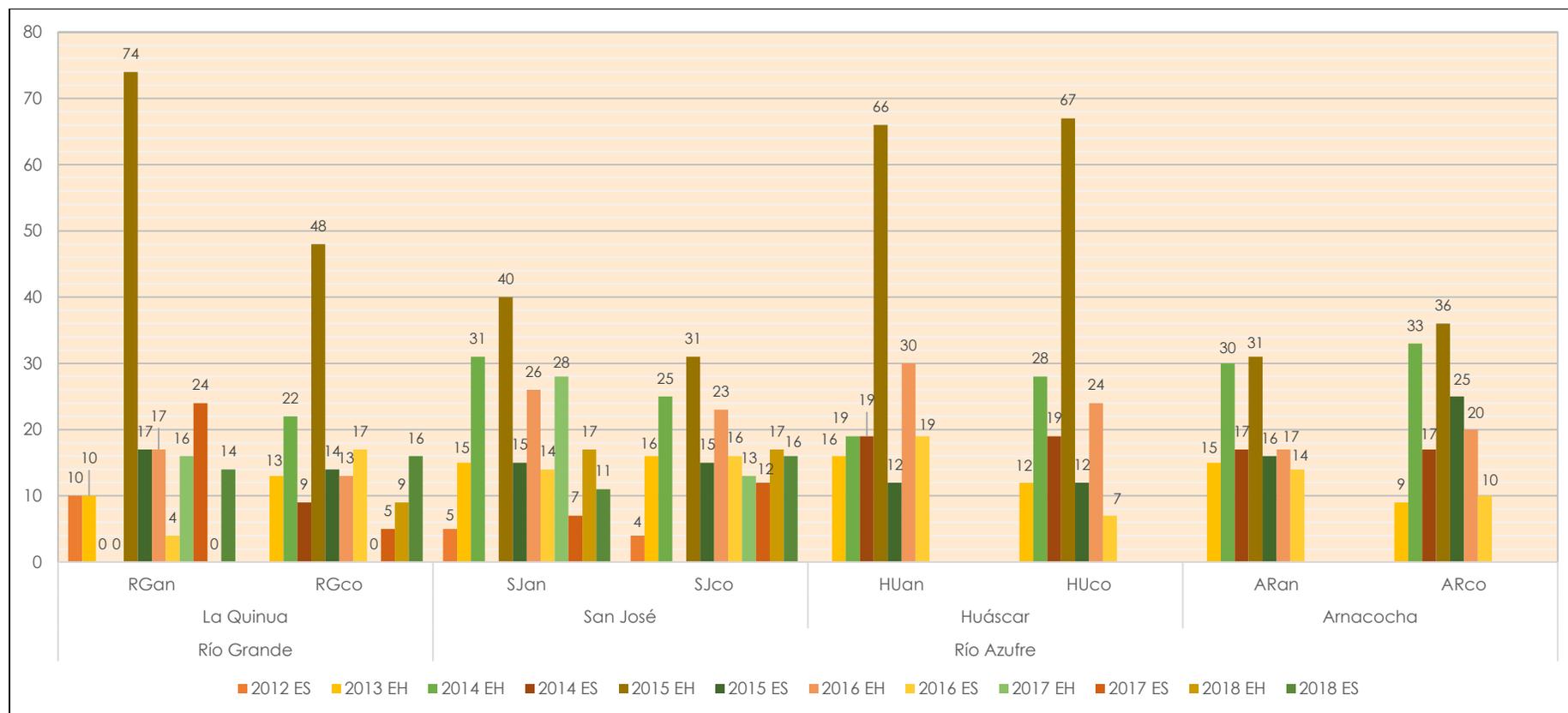
Gráfico 3.3.3-155 Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018



Los datos de morfoespecies por año de evaluación provienen de AMEC PERU, que efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca), JJR en el 2018 (Épocas húmeda y seca)

Elaborado por: Stantec, 2020

Gráfico 3.3.3-156 Riqueza Histórica de Morfoespecies de Artrópodos por Estación de Muestreo, en las Subcuencas del Río Grande y del Río Azufre – Eventos de Muestreo 2012 – 2018



Los datos de morfoespecies por año de evaluación provienen de AMEC PERU, que efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Épocas húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Épocas húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca), JJR en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

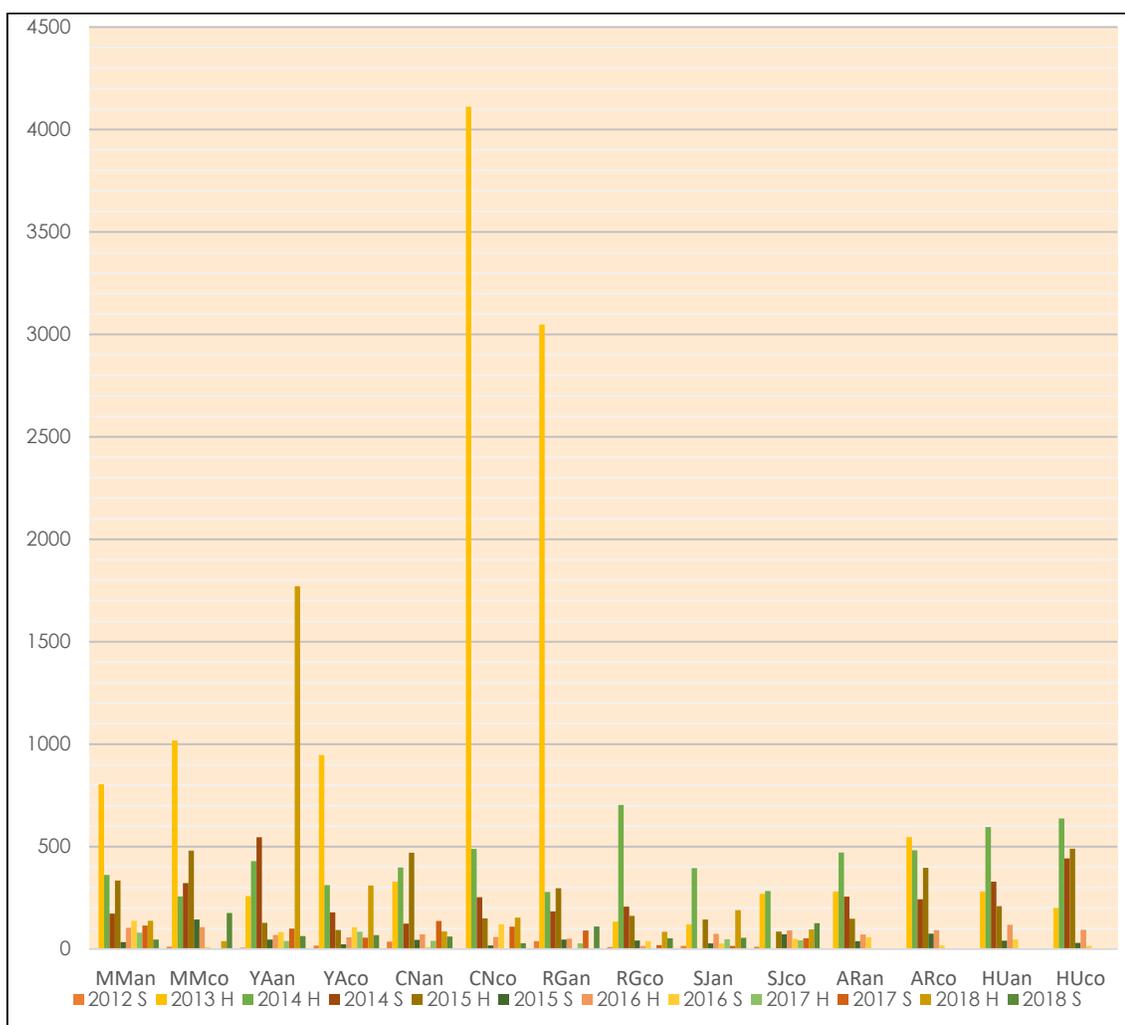
Elaborado por: Stantec, 2020

Abundancia

A continuación, se describe la abundancia de la arropofauna registrada a lo largo de los eventos de muestreo realizados en el periodo 2012-2018, en los cuales se registró un total de 32,625 individuos. Con respecto a los eventos de muestreo, el que registró la mayor cantidad de especímenes fue el realizado en la época húmeda del 2013 (Carranza Consultores, 2013) con 12,347 registros. Esto se debe a que en este evento se reportó cientos de individuos de la familia Onychiuridae (Colembola) en casi todos los sectores de evaluación, siendo más abundantes en las estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda y del Río Rejo, donde se registraron hasta 4,010 individuos de esta familia. Otra familia que estuvo bien representada en ese evento de muestreo fue la Cicadellidae, con 300 individuos reportados (Carranza Consultores, 2013). Las especies de la familia Onychiuridae son principalmente edáficas, dado que señalan perturbaciones en la estratificación natural de la vegetación.

El año en el que se registró menor número de individuos fue en el evento de época seca del 2012, con 150 registros (ver el Gráfico 3.3.3-157, *Abundancia Histórica de Arropofauna por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018*).

Gráfico 3.3.3-157 Abundancia Histórica de Arropofauna por Estación de Muestreo, en las Subcuencas de la Quebrada Honda y del Río Rejo – Eventos de Muestreo 2012 – 2018



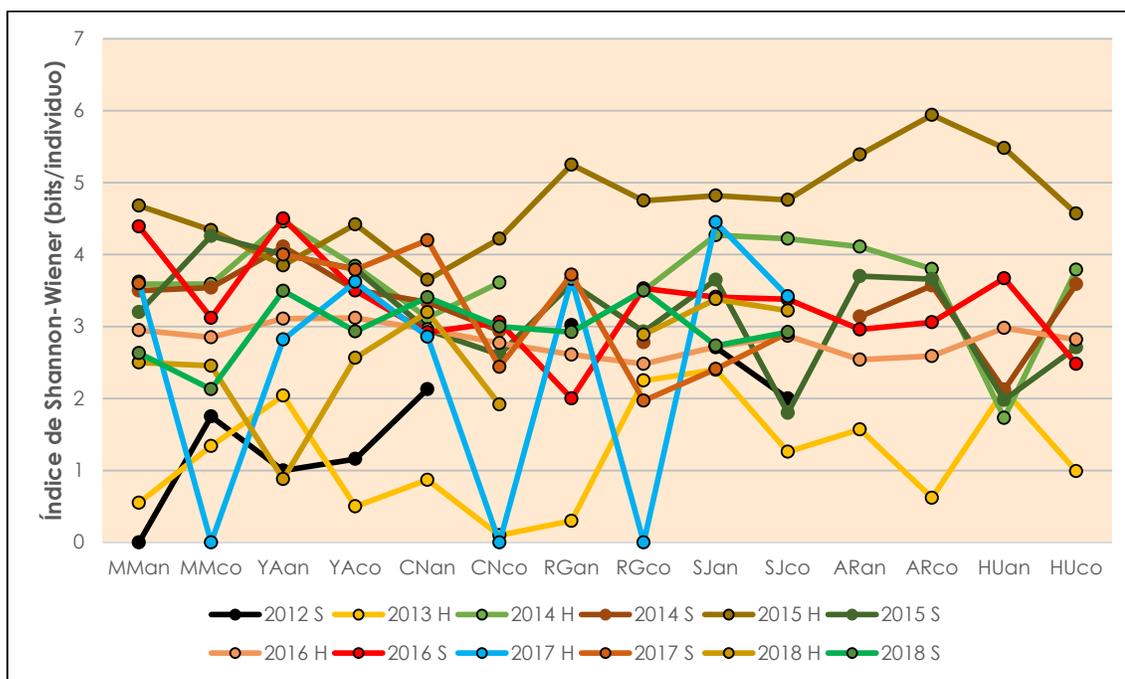
Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Época húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca), JJR en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec 2020.

Diversidad

Tal como se observa en el Gráfico 3.3.3-158, *Valores de Diversidad Histórica de Morfoespecies de Artrópodos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018*, el índice de diversidad Shannon-Wiener varió de $H' = 0$ a $H' = 5.94$. La diversidad fue nula ($H' = 0$) debido a que se registró una sola especie por estación de muestreo. La estación de muestreo donde se registró el valor de diversidad más alto (5.94 bits/ind) fue en ARco en el evento de época húmeda del 2015, seguida de la estación HUan (5.48 bits/ind) en el mismo año de evaluación. Mientras que las estaciones de muestreo MMan, MMco, CNco y RGco registraron los valores más bajos de diversidad debido a que sólo reportaron la riqueza de una especie (ver el Gráfico 3.3.3-158, *Valores de Diversidad Histórica de Morfoespecies de Artrópodos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018*).

Gráfico 3.3.3-158 Valores de Diversidad Histórica de Morfoespecies de Artrópodos – Eventos de Muestreo 2012 - 2018



Fuente: AMEC PERU efectuó el muestreo en el 2012 (Época seca), Carranza en el 2013 (Época húmeda), JJR en el 2014 (Época húmeda y seca), INSIDEO en el 2015 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2016 (Época húmeda y seca), FCISA en el 2017 (Épocas húmeda y seca), JJR en el 2018 (Épocas húmeda y seca).

Elaborado por: Stantec 2020.

Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos

Evento de Muestreo (Época Seca)

El número esperado de especies es de 99, y en la evaluación se registraron 100; la proporción de especies registradas es más del 100%, el área de muestreo es adecuada para obtener la mayoría de las especies en todas las estaciones, además con las caminatas alrededor de la estación también se logra el registro de especies. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

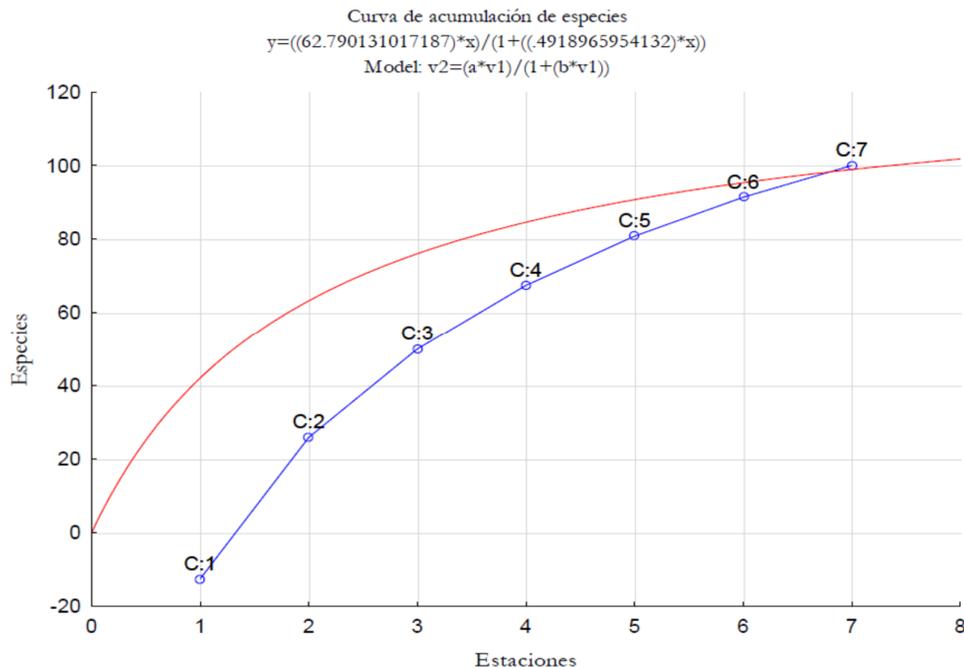
$$y = (62.79013 * X) / (1 + (0.491897 * X))$$

Donde:

$$a = 62.79013, b = 0.491897, R^2 = 0.99871$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-159, *Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Seca*.

Gráfico 3.3.3-159 Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Seca



Fuente: Stantec, 2020.

Evento de Muestreo (Época Húmeda)

El número esperado de especies es de 77, y en la evaluación se registraron 71; la proporción de especies registradas es más del 92.20 %, el área de muestreo es adecuada para obtener la mayoría de especies en todas las estaciones, además con las metodologías empleadas alrededor de las estaciones también se logra el registro de especies. La ecuación de la curva se muestra a continuación:

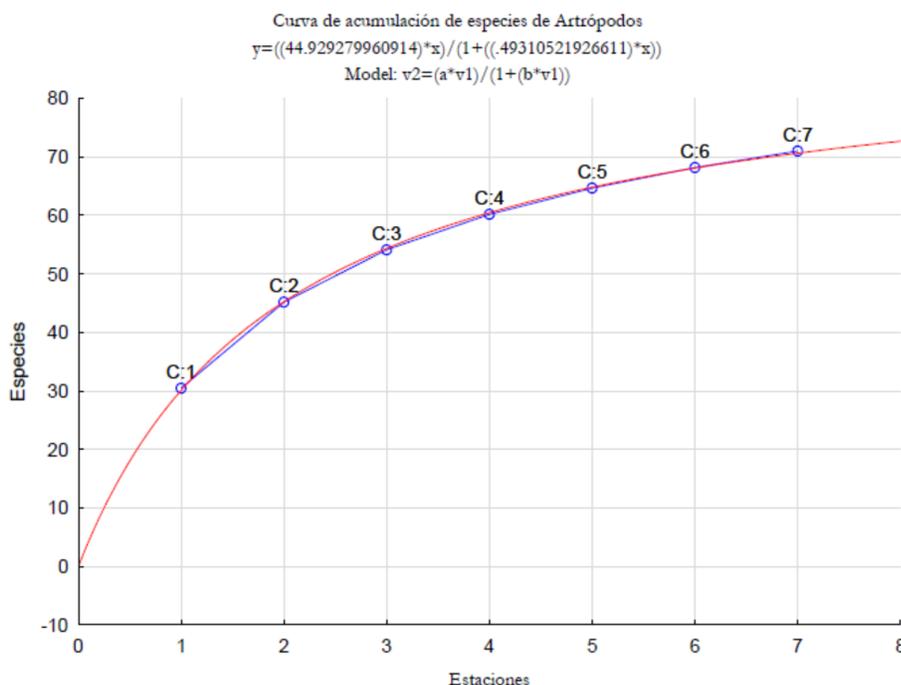
$$y = \frac{(44.609144 * X)}{1 + (0.493105 * X)}$$

Donde:

$$a = 44.92928, b = 0.493105, R^2 = 0.99982$$

La curva obtenida se muestra en el Gráfico 3.3.3-160, *Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda*.

Gráfico 3.3.3-160 Curva de Acumulación de Especies de Artrópodos Registradas en el Área de Estudio – Época Húmeda



Fuente: Stantec, 2020.

Estado de Conservación de los Artrópodos

Durante las evaluaciones de artropofauna no se reportaron especies amenazadas de acuerdo con la IUCN (2020-2) ni de acuerdo con la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI, *Aprueban la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas*). En cuanto a endemismos, se ha identificado que dos especies registradas en el área de estudio son endémicas del Perú. Se trata de *Monticomorpha* sp. (Pseudophasmatidae) y *Eriopsis nobilis* (Coccinellidae).

Especies de Fauna con Importancia Socio-Económica

Según la información biológica disponible (línea base 2017-2018, programa de monitoreo), no se tiene evidencia de que la población utilice alguna especie de fauna silvestre presente en el área de estudio. Sin embargo, la "vicuña" *Vicugna vicugna* (incluido dentro del listado de mamíferos registrados) es una especie introducida en la región Cajamarca con fines de domesticación o crianza, lo cual representa un valor económico para los pobladores locales.

Especies Claves de Fauna

Las especies claves de fauna han sido seleccionadas en base a una serie de criterios tales como la categorización de amenaza y/o carácter endémico (especie sensible), la presencia en el área del Proyecto (más frecuente en los registros), la importancia para el ecosistema (importancia ecológica), entre otros. Estos criterios se basan en los recomendados por la Guía de inventario de la fauna silvestre (MINAM, 2015). La Tabla 3.3.3-24, *Especies Claves de Fauna en el Área de Estudio*, presenta una lista de especies claves de fauna que fueron registradas en las evaluaciones biológicas efectuadas en el área de estudio.

Tabla 3.3.3-24 Especies Claves de Fauna en el Área de Estudio

| Familia | Especie | Importancia |
|------------------|----------------------------------|--|
| ANFIBIOS | | |
| Strabomantidae | <i>Pristimantis simonsii</i> | <ul style="list-style-type: none"> Es la especie de anfibio más ocurrente durante los eventos de muestreo realizados en el área de estudio, presente en 14 evaluaciones biológicas. Es una especie endémica del Norte del Perú (Cajamarca). Categorizada como especie en peligro crítico (CR) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI y vulnerable según la IUCN (2020-2). |
| REPTILES | | |
| Gymnophthalmidae | <i>Petracola ventrimaculatus</i> | <ul style="list-style-type: none"> Categorizada como especie vulnerable (VU) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI. Es una especie endémica del Perú. Según lo reportado por Echevarría L. (2014), las poblaciones de <i>Petracola ventrimaculatus</i> se encuentran distribuidas en tres cordilleras en el Perú: en la Cordillera de Huancabamba (población de Huancabamba, Piura), en la parte norte de la Cordillera Occidental (poblaciones de Cañaris en Lambayeque y poblaciones de Pagaibamba y Celendín en Cajamarca) y en la Cordillera Central (población de Amazonas-San Martín). |
| Tropiduridae | <i>Stenocercus stigmatus</i> | <ul style="list-style-type: none"> Especie frecuente en el área de estudio, presente en 13 evaluaciones biológicas. Es endémica de Cajamarca. Cumple un rol importante en el control de la población de los grillos y coleópteros (Lehr y Kholler, 2002). |
| AVES | | |
| Thraupidae | <i>Microspingus alticola</i> | <ul style="list-style-type: none"> Categorizada como especie en peligro (EN) según la IUCN (2020-2). Es una especie endémica del Perú. |
| Tyrannidae | <i>Agriornis albicauda</i> | <ul style="list-style-type: none"> Categorizada como especie vulnerable (VU) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI y la IUCN (2020-2). Distribuida en el IBA (áreas de importancia de aves) más cercano: el PE063 "Río Cajamarca". |
| MAMÍFEROS | | |
| Canidae | <i>Lycalopex culpaeus</i> | <ul style="list-style-type: none"> Incluida en el apéndice II de la CITES (2020). El zorro colorado es una especie de amplia distribución y común en el área de estudio. Es una especie carnívora ubicada en la cima de la cadena trófica. |
| Camelidae | <i>Vicugna vicugna</i> | <ul style="list-style-type: none"> Categorizada como especie casi amenazada (NT) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI. Incluida en el apéndice II de la CITES (2020). Es una especie introducida en la región para crianza. Son consumidores primarios e indicadores indirectos del estado de las poblaciones de flora silvestre. |

Abrevaderos de Fauna Silvestre y Doméstica

La mayoría de los cuerpos de agua (quebradas, ríos, lagunas) presentes en el área de estudio son lugares potenciales de abrevaderos para la fauna silvestre, la cual se encuentra distribuida en las cercanías de diversos hábitats tales como pajonal altoandino, humedal andino, matorral arbustivo, roquedal, entre otros. En la Figura 3.3.3-4, *Potenciales Abrevaderos de Fauna Silvestre y Doméstica*, se muestra la ubicación de los cursos de agua de las microcuencas de la quebrada Honda, quebrada La Saccha, quebrada Chachacoma, río Azufre, río Shoclla, río San José y río Grande, los cuales constituyen en conjunto potenciales fuentes de agua para ser usados como abrevaderos por diversas especies de la fauna silvestre, las cuales se distribuyen en diversos hábitats cercanos a los cauces de las quebradas. De igual forma, se muestran algunas lagunas altoandinas en el área de estudio, entre las cuales se encuentran las lagunas Maqui Maqui, Totorá y San José; así como parches de humedales altoandinos identificados en el entorno del Proyecto.

En relación con la fauna doméstica (ganado), ésta también puede utilizar los cuerpos de agua cercanos a sus lugares de pastoreo como posibles abrevaderos. Asimismo, algunos de los manantiales y filtraciones identificados como parte del inventario de agua subterránea podrían ser potenciales abrevaderos del ganado local; al igual que algunas infraestructuras (canales) que tienen uso agropecuario.

Cabe precisar que las huellas de los componentes propuestos de la II MEIA Yanacocha no atraviesan y/o cruzan ningún cuerpo de agua y por ende no habrá afectación alguna sobre éstos. Asimismo, es importante mencionar que, ningún componente del Proyecto se superpone con áreas de ecosistema frágil (humedales y lagunas), por lo que se descarta un impacto directo de la MEIA, a nivel superficial sobre estos ecosistemas (ver más detalles en la Subsección 3.3.4.4 *Caracterización de ecosistemas frágiles identificados en el área de estudio*). En base a ello, se descarta alguna afectación a los cuerpos de agua dentro del ámbito de Proyecto que serían potenciales abrevaderos de fauna doméstica (ganado) y silvestre.

Con respecto al humedal ubicado en la parte alta de la Quebrada Encajón (ecosistema frágil N°10), éste no constituye un potencial abrevadero para la fauna local, ya que se encuentra restringido y localizado en la zona operativa del proyecto, y no se ha evidenciado usos de este parche de humedal relacionado a lugares de forrajeo y abrevadero para el ganado, tal como fue descrito en la Subsección 3.3.4.4 *Caracterización de ecosistemas frágiles identificados en el área de estudio*.

Áreas Biológicas o Ecológicas Sensibles de Importancia

Las áreas biológicas sensibles fueron determinadas en función a la presencia de especies que tienen un ámbito de distribución restringido (endémicas de Cajamarca o del norte del país) y que a la vez están en categoría de amenaza ("En Peligro", "En Peligro Crítico" y "Vulnerable"). El criterio es válido, ya que es un indicativo para identificar zonas dentro del área del proyecto donde se encuentran las especies cuyas poblaciones están en declive a nivel nacional y/o global, según lo señalado por la IUCN / Normativa Nacional (D.S. N° 043-2006-AG/004-2014-MINAGRI), y cuya distribución geográfica es muy reducida; es decir, que presentan endemismo. La ocurrencia de estas dos condiciones podría implicar un riesgo de extinción en el futuro si las condiciones son adversas para las poblaciones de estas especies. Es por ello que es importante ubicar las zonas dentro del proyecto donde se encuentran estas especies, dado que son "sensibles" a potenciales cambios ambientales.

La categorización de amenaza la establece la IUCN, que señala que únicamente los taxones que se encuentran en "En peligro", "En Peligro crítico" y "Vulnerable" son considerados como taxones "amenazados"; y las listas oficiales de flora y fauna amenazada aprobadas por la Normativa Nacional (D.S. N° 043-2006-AG/004-2014-MINAGRI) se basan en los criterios y categorías de la IUCN. La "Lista Roja de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre" elaborada por la Unión Mundial para la Conservación (IUCN) es un sistema que proporciona información global del estado de conservación de las plantas y animales, así como también de la tendencia de su población y de las principales amenazas para las especies. Es el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y plantas a nivel mundial, que por su fuerte base científica es reconocida internacionalmente. Asimismo, es una base de datos que es actualizada frecuentemente y utiliza un conjunto de criterios relevantes para todas las especies y todas las regiones del mundo para evaluar el riesgo de extinción de miles de especies y subespecies. Las listas oficiales de flora y fauna amenazada aprobadas por la normativa nacional se basan en los criterios y categorías de la IUCN.

En el área del Proyecto se ha identificado cuatro especies de plantas y tres especies de animales que están en categoría de amenaza y que presentan un ámbito de distribución restringido (ver la Tabla 3.3.3-25, *Registro de especies de flora y fauna en categoría de amenaza con ámbito de distribución restringido*); y una forma de identificar las zonas o espacios donde están estas especies es acudiendo a los registros obtenidos en las estaciones de muestreo o monitoreo biológico. Se revisaron los registros de estas especies en las estaciones de monitoreo biológico del "Programa de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre de MYSRL" y en las estaciones de muestreo biológico de los eventos complementarios efectuados por Stantec en los años 2017 y 2018. Cabe señalar que las estaciones del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL son estaciones monitoreadas semestralmente que brindan información histórica y actual de la biota presente en el área de estudio; y las estaciones de muestreo de los eventos complementarios efectuados por Stantec (2017 y 2018) brindan información de las zonas dentro del área de estudio que no fueron evaluadas como parte del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL y/o que no contaban con información actual.

Asimismo, es preciso señalar que las estaciones de muestreo/monitoreo biológicas son locaciones, espacios, zonas o áreas evaluadas por los especialistas biólogos, quienes recorren la zona en un radio aproximado de 500 metros, en torno al punto que ha sido definido como estación, que no se limita únicamente al punto geo-referenciado, sino a la zona muestreada (aprox. 500 m) para realizar diversas actividades tales como: evaluar las formaciones vegetales y hábitats existentes, buscar los hábitats propicios para colocar las trampas (en el caso de los grupos de fauna), obtener registros de plantas y

animales, buscar evidencias de la presencia de animales, etc. Precisamente, la información provista por las estaciones de muestreo/monitoreo de flora y fauna terrestre ha servido para identificar en qué estación o locación fueron registradas las especies de flora y fauna que están en categoría de amenaza y que presentan un ámbito de distribución restringido; y la estación o locación que presente especies con estas características (especies sensibles) se la ha considerado como un área biológica sensible.

La Tabla 3.3.3-25, *Registro de especies de flora y fauna en categoría de amenaza con ámbito de distribución restringido*, muestra las estaciones de muestreo/monitoreo donde fueron registradas las especies de flora y fauna que están en categoría de amenaza con un ámbito de distribución restringido. La ubicación de estas estaciones de muestreo/monitoreo consideradas como "áreas biológicas sensibles" es mostrada en la Figura 3.3.3-5, *Áreas biológicas Sensibles en el Área de Estudio*. Asimismo, se manifiesta a la Autoridad que el formato editable (shapefile y KMZ) actualizado de la Figura 3.3.3-5 será incorporado como parte del ingreso de la información del documento de la II MEIA Yanacocha a la plataforma EVA del SENACE.

Con respecto a la estación CNan, se evidencia que esta estación se superpone con la Cantera B aprobada en la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Cerro Negro (Resolución Directoral N° 074-2012-MEM/AAM), pero está considerada como componente en cierre. La estación CNan representa una zona con vegetación natural representativa y homogénea del área del Proyecto y se sigue monitoreando hasta la fecha.

Finalmente, se enfatiza que ninguna de las estaciones del programa de monitoreo de biodiversidad terrestre de MYSRL, ni las estaciones de los muestreos complementarios efectuados por Stantec serán intervenidas por el proyecto.

3.3.3.3 Flora y Fauna Acuática

La presente sección describe las características de línea base hidrobiológica y condiciones actuales del área de influencia de las operaciones de la unidad minera Yanacocha, la cual incluye la evaluación de las subcuencas de los ríos Grande, Rejo, Quinuario, Azufre y de la quebrada Honda.

Esta caracterización se basa en los resultados de las evaluaciones realizadas sobre las principales comunidades biológicas presentes en los ecosistemas acuáticos dentro del área de estudio de la II MEIA. La descripción y caracterización comunitaria se realizó a partir de la información secundaria procedente de los monitoreos biológicos de vida acuática durante las temporadas húmeda y seca (JJR; 2012; SNC-LAVALIN, 2013; INSIDEO, 2014; FCISA, 2015 y 2016; Ausenco, 2017 y 2018), del estudio de línea base del periodo 2015 elaborado por INSIDEO (V MEIA Yanacocha Suplementario Este, 2016), y de los eventos de muestreo hidrobiológico realizados por Stantec, uno efectuado en octubre del 2017 (época seca) y otro en enero del 2018 (época húmeda), como parte de la I MEIA Yanacocha (Stantec, 2018).

Los ecosistemas de agua dulce difieren entre sí por el tipo, la ubicación y el clima, pero de cualquier manera comparten características similares por ser cabecera de cuenca andina. Además, debido a que los ecosistemas de agua dulce son dinámicos, todos requieren de cierta variación natural o de disturbio para mantener su viabilidad o resiliencia.

Las comunidades hidrobiológicas viven en estrecha relación con el medio físico acuático, del cual son dependientes en casi la totalidad de los casos y su presencia o ausencia son signos de calidad acuática. De tal modo que la valoración biótica es una evaluación de las condiciones de un cuerpo de agua usando estudios y medidas directas de la biota residente en aguas superficiales (Barbour *et al.*, 1999). Las técnicas desarrolladas para estas evaluaciones son conocidas como "protocolos rápidos de evaluación biótica", y fueron concebidas como estrategias con buen balance costo beneficio, científicamente válidas y orientadas a: 1) facilitar el análisis de múltiples sitios en campo; 2) obtener resultados rápidos para la toma de decisiones; 3) proveer reportes científicos de fácil acceso para el público y 4) promover procedimientos ambientalmente sanos.

El objetivo general de la presente Línea de Base es la caracterización hidrobiológica en el área de estudio del Proyecto, para lo cual se compararon espacial y temporalmente las variables de las comunidades del plancton, perifiton, bentos y peces presentes en los cuerpos de agua, durante el periodo 2012-2017, en términos de la composición de los principales grupos taxonómicos, la estimación de los índices de diversidad, abundancia, dominancia y riqueza de especies, así como la determinación del estado trófico y/o condiciones físico-químicas del agua (calidad del agua) mediante la estimación de índices bióticos.

Las actividades de campo incluyeron el levantamiento de información de las comunidades acuáticas del plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados acuáticos), y peces (ictiofauna) realizándose colectas y mediciones directas de la biota. Asimismo, se consideró la caracterización del hábitat y la colecta de muestras de sedimento para la determinación de parámetros de calidad.

Asimismo, es preciso señalar que los informes generados tras los eventos realizados en el periodo 2012-2017 (estudios de línea base complementarios y programa de monitoreo de vida acuática de MYSRL) fueron anexados en su momento en los Instrumentos de Gestión Ambiental del Proyecto aprobados; y que la presente sección incluye únicamente un resumen de los resultados obtenidos en estos eventos (composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades hidrobiológicas). Los últimos informes de monitoreo de vida acuática (2017 y 2018) del área de influencia de la Unidad Minera Yanacocha son presentados en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.2, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Acuática*.

En el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.3, Tablas Resumen de Riqueza, Abundancia y Diversidad de Flora y Fauna (Terrestre y Acuática) en el Periodo 2012-2018*, se presentan las tablas resumen con los resultados de riqueza y diversidad obtenidos en los muestreos de flora y fauna acuática efectuados en el periodo 2012-2018.

Por otro lado, hay que considerar que existieron ciertas diferencias metodológicas (fase de muestreo y análisis de laboratorio) entre los monitoreos biológicos y los estudios de línea base, lo cual fue tomado en cuenta para la interpretación de los resultados. La descripción de los resultados y conclusiones más relevantes derivados de la presente sección son reportados a continuación.

Características del Hábitat

Con el fin de describir las características del componente abiótico del ecosistema acuático, se realizaron algunas observaciones *in situ* del entorno físico (descripción del hábitat) y se tomaron registros *in situ* de los principales parámetros físicos y químicos del agua, los cuales son indicadores directos de la calidad de los cursos de agua, provenientes de los diferentes monitoreos de vida acuática del periodo 2012-2018, de la línea base del 2015 (V MEIA SYE, Insideo 2016) y de la evaluación hidrobiológica del periodo 2017-2018 (I MEIA Yanacocha, Stantec, 2018). De manera referencial, se utilizó información de calidad de agua superficial proveniente de la II Modificación del EIA-Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de Efluentes Minero-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para Agua en la Unidad Minera Yanacocha (WSP, 2016).

Asimismo, se presenta resultados del índice SVAP (Stream Visual Assessment Protocol), el cual es un indicador de calidad del hábitat acuático, basado en nueve criterios agrupados en las siguientes cuatro categorías: i) condición del canal y su área circundante, ii) condición (aparente) del agua, iii) diversidad y abundancia de hábitats para organismos acuáticos y iv) modificadores externos (i.e. residuos y sedimentos).

Descripción del Hábitat

En la Tabla 3.3.3-26, *Descripción del Hábitat de Estaciones de Muestreo Hidrobiológico*, se presenta información general de las características físicas del hábitat tales como amplitud de cauce, profundidad, transparencia, tipo de corriente, vegetación ribereña y sustrato de cada una de las estaciones hidrobiológicas evaluadas.

Tabla 3.3.3-26 Descripción del Hábitat de Estaciones de Muestreo Hidrobiológico

| Estación de Muestreo | Localidad | Descripción |
|---|--------------------------------------|---|
| Monitoreo de Vida Acuática (2012-2018) | | |
| CAR1 | Ubicado en la quebrada Arnacocha | Hábitat pedregoso con tipo de agua clara y orillas nulas. Presenta una profundidad promedio de 0.3 m, transparencia total y un ancho de cauce promedio de 1.5 m. Vegetación ribereña conformada por pajonal, y sustrato duro dominante (85%). |
| CAZ2 | Ubicado en la quebrada Azufre | Ambiente lóxico pedregoso con tipo de agua clara e incolora con transparencia total. Presenta ancho variable 1.5 - 4.0 m con profundidad (máxima evaluada) de 0.5 m y velocidad de corriente lenta a moderada; tiene orillas nulas y estrechas protegidas por matorral ribereño |
| CAZ3 | Ubicado en la quebrada Azufre | |
| CCH1 | Ubicado en la quebrada Chaquicocha | Cuerpo lóxico con tipo de agua clara sin color aparente (incoloro) y de orillas estrechas semiprotegidas por pajonal. Ambiente de profundidad promedio de 0.2 m y ancho de 2.5 m. |
| COM1 | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | Ambiente lóxico pedregoso con tipo de agua clara y transparencia total. Presenta un ancho promedio de 3 m y profundidad (máxima evaluada) de 0.5 m., con velocidad de corriente moderada y con orillas nulas semiprotegidas por pajonal |
| CQU1 | Ubicado en la quebrada Quecher | Quebrada pedregosa de agua clara e incolora y de orillas estrechas semiprotegidas por pajonal. |
| CSJ1 | Ubicado en la quebrada San José | Quebrada pedregosa con tipo de agua clara incolora y transparencia total, de orillas estrechas y protegidas. Presenta una profundidad promedio de 0.3 m y máxima de muestreo de 0.5 m con un ancho de 2.5 m |
| HCU1 | Ubicado en la quebrada Cushuro | Cuerpo lóxico de agua clara sin color aparente (incoloro) y de orillas estrechas protegidas por pajonal y pastizal. |
| HHO3 | Ubicado en la quebrada Honda | Cuerpo lóxico con tipo de agua clara sin color aparente (incoloro) y de orillas estrechas protegidas por pajonal y pastizal. |
| HLV1 | Ubicado en la quebrada Vizcacha | Ambiente lóxico pedregoso de agua clara e incolora de transparencia total. Presenta un ancho promedio de 1.2 m de espejo de agua y profundidad (máxima evaluada) de 0.4 m, con velocidad de corriente lenta y con orillas nulas semiprotegidas por pajonal |
| PCB1 | Ubicado en la quebrada Corral Blanco | Ambiente lóxico pedregoso de agua clara y transparencia total. Presenta un ancho promedio de 2.2 m y profundidad (máxima evaluada) de 1 m., con velocidad de corriente lenta y con orillas estrechas protegidas por roquedal y matorral ribereño |
| PEN1 | Ubicado en la quebrada Encajón | Cuerpo lóxico encajonado de agua clara sin color aparente (incoloro) y de orillas nulas protegidas por matorral ribereño. Ambiente de profundidad promedio de 0.3 m y ancho de 2-4 m. |

| Estación de Muestreo | Localidad | Descripción |
|--|--------------------------------------|--|
| PGR3 | Ubicado en el río Grande | Ambiente encañonado con cobertura vegetal semidensa formada de matorral ribereño, con orillas escarpadas y semiprotegidas. Con una profundidad promedio de 4.5 m y un ancho de cauce promedio de 0.7 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de roca, piedra y canto rodado (80%). |
| PGR4 | Ubicado en el río Grande | Cuerpo lóxico encajonado de agua clara sin color aparente (incolore) y de orillas nulas protegidas por matorral ribereño, con micro hábitats como rápidos o corridas. Ambiente de profundidad promedio de 0.3 m y ancho promedio de 8 m. |
| PVI1 | Ubicado en la quebrada Viscachayoc | Ambiente encajonado con tipo de agua clara y sin color aparente. Con una profundidad promedio de 1.3 m y un ancho de cauce promedio de 0.3 m. Hábitat pedregoso de orillas nulas y protegidas de matorral ribereño con cobertura ribereña del 20%. |
| QEN | Ubicado en la quebrada Encajón | Cuerpo lóxico encajonado con tipo de agua clara sin color aparente (incolore) y de orillas nulas protegidas por matorral ribereño. Ambiente de profundidad promedio de 0.3 m y ancho de 0.8 m |
| QPCN3 | Ubicado en la quebrada S/N | Quebrada de agua clara, transparencia total y velocidad de corriente lenta. El sustrato es de tipo mixto (50% duro y blando), ambiente encajonado con orillas nulas y protegidas por matorral y bosque ribereño |
| RCH1 | Ubicado en la quebrada Chachacoma | Ambiente lóxico pedregoso de agua clara e incolora de transparencia total. Presenta un ancho promedio de 4.0 m y profundidad (máxima evaluada) de 1.4 m., con velocidad de corriente moderada y con orillas nulas semiprotegidas por bosque y matorral ribereños. |
| RSA2 | Ubicado en el río Shocla, parte baja | Ambiente con tipo de agua clara de color aparente incolore y verde. Hábitat pedregoso de orillas nulas y estrechas semiprotegidas de vegetación compuesta de matorral y bosque ribereño. |
| RSA3 | Ubicado en el río Shocla, parte alta | Ambiente lóxico pedregoso con tipo de agua clara incolora de transparencia total. Presenta un ancho promedio de 5 m y profundidad (máxima evaluada) de 0.5 m., con velocidad de corriente moderada y con orillas nulas y protegidas por pajonal y pastizal. |
| RTI1 | Ubicado en el río Tinte | Ambiente acuático con tipo de agua clara incolora con transparencia de 0.9 m y predominancia de sustrato tipo canto rodado acompañado de roca, grava y arena en menor proporción con orillas amplias en ambas márgenes, presencia de taludes estables y de pendiente pronunciada con cobertura vegetal arbustiva y arbórea nula. |
| Muestreo Hidrobiológico de Línea Base (INSIDEO, 2015; y Stantec, 2017-2018) | | |
| L.TOT/HB-06 | Ubicado en la laguna Totorá | Ambiente léntico abierto con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla areno fangosa. Con agua clara y sustrato blando, principalmente compuesto de arena, arcilla y limo (80%). |
| QVIZ | Ubicado en la quebrada Vizcacha | Sin información |
| QTOT/HB-07 | Ubicado en la quebrada Totorá | Ambiente lóxico semiencajonada con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla areno pedregosa. Con una profundidad promedio de 5 cm y un ancho de cauce promedio de 0.5 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de piedra y grava (80%). |
| QPL4 | Ubicado en la quebrada Pampa Larga | Sin información |
| CP12 | Ubicado en la quebrada Río Colorado | Sin información |
| CASup-1 | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | Sin información |
| QHCAR | Ubicado en la quebrada Huáscar | Sin información |
| QOM | Ubicado en la quebrada Ocucho Machay | Sin información |
| QA2 | Ubicado en la quebrada Arnacocha | Sin información |
| QCH | Ubicado en la quebrada Chaquicocha | Sin información |
| QSJ/HB-01 | Ubicado en la quebrada San José | Ambiente lóxico semiencajonado con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla rocosa pegregosa. Con una profundidad promedio de 15 cm y un ancho de cauce promedio de 4.5 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de roca, piedra y grava (80%). |
| QDLS/HB-02 | Ubicado en la quebrada La Saccha | Ambiente lóxico semiencajonado con cobertura vegetal protegida formada de pajonal, con orilla rocosa pegregosa. Con una profundidad promedio de 20 cm y un ancho de cauce promedio de 1.1 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de piedra, grava y arena (80%). |

| Estación de Muestreo | Localidad | Descripción |
|--|--------------------------------------|---|
| HB-03 | Ubicada en la quebrada Corral Blanco | Ambiente lótico semiabierto con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla areno pedregosa. Con una profundidad promedio de 15 cm y un ancho de cauce promedio de 3.5 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de piedra, grava y arena (80%). |
| HB-04 | Ubicada en la quebrada Cushuro | Ambiente lótico semiabierto con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla areno pedregosa. Con una profundidad promedio de 20 cm y un ancho de cauce promedio de 1.4 m. Con agua clara y sustrato duro, principalmente compuesto de piedra, grava y arena (80%). |
| HB-05 | Ubicada en laguna Maqui Maqui 3 | Ambiente léntico semiabierto con cobertura vegetal semiprotegida formada de pajonal, con orilla pedregosa. Con agua clara y sustrato mixto principalmente compuesto de grava, arena y arcilla (70%). |
| Fuente: Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015-2016) Línea Base Hidrobiológica Complementaria - I MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018) Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018) | | |

Los cursos de agua evaluados presentaron características típicas de zonas y valles altoandinos con aguas de tipo clara, los cuales están influenciados por el período hídrico de la temporada húmeda (caudales altos, erosión, arrastre de sedimentos). Asimismo, dichos ambientes acuáticos están localizados en partes altas de cuencas, en zonas naturalmente mineralizadas donde existen factores químicos (pH, conductividad eléctrica, metales pesados, entre otros) y físicos (flujos estacionales, altitud) que condicionan y restringen la composición y estructura de la biota acuática. Adicionalmente, debe considerarse que, como antecedente histórico, los resultados de línea base de la etapa del pre-minado describen una baja riqueza y diversidad de especies, lo cual demuestra las limitaciones físicas (flujos) y químicas (calidad del agua) naturales de los cursos de agua para el desarrollo de la biota acuática dentro del área de influencia de la unidad minera Yanacocha.

La diferencia más marcada se dio con relación a la amplitud del cauce de los cursos de agua evaluados, la cual estuvo relacionada a las variaciones hidrológicas por efectos de la estacionalidad; de esta forma las quebradas tributarias tales como Totorá, Corral Blanco, Quishuar Corral, San José, La Saccha, Huáscar, Quecher, entre otras, presentaron un menor cauce. Al respecto, debe considerarse que las fluctuaciones térmicas y pluviométricas, sobre todo en zonas altoandinas, afectan las características de los cuerpos de agua (ejemplo, conductividad, pH, superficie de la cubeta, amplitud del cauce, etc.) y, por tanto, la biota que los habita (Mirande y Traccana, 2009).

El sustrato predominante en los ambientes lóticos (quebradas y ríos) evaluados estuvo formado por canto rodado, grava y arena (partículas gruesas); y un bajo porcentaje de sustrato fino en la granulometría del sedimento; mientras que en los ambientes lénticos (lagunas Totorá y Maqui Maqui 3) hubo el predominio de sustrato fangoso (limo-arcilla) y presencia de abundante materia orgánica dentro del sedimento.

En relación a la vegetación ribereña, la mayoría de los ambientes lóticos presentó escasa a moderada cobertura de vegetación de pajonal andino, con predominio de poáceas y asteráceas, conformadas por un grupo variado de especies de los géneros *Festuca*, *Paspalum*, *Calamagrostis*, *Bromus* y *Alchemilla*. Asimismo, en los bordes de algunas quebradas como San José y La Saccha se evidenció vegetación de pajonal húmedo o hidrófito, mientras que en la laguna Totorá se observó también vegetación de humedal altoandino, con el predominio de *Festuca spp.*, *Loricaria ferruginea*, *Werneria nubigena* y *Distichia cf. filamentosa*.

La Foto 3.3-17, *Ambientes Acuáticos Evaluados*, muestran algunos de los ambientes lóticos y lénticos de cada una de las subcuencas evaluadas, donde se realizó el muestreo colecta de las principales comunidades hidrobiológicas, dentro de las subcuencas evaluadas que forman parte del área de estudio.

Foto 3.3.3-17 Ambientes Acuáticos Evaluados



HH03: Quebrada Honda



HLV1: Quebrada Vizcacha



CAZ3: Río Azufre



COM1: Quebrada Ocucho Machay



PGR3: Río Grande



QEN: Quebrada Encajón



QDLS/HB-02: Quebrada La Saccha



CSJ1: Quebrada San José



RSA2: Río Shoçlla

RCH1: Quebrada Chachacoma

HB-05: Laguna Maqui Maqui 3

LTOT/HB-06: Laguna Totora

Calidad Física del Hábitat

De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats correspondientes a las temporadas húmeda y seca de los periodos 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 (ver Tabla 3.3.3-27, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016* y Tabla 3.3.3-28, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018*) y comparando los valores obtenidos para las diferentes subcuencas, se evidencia para la subcuenca de la quebrada Honda que las estaciones HCU1 (río Cushuro), HH03 (quebrada Honda) y HLV1 (quebrada Vizcacha), ubicadas en la microcuenca de la quebrada Honda se encuentran principalmente en la categoría II, correspondiente a hábitats de "calidad buena", y las estaciones QVIZ (quebrada Vizcacha), CP12 (quebrada Río Colorado) y QPL4 (quebrada Pampa Larga) se encuentran principalmente en la categoría III, correspondiente a hábitats de "calidad regular".

Para el caso de la subcuenca del río Azufre, se estimó que las estaciones CAZ3 (río Azufre) y CQU1 (quebrada Quecher) se encuentran en la categoría II, perteneciente a hábitats de "calidad buena"; mientras que las estaciones CAR1 (quebrada Arnacocha, parte baja), CAZ2 (río Azufre), COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja), LTOT/HB-06 (laguna Totora), QA2 (quebrada Arnacocha, parte alta) y QCH (quebrada Chaquicocha, parte baja) fluctuaron entre las categorías II (calidad buena) y III (calidad regular) dentro de los periodos evaluados. Asimismo, las estaciones CASup-1 (quebrada Ocucho Machay, parte alta), CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja) y QTOT/HB-07 (quebrada Totora) se encuentran en la categoría III, perteneciente a hábitats de "calidad regular"; mientras que las localidades QHCAR (quebrada Huáscar) y QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) variaron entre las categorías III (calidad regular) y IV (calidad pobre). Ver Tabla 3.3.3-27, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016* y Tabla 3.3.3-28, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018*.

Del mismo modo, para el caso de la subcuenca del río Grande, se evidencia que la estación PGR4 (río Grande) está incluida dentro de la categoría II, que corresponde a hábitats de "calidad buena", mientras que las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral), PEN1 (quebrada Encajón, parte baja), PGR3 (río Grande) y PV11 (quebrada Viscachayoc) fluctuaron entre las categorías II y III, correspondiente a hábitat de calidad buena y regular, respectivamente. Asimismo, el índice SVAP para la estación QEN

(quebrada Encajón, parte alta) varió entre las categorías I (calidad excelente) y IV (calidad pobre) dentro de los eventos de muestreo; sin embargo, para los monitoreos del periodo 2017-2018 presentó un índice SVAP de categoría II (calidad buena del hábitat). Ver Tabla 3.3.3-27, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016* y Tabla 3.3.3-28, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018*.

Por otro lado, la estación QSJ/HB-01 (quebrada San José, parte alta), ubicada en la subcuenca del río Quinuario, está incluida dentro de la categoría II, que corresponde a hábitats de "calidad buena"; mientras que las localidades CSJ1 (quebrada San José parte baja) y QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, parte alta) fluctuaron entre las categorías II (calidad buena) y III (calidad regular). De igual forma, las estaciones RCH1 (quebrada Chachacoma) y QPCN3 (quebrada S/N), ubicadas en la subcuenca del río Rejo, también se encuentran dentro de la categoría II, que equivale a hábitats de calidad buena; mientras que las localidades RTI1 (río Tinte), RSA2 (río Shoclla, parte baja) y RSA3 (río Shoclla, parte alta) presentaron índices SVAP que variaron principalmente entre las categorías II (calidad buena) y III (calidad regular). Sin embargo, para los monitoreos del periodo 2017-2018 las estaciones RSA2 y RSA3 presentaron índices SVAP de categoría II (calidad buena del hábitat), ver Tabla 3.3.3-27, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016* y Tabla 3.3.3-28, *Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018*.

Tabla 3.3.3-27 Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2012-2016

| Subcuenca | Microcuenca | Estación de Muestreo | EH 14 | | | ES 14 | | | EH 15 | | | ES 15 | | | EH 16 | | | ES 16 | | |
|----------------|----------------|----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|
| | | | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat |
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | 8.33 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | | | | | | |
| | | HHO3 | 8.67 | II | Bueno | 6.44 | III | Regular | 8.44 | II | Bueno | 8.44 | II | Bueno | 8.78 | II | Bueno | 8.89 | II | Bueno |
| | | HLV1 | 8.00 | II | Bueno | 5.67 | IV | Pobre | 8.11 | II | Bueno | 8.11 | II | Bueno | | | | | | |
| | | QVIZ | | | | | | | 6.56 | III | Regular | | | | | | | | | |
| | | CP12 | | | | | | | 5.89 | IV | Pobre | 7.44 | III | Regular | | | | | | |
| | | QPL4 | | | | | | | 6.89 | III | Regular | 7.00 | III | Regular | | | | | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CAR1 | 7.00 | III | Regular | 7.89 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 7.89 | II | Bueno | 7.22 | III | Regular |
| | | CASup-1 | | | | | | | 7.11 | III | Regular | | | | | | | | | |
| | | CAZ2 | 7.22 | III | Regular | 8.11 | II | Bueno | 7.33 | III | Regular | NE | NE | NE | 8.89 | II | Bueno | 8.56 | II | Bueno |
| | | CAZ3 | 8.11 | II | Bueno | 8.33 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | | | | | | |
| | | CCH1 | 6.44 | III | Regular | 6.11 | III | Regular | 7.44 | III | Regular | NE | NE | NE | 9.00 | I | Excelente | 6.67 | III | Regular |
| | | COM1 | 7.33 | III | Regular | 6.89 | III | Regular | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 8.78 | II | Bueno | 9 | I | Excelente |
| | | CQU1 | 8.22 | II | Bueno | 8.22 | II | Bueno | 8 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | | | | | | |
| | | LTOT/HB-06 | | | | | | | 8.11 | II | Bueno | | | | | | | | | |
| | | QA2 | | | | | | | 6.78 | III | Regular | 8.22 | II | Bueno | | | | | | |
| | | QCH | | | | | | | 7.67 | II | Bueno | 7.00 | III | Regular | | | | | | |
| | | QHCA R | | | | | | | 5.89 | IV | Pobre | 7.00 | III | Regular | | | | | | |
| | | QOM | | | | | | | 5.33 | IV | Pobre | 7.44 | III | Regular | | | | | | |
| QTOT/HB-07 | | | | | | | 7.33 | III | Regular | | | | | | | | | | | |
| Río Grande | Río Grande | PCB1 | | | | | | 8.11 | II | Bueno | 8.11 | II | Bueno | 6.33 | III | Regular | | | | |

| Subcuenca | Microcuenca | Estación de Muestreo | EH 14 | | | ES 14 | | | EH 15 | | | ES 15 | | | EH 16 | | | ES 16 | | |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|
| | | | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat |
| | | PEN1 | 9.33 | I | Excelente | 8.44 | II | Bueno | | | | | | 6.44 | III | Regular | | | | |
| | | PGR3 | 7.56 | II | Bueno | 6.56 | III | Regular | 8 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 6.44 | III | Regular | 8.1 | II | Bueno |
| | | PGR4 | | | | | | | 7.78 | II | Bueno | 7.78 | II | Bueno | 8.11 | II | Bueno | | | |
| | | PVI1 | | | | | | | 6.33 | III | Regular | 6.33 | III | Regular | 7.78 | II | Bueno | 8.1 | II | Bueno |
| | | QEN | 8.56 | II | Bueno | 5.56 | IV | Pobre | 7.78 | II | Bueno | 7.78 | II | Bueno | 6.00 | III | Regular | 9.78 | I | Excelente |
| Río Quinuari | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | | | | | 7.00 | III | Regular | 7.78 | II | Bueno | | | | | | |
| | Río San José | CSJ1 | | | | | | | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | 8.44 | II | Bueno | 9.22 | I | Excelente |
| | | QSJ/HB-01 | | | | | | | 8.22 | II | Bueno | 9.00 | I | Excelente | | | | | | |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | | | | | | | 7.22 | III | Regular | 8.33 | II | Bueno | 9.11 | I | Excelente | 8.1 | II | Bueno |
| | Quebrada Chachacoma | RCH1 | | | | | | | 7.67 | II | Bueno | 7.67 | II | Bueno | | | | | | |
| | Río Shoolla | QPCN3 | | | | | | | 8.11 | II | Bueno | 8.11 | II | Bueno | | | | | | |
| | | RSA2 | | | | | | | 8 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 6.22 | III | Regular | 7.56 | II | Bueno |
| | | RSA3 | | | | | | | 8 | II | Bueno | 7.22 | III | Regular | 7.78 | II | Bueno | 8.8 | II | Bueno |

Fuente:

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (INSIDEO, 2014).

Línea Base Hidrobiológica - V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015).

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015-2016).

Tabla 3.3.3-28 Valores de Índice SVAP para las Estaciones de Muestreo Hidrobiológico – Periodo 2017-2018

| Subcuenca | Microcuenca | Estación de Muestreo | EH 17 | | | ES 17 | | | EH 18 | | | ES 18 | | | |
|----------------|----------------|----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|--|
| | | | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | |
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | HHO3 | 8.10 | II | Bueno | 8.10 | II | Bueno | 8.70 | II | Bueno | 7.60 | II | Bueno | |
| | | HLV1 | 7.60 | II | Bueno | 7.60 | II | Bueno | | | | 8.00 | II | Bueno | |
| | | QVIZ | | | | | | | | | | | | | |
| | | CP12 | | | | | | | | | | | | | |
| | | QPL4 | | | | | | | | | | | | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CAR1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | CASup-1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | CAZ2 | | | | | | | | | | | | | |
| | | CAZ3 | | | | | | | | | | | | | |
| | | CCH1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | COM1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | CQU1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | LTOT/HB-06 | | | | | | | | | | | | | |
| | | QA2 | | | | | | | | | | | | | |
| | | QCH | | | | | | | | | | | | | |
| | | QHCAR | | | | | | | | | | | | | |
| | | QOM | | | | | | | | | | | | | |
| QTOT/HB-07 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Río Grande | Río Grande | PCB1 | 8.00 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 8.30 | II | Bueno | |
| | | PEN1 | 8.80 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | 8.00 | II | Bueno | |
| | | PGR3 | 7.10 | III | Regular | |
| | | PGR4 | 6.30 | III | Regular | 6.30 | III | Regular | 6.30 | III | Regular | 6.70 | III | Regular | |
| | | PV11 | 7.10 | III | Regular | 7.10 | III | Regular | 7.60 | II | Bueno | 7.1 | III | Regular | |

| Subcuenca | Microcuenca | Estación de Muestreo | EH 17 | | | ES 17 | | | EH 18 | | | ES 18 | | |
|---------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|----------------|---------------------|
| | | | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat | Promedio SVAP | Categoría SVAP | Calidad del Hábitat |
| | | QEN | 8.80 | II | Bueno | 8.80 | II | Bueno | 8.80 | II | Bueno | 8.3 | II | Bueno |
| Río Quinuario | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | | | | | | | | | | |
| | Quebrada San José | CSJ1 | 6.40 | III | Regular | 6.40 | III | Regular | 7.80 | II | Bueno | 6.40 | III | Regular |
| | | QDLS/HB-01 | | | | | | | | | | | | |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | 7.00 | III | Regular | 7.00 | III | Regular | 7.90 | II | Bueno | 7.9 | II | Bueno |
| | Quebrada Chachacoma | RCH1 | | | | | | | | | | | | |
| | Río Shoocla | QPCN3 | | | | | | | | | | | | |
| | | RSA2 | 8.80 | II | Bueno | 8.80 | II | Bueno | 8.80 | II | Bueno | 8.8 | II | Bueno |
| | | RSA3 | 8.30 | II | Bueno | 8.30 | II | Bueno | 8.30 | II | Bueno | 8.3 | II | Bueno |

Fuente:

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018)

Parámetros Físico-Químicos de Campo

Los parámetros físico-químicos de campo registrados fueron el pH, la Temperatura, el contenido de Oxígeno Disuelto (O.D.) y la Conductividad Eléctrica (C.E.) del agua. Los resultados fueron contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) estipulados en el D.S. N° 004-2017-MINAM, sobre la Modificación de los ECAs para la Categoría 3, Bebida de Animales, y para la Categoría 4, Lagunas y Ríos de la Sierra. A continuación, se describen los resultados de los registros fisicoquímicos de campo para los cursos y cuerpos de agua de las diferentes microcuencas y subcuencas durante las diferentes temporadas de evaluación.

Temperatura

Los valores de temperatura en los cuerpos y cursos de agua evaluados se mostraron dentro de los rangos normales para zonas altoandinas, con variaciones propias de la estacionalidad, la altitud, la profundidad del cuerpo de agua, así como la hora en la que fue realizado el registro. La temperatura en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda, registrados en los eventos de monitoreo entre el año 2012 y 2016 fluctuó entre 7.4 y 18.8°C, mientras que en la subcuenca del río Azufre fluctuó entre 7.23 y 18.5°C. Asimismo, las estaciones de la subcuenca del río Grande presentaron valores de temperatura entre 7.85 y 17.6°C; y las estaciones de la subcuenca del río Quinuario, presentaron una menor amplitud de temperatura, con valores entre 7.6 y 14.1°C. Finalmente, las temperaturas de las estaciones de la subcuenca del río Rejo variaron entre 7.2 y 17.5°C. En general, los valores máximos y mínimos de temperatura se presentaron durante las campañas de época seca o de estiaje, lo cual sugiere una mayor amplitud de rango en la variación de la temperatura del agua.

pH

En relación con el pH de la subcuenca de la quebrada Honda, las estaciones HCU1 (río Cushuro) y HLVI (quebrada Vizcacha) mostraron naturalmente aguas neutras a alcalinas, y por tanto cumpliendo con el ECA para la categoría 3 (pH entre 6.5 y 8.5 u.e.) y 4 (entre 6.5 y 9.0 u.e.). Sin embargo, las estaciones CP12 (quebrada Río Colorado, dos valores), QPL4 (quebrada Pampa Larga, 2 valores), HH03 (quebrada Honda, 10 valores) y HB-05 (laguna Maquí Maquí 3) mostraron aguas ácidas y ligeramente ácidas, lo cual estaría relacionado a las características geológicas y de mineralización de las partes altas de esta subcuenca (Ver la Sección 3.2.2.1, *Geología*), cuyo resultados fueron documentados en la línea base de la etapa de pre-minado (WSP, 2016); por tanto, no cumplen con el ECA para la categoría 3 (pH entre 6.5 y 8.5 u.e.) y 4 (entre 6.5 y 9.0 u.e.). Asimismo, esto concuerda con los resultados de calidad de agua superficial en la quebrada Honda, donde se reportaron valores que excedieron los ECA categoría 3 que estuvieron asociados a condiciones naturales mineralizadas (ver Sección 3.2.5.3 Calidad de Agua Superficial). Ver Gráfico 3.3.3-161, *Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Para el caso de la subcuenca del río Azufre, las estaciones CAZ3 y CAZ2 (río Azufre), COM1 y QOM (quebrada Ocucho Machay), CQU1 (quebrada Quecher), LTOT/HB-06 (laguna Totorá) y QOT/HB-07 (quebrada Totorá) mostraron aguas neutras a ligeramente alcalinas, lo cual cumple con los ECA categoría 3 y 4. Mientras que para las estaciones CAR1 (quebrada Armacocha, parte baja) y CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja) mostraron en la mayoría aguas ácidas a ligeramente ácidas durante los periodos de monitoreo, lo cual no cumplen con los estándares respectivos y estaría relacionado a las características geológicas naturales de las partes altas de esta subcuenca (Ver Gráfico 3.3.3-162, *Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

En relación a la subcuenca del río Grande, las estaciones HB-03 (quebrada Corral Blanco), PEN1 y QEN (quebrada Encajón), PV11 (quebrada Viscachayoc), PGR3 y PGR4 (río Grande) muestran principalmente valores de pH que corresponden aguas neutras a ligeramente alcalinas, lo cual cumple con los ECA categoría 3 y 4. No obstante, la estación PCB1 (quebrada Quishuar Corral) presenta aguas ácidas a ligeramente ácidas (valores menores de 6.5 u.e.) durante los monitoreos del periodo 2014-2016, lo cual no cumple con los estándares respectivos, y estaría relacionado con las condiciones naturales mineralizadas; aunque posteriormente durante los monitoreos del periodo 2017-2018 este curso de agua presentó valores alcalinos de pH. Adicionalmente, se evidenciaron bajos valores puntuales en las estaciones PEN1, PGR3, PGR4, PV11 y QEN, registrados en algunos periodos de evaluación (Ver Gráfico 3.3.3-163, *Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*).

Gráfico 3.3.3-161 Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

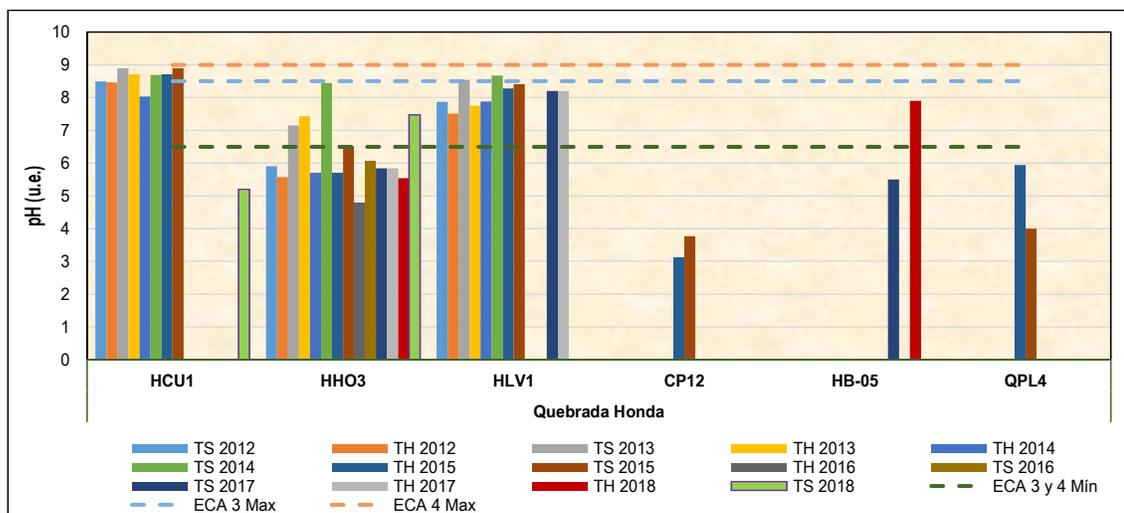


Gráfico 3.3.3-162 Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre

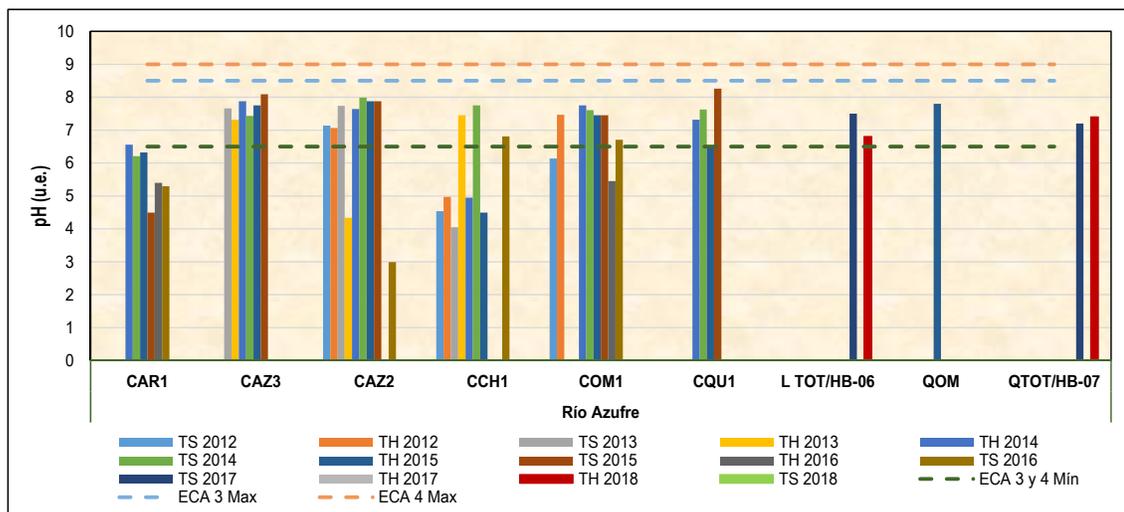
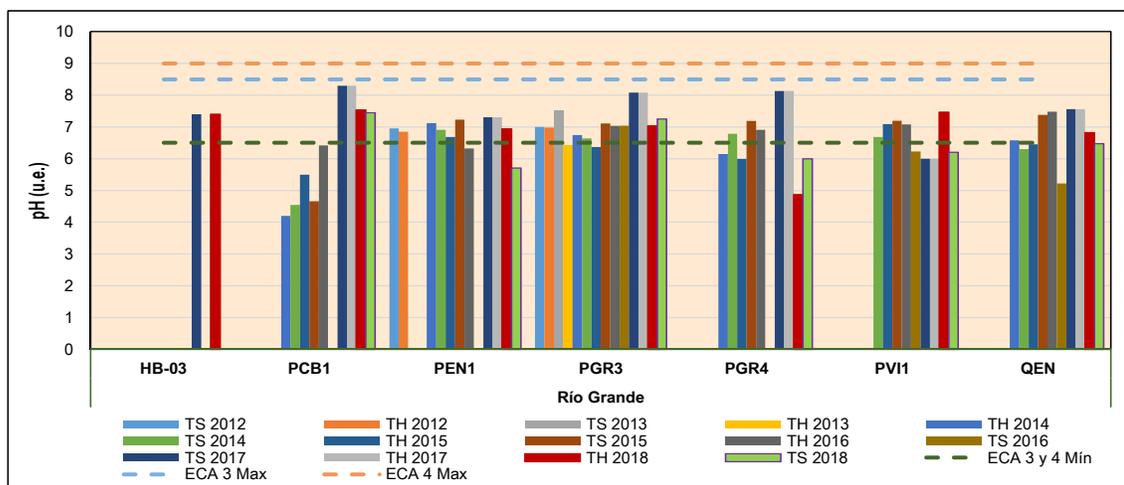


Gráfico 3.3.3-163 Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



Para el caso de la subcuenca del río Quinuario, las estaciones QDLS/HB-02 (quebrada la Saccha), CSJ1 y QSJ/HB-01 (quebrada San José) mostraron generalmente aguas neutras a ligeramente alcalinas, lo cual cumple con el ECA 3 y 4 (Ver Gráfico 3.3.3-164, Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario). Asimismo, las estaciones RTI1 (Río Tinte), HB-04 (quebrada Shillamayo), QPCN3 (quebrada S/N), RSA2 (río Shoclla, parte baja) y RSA3 (río Shoclla, parte alta) muestran principalmente valores de pH que corresponden a aguas neutras a ligeramente alcalinas, lo cual cumple con el ECA 3 y 4. Sin embargo, la estación RCH1 (quebrada Chachacoma) presenta, en la mayoría de registros, aguas ácidas a ligeramente ácidas (valores menores de 6.5 u.e.), lo cual no cumple con los estándares respectivos. Adicionalmente, se evidenciaron bajos valores (pH ácido) muy puntuales en las estaciones RTI1 y RSA2 (Ver Gráfico 3.3.3-165, Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo).

Gráfico 3.3.3-164 Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

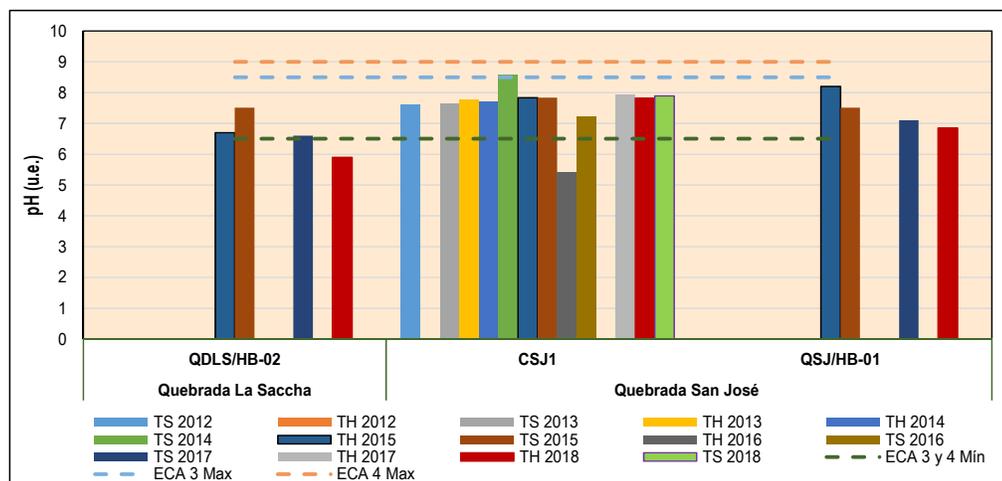
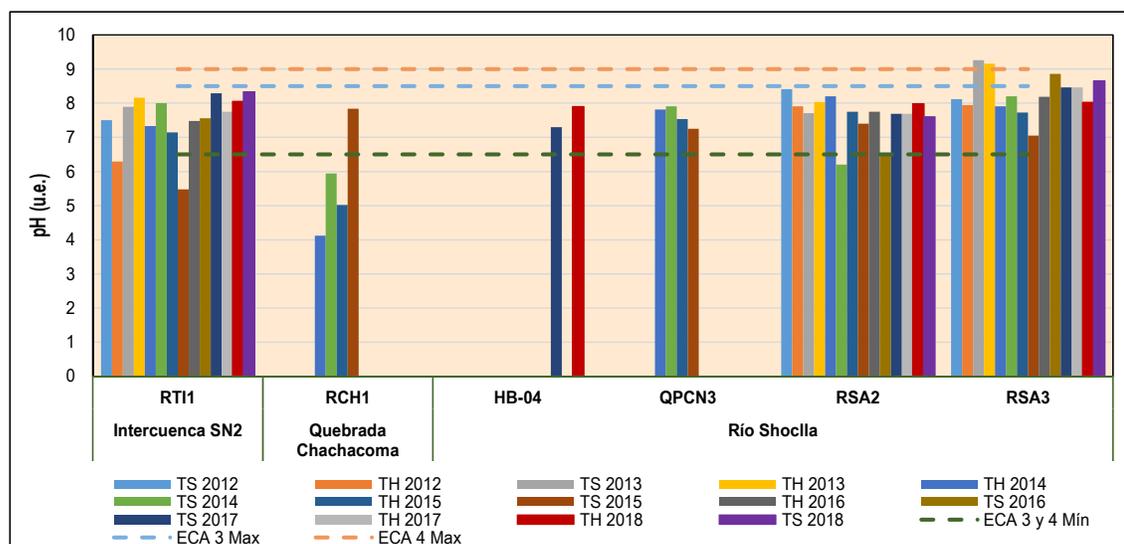


Gráfico 3.3.3-165 Valores de pH en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo



Se concluye que las excedencias mostradas para el parámetro pH (valores ácidos) en algunos cuerpos de agua (microcuenca de la quebrada Honda, río Azufre, río Shoclla) se explica por las condiciones naturales mineralizadas de las cuencas (presencia de metales disueltos en el agua por aporte de sedimentos), tal como se describe el ítem 3.2.5.3.4 Interpretación de Resultados (Subsección 3.2.5.3 Calidad de Agua Superficial y Efluentes). De igual forma, dicha subsección presenta registros de condiciones pre-mina o condiciones naturales sin afectación de las operaciones mineras (ver Tabla 3.2.5.3-8, Resultados de Calidad de Agua Superficial – Condiciones Pre-Mina), donde se evidenció concentraciones de pH que no se encuentran dentro del rango del ECA para todas las microcuencas

del área de influencia del proyecto. El pH registró valores ácidos para condiciones naturales (Pre-Mina), en los cuerpos de agua de todas las microcuencas de interés, los cuales estarían asociados a su vez a la presencia de metales que potencializan su solubilidad bajo condiciones de acidez tales como: aluminio y hierro.

Además, cabe precisar que si bien las condiciones naturales de los cuerpos de agua bajo condiciones pre-mina (antes de la construcción y operación del Proyecto) registran concentraciones por encima de los ECA para algunos parámetros catalogados como parámetros de excepción, en el Plan Integral para la Adecuación e Implementación a los Nuevos LMP para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero Metalúrgicos y a los ECAS para Agua de Yanacocha (2014) se aprobaron valores de excepción al cumplimiento con ECA en los puntos de control (CP) del proyecto, en este caso referido a los parámetros pH en todas las microcuencas de interés, y para metales como As, Fe, Pb, Mn en algunos curso de agua.

Respecto a las actividades del Proyecto, cabe resaltar que las condiciones históricas y actuales de los efluentes (vertimientos tratados) en los puntos de descargas autorizadas (DCP) muestran que los parámetros de interés (parámetros de campo, inorgánicos, metales) cumplen en general con la normativa nacional (LMP), por lo que no se afectan las condiciones basales de calidad de agua de los cuerpos receptores ubicado en las microcuencas de interés (más detalles ver ítem Efluentes en Subsección 3.2.5.3 *Calidad de Agua Superficial y Efluentes*).

De forma complementaria, cabe indicar que se utilizó el modelo de Balance de Masas (WSP, 2019) con el objetivo de evaluar los impactos sobre la calidad del agua en relación con los vertimientos. Para ello, se simuló la calidad de agua bajo dos escenarios, el primer escenario corresponde a la operación actual (caso Sin Proyecto) y el segundo escenario considera la implementación de los componentes sujetos a la II MEIA. Los resultados simulados para ambos escenarios no presentan ninguna excedencia tanto en los DCPs como CPs cumpliendo con los ECA y LMP correspondientes y por ende no se espera un impacto significativo sobre la calidad del agua por la implementación de la II MEIA.

Oxígeno disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) registrados en las estaciones de subcuenca de la quebrada Honda durante los eventos de monitoreo entre los años 2012 y 2018 variaron entre 0.71 y 9.9 mg/L, lo cual refleja en la mayoría de los casos condiciones aeróbicas (oxigenadas) de los hábitats en los cursos de agua evaluados, ya que cumplieron con el valor referencial del ECA 3 (>4 y 5 mg/L) y ECA 4 (≥ 5 mg/L); a excepción de algunos valores muy puntuales menores de 4 mg/ml que se registraron en la estación HH03 (quebrada Honda, 3 valores), CP12 (quebrada Río Colorado, 1 valor), QPL4 (quebrada Pampa Larga, 1 valor), HCU1 (río Cushuro, 1 valor) y HLV1 (quebrada Vizcacha (1 valor). Ver Gráfico 3.3.3-166, *Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

De igual forma, para el caso de la subcuenca del río Azufre, los valores de oxígeno en las estaciones variaron entre 2.05 y 8.1 mg/L, lo cual en general cumplió con los valores ECA 3 y ECA 4, a excepción de las estaciones CQU1 (quebrada Quecher, 1 valor), COM1 y QOM (ambas ubicadas en la quebrada Ocucho Machay, 1 valor), que presentaron bajos valores de este parámetro en una sola campaña de evaluación. Ver Gráfico 3.3.3-167, *Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*. Para el caso de la subcuenca del río Grande, se evidenció una tendencia similar, donde la mayoría de los registros en las estaciones cumplieron con los valores ECA 3 y ECA 4; sin embargo, se registraron valores bajos puntuales para las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral, 2 valores), PGR3 (río Grande, 1 valor), PGR4 (río Grande, 1 valor) y QEN (quebrada Encajón, 1 valor). Ver Gráfico 3.3.3-168, *Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*.

Gráfico 3.3.3-166 Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

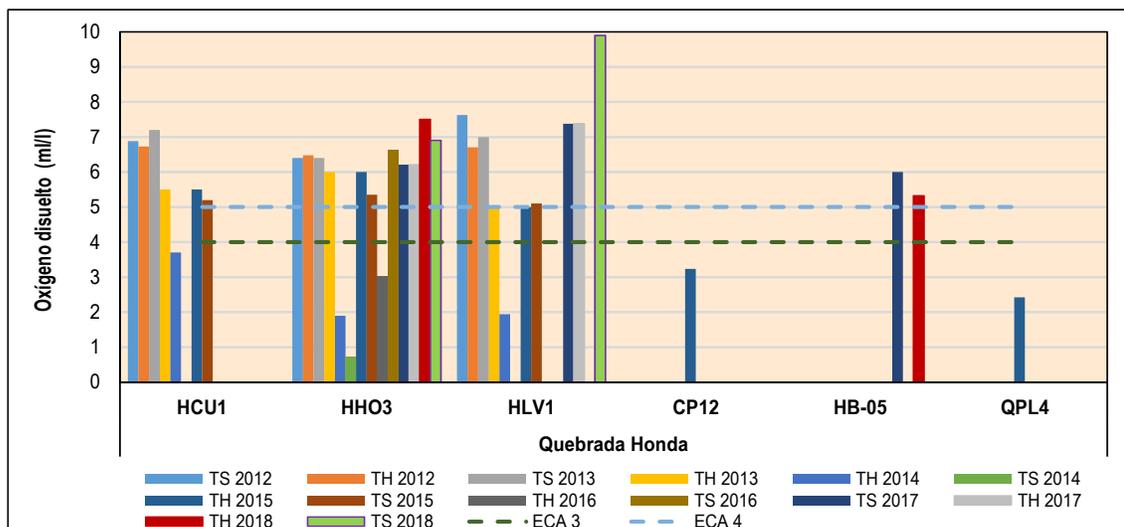


Gráfico 3.3.3-167 Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre

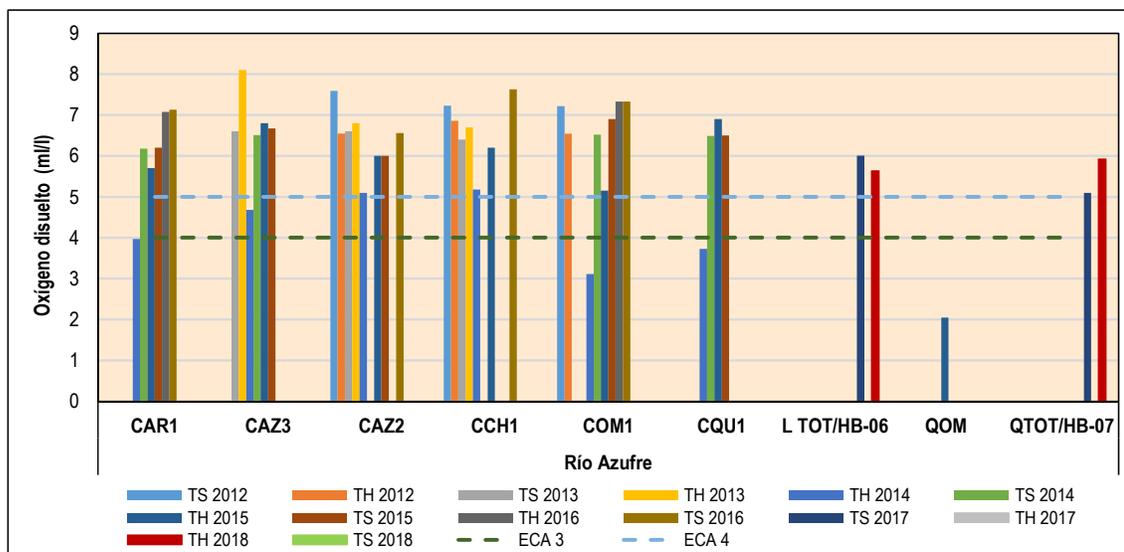
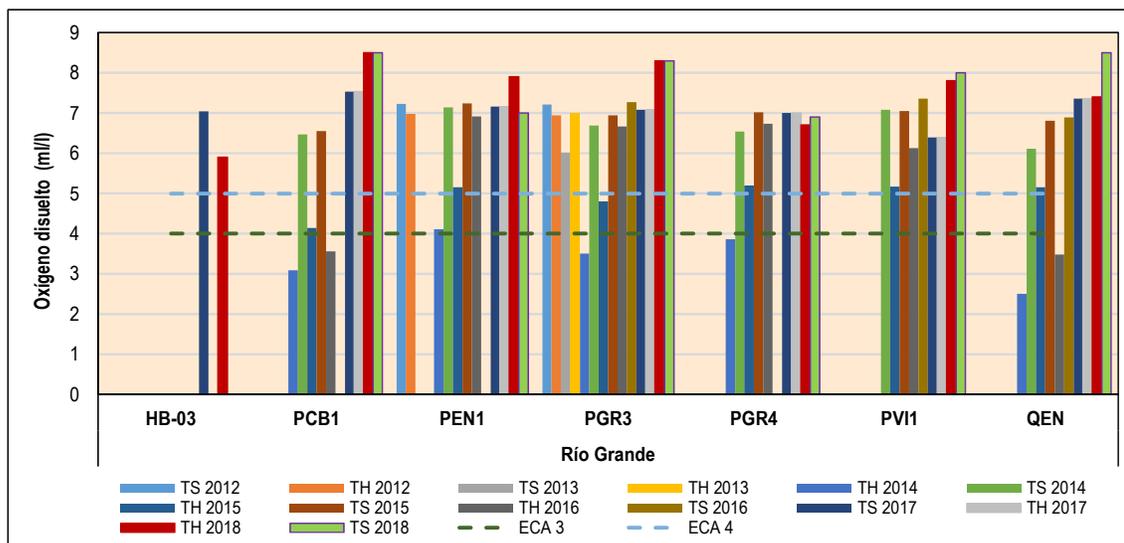


Gráfico 3.3.3-168 Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



Por otro lado, para el caso de la subcuenca del río Quinarario, las concentraciones de oxígeno disuelto variaron entre 2.29 y 8.4 mg/L durante los monitoreos del periodo 2012-2018, lo cual refleja en la mayoría de los casos condiciones aeróbicas (oxigenadas) de los hábitats en los cursos de agua evaluados, ya que cumplieron con el valor referencial del ECA 3 (>4 y 5 mg/L) y ECA 4 (≥ 5 mg/L); a excepción de algunos valores puntuales menores que se registraron en la estación QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, 1 valor) y QSJ/HB-01 (quebrada San José, 1 valor). Ver Gráfico 3.3.3-169, *Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarario*. Mientras, que para las estaciones de la subcuenca del río Rejo, se registraron valores de oxígeno entre 1.51 y 8.96 mg/L, lo cual en general cumplió con los valores ECA 3 y ECA 4, a excepción de las estaciones RTI1 (río Rejo, 1 valor), QPCN3 (quebrada S/N, 1 valor), RSA2 (río Shoclla, 2 valores) y RSA3 (río Shoclla, 2 valores), que presentaron bajos valores de este parámetro en una sola campaña de evaluación. Ver Gráfico 3.3.3-170, *Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*. En general, las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en algunas estaciones podrían estar relacionadas al bajo flujo o caudal presentado por los cursos de agua durante los eventos de muestreo.

Gráfico 3.3.3-169 Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarario

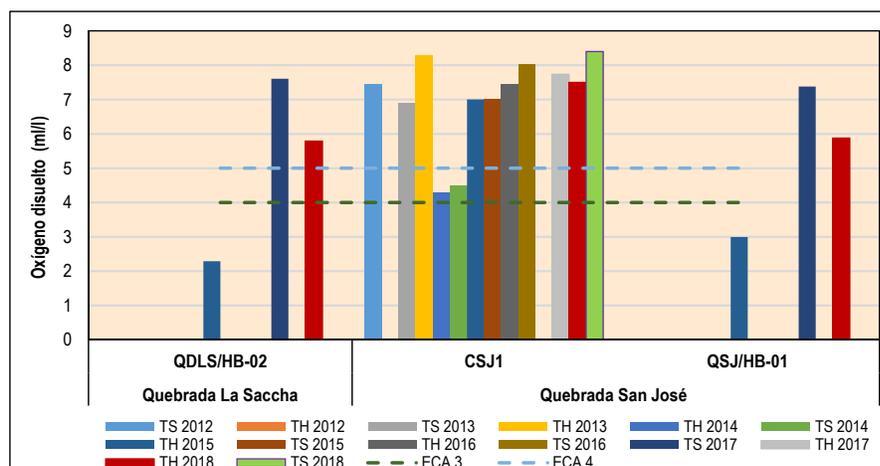
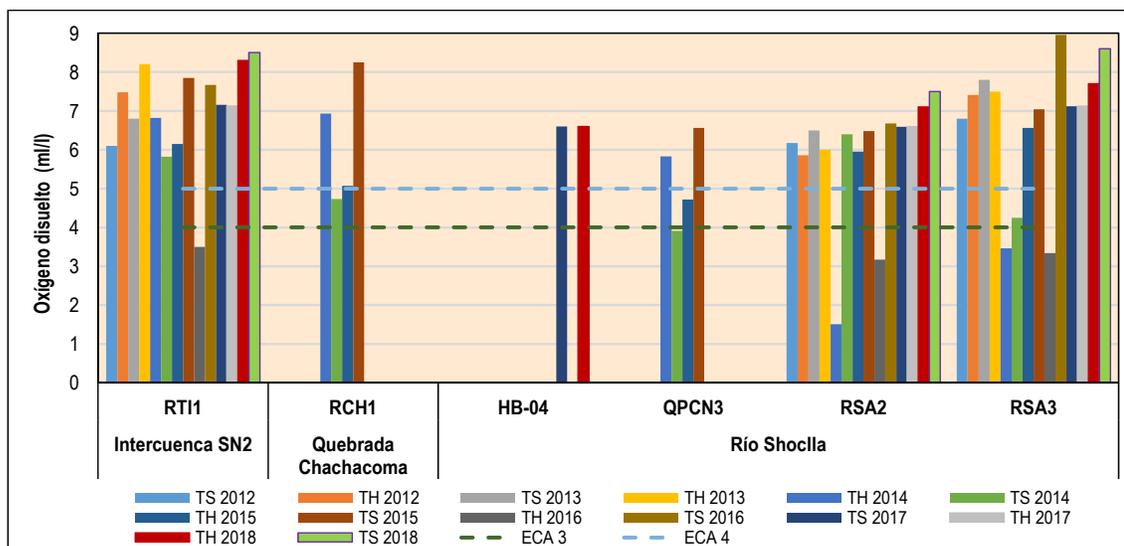


Gráfico 3.3.3-170 Concentración de Oxígeno Disuelto en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

Conductividad eléctrica

En relación con la conductividad eléctrica, este parámetro fluctuó entre 49 y 307 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda; y entre 95 y 1,074 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la subcuenca del río Azufre. De esta forma, casi la totalidad de los valores registrados para este parámetro en ambas subcuencas se encontraron muy por debajo de los valores referenciales para el ECA Categoría 3 (menores a 2,000-5,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y 4 (menores de 1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Sin embargo, se registró un valor puntual en la estación CAZ2 (río Azufre) durante la temporada seca del 2012, el que excedió ligeramente el ECA categoría 4. Ver Gráfico 3.3.3-171, Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda y Gráfico 3.3.3-172, Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre.

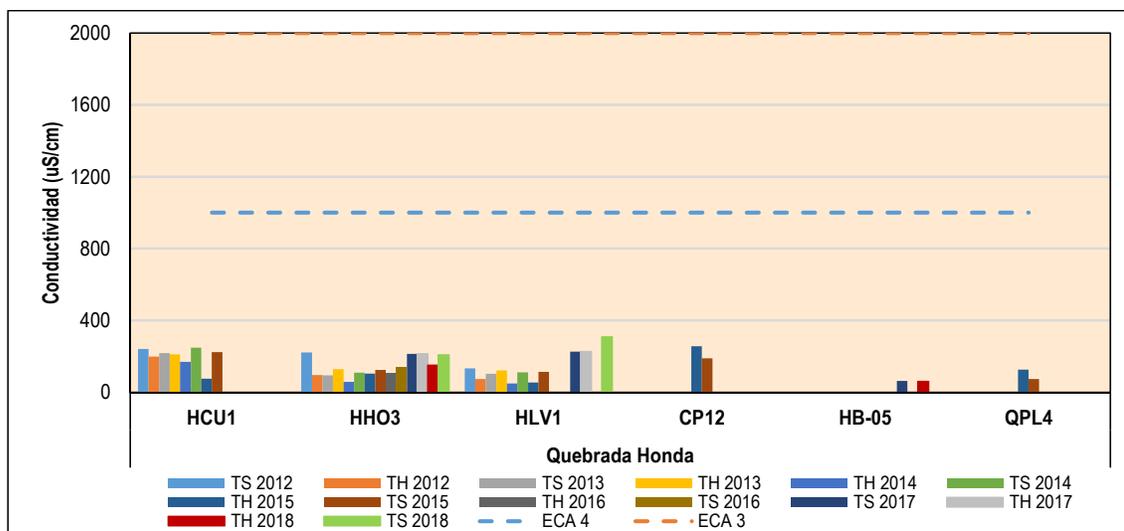
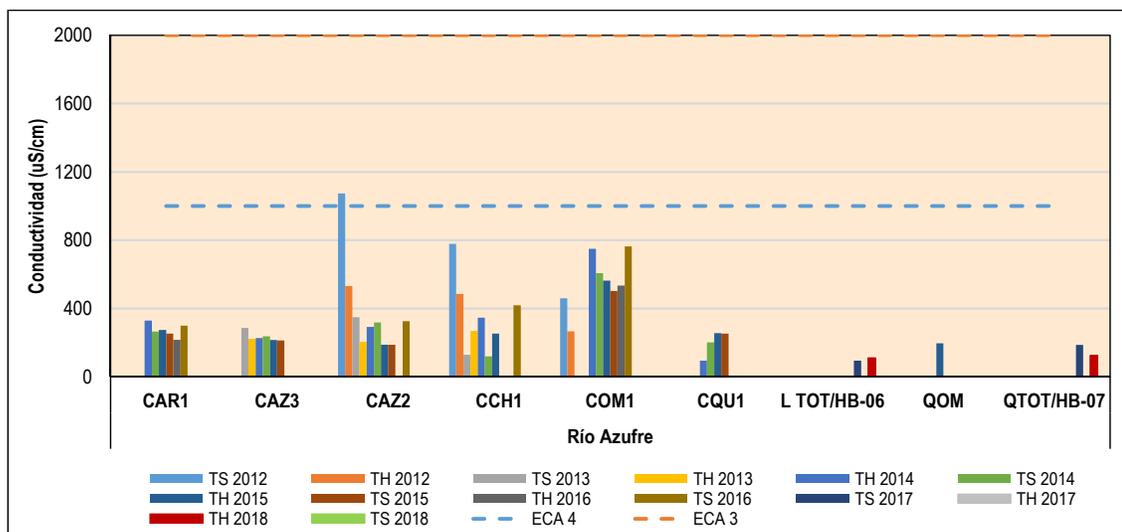
Gráfico 3.3.3-171 Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

Gráfico 3.3.3-172 Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre

Los valores de conductividad eléctrica para las estaciones de la subcuenca del río Grande fluctuaron entre 51 y 6,709 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde la mayor parte de los registros se encontraron por debajo de los valores referenciales para el ECA 3 y 4. Sin embargo, se registraron altos valores de conductividad en las estaciones PEN1 y QEN (ambas ubicadas en la quebrada Encajón) durante la temporada seca 2015, los cuales excedieron significativamente el ECA 3 y 4 (Ver Gráfico 3.3.3-173, Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande). Asimismo, las tres estaciones (QDLS/HB-02, CSJ1 y QSJ/HB-01) de la subcuenca del río Quinarío presentaron valores de conductividad que cumplieron en general con los estándares respectivos (Ver Gráfico 3.3.3-174, Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarío).

Finalmente, los valores de conductividad eléctrica para las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuaron entre 44.5 y 1,900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde la mayor parte de los registros se encontraron por debajo de los valores referenciales para el ECA 3 y 4. No obstante, se registraron altos valores de conductividad en las estaciones RT11 (río Tinte), RCH1 (quebrada Chachacomá) y RSA3 (río Shoclla, parte alta), los cuales superaron el valor referencial del ECA 4, durante el monitoreo de la temporada seca del 2015. Ver Gráfico 3.3.3-175, Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo.

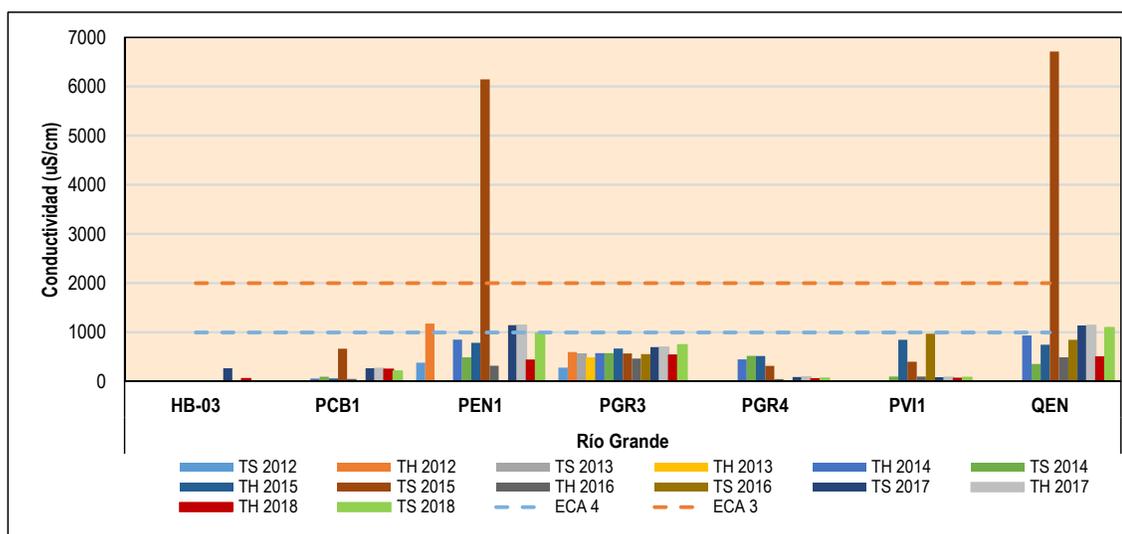
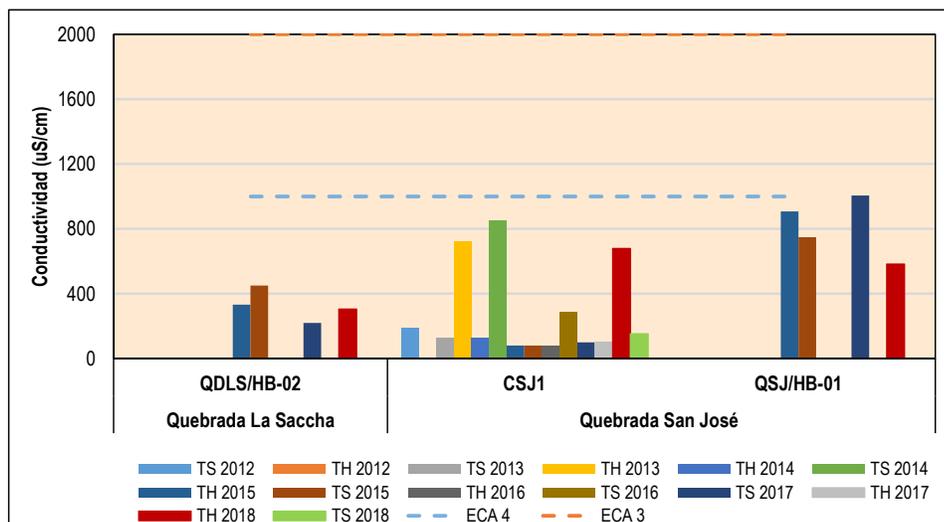
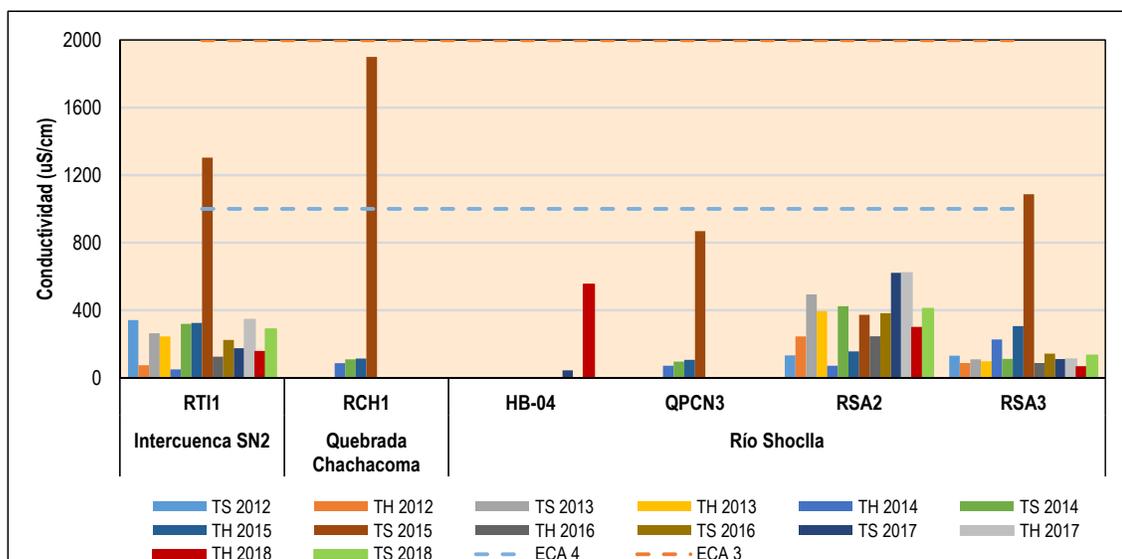
Gráfico 3.3.3-173 Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande

Gráfico 3.3.3-174 Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario**Gráfico 3.3.3-175 Valores de Conductividad Eléctrica en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo**

Fitoplancton

Composición de especies

En relación con la composición de especies, las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria (estos últimos en menor proporción) son los grupos del fitoplancton con mayor número de especies en todas las estaciones y períodos de evaluación (monitoreo de vida acuática del periodo 2012, línea base del periodo 2015 y 2017-2018). Las otras divisiones como Charophyta, Euglenophyta (Euglenozoa), Dinophyta (Miozoa) y Chrysophyta presentaron una menor representación dentro de la comunidad, siendo grupos pequeños y temporales sujetos a las condiciones nutricionales y físico químicas del cuerpo de agua. Debe considerarse que no se cuenta con información de la comunidad del fitoplancton durante los monitoreos hidrobiológicos de los periodos 2013-2018, ya que no fue incluido como parte de las evaluaciones de campo.

En las evaluaciones hidrobiológicas realizadas por INSIDEO en el 2015 (temporada húmeda y seca), se registró un total de 130 especies de fitoplancton, pertenecientes a seis divisiones, doce clases, 27 órdenes

y 40 familias. La división Bacillariophyta registró los valores más elevados de riqueza, con 86 especies reportadas (66% del total), seguida de las divisiones Chlorophyta y Cyanobacteria, con 22 y 18 especies reportadas respectivamente (17% y 14% de la riqueza total, respectivamente). Durante la temporada húmeda 2015, se reportó un total de 63 especies del fitoplancton, distribuidas en 46 especies de Bacillariophyta, 10 especies de Chlorophyta y 7 especies de Cyanobacteria; mientras que, en la temporada seca, se registró un total de 79 especies del fitoplancton, agrupadas en 52 especies de Bacillariophyta, 12 especies de Chlorophyta, 11 especies de Cyanobacteria, y otras divisiones con una o dos especies cada una. La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron el predominio de las bacilariofitas en ambas temporadas dentro de las muestras de fitoplancton.

En relación a la línea base de la I MEIA Yanacocha realizada por Stantec, durante la evaluación hidrobiológica de época seca 2017 se reportó un total de 36 especies de fitoplancton distribuidas principalmente en 20 especies de Bacillariophyta, 5 especies de Cyanobacteria, 4 especies de Chlorophyta y 3 especies de Charophyta; las otras divisiones presentaron un solo taxón. Mientras que durante la época húmeda 2018 se registraron en total 23 especies agrupadas en 7 especies de Bacillariophyta, 5 especies de Chlorophyta, 4 especies de Cyanobacteria, y 4 especies de Charophyta; las otras divisiones presentaron un solo taxón. La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron el predominio de las bacilariofitas dentro de las muestras de fitoplancton. Comparando ambas temporadas de evaluación, se observa una menor riqueza del fitoplancton durante la época húmeda, lo cual está asociado a un incremento de la disponibilidad de agua (temporada de lluvia) lo que condiciona menores concentraciones de los taxones del fitoplancton.

La marcada dominancia por parte de las bacilariofitas, tanto en riqueza como en abundancia, en la mayoría de las estaciones y subcuencas evaluadas coincide con el patrón natural observado en los hábitats lóticos a nivel mundial (Wetzel, 2001; Lampert y Sommer, 2007; Lowe y LaLiberte, 2007). La presencia y abundancia de estos grupos taxonómicos (particularmente Bacillariophyta) expresa la alta diversidad de especies que colonizan los ambientes evaluados (lénticos y lóticos), siendo concordante con otros trabajos realizados para ecosistemas acuáticos de la sierra peruana. Según Roldán (2004) las diatomeas presentan una alta adaptabilidad a diferentes tipos de ecosistemas acuáticos adecuándose y colonizando con facilidad dando un gran aporte a la productividad total del sistema del que forman parte, razón por la cual se les utiliza como organismos bioindicadores de la calidad del agua.

En general, la comunidad fitoplanctónica en los ambientes lóticos estuvo dominada por especies de diatomeas de amplia distribución como *Ulnaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Fragilaria sp.*, entre otras, que son taxones de amplia distribución, que prefieren habitar sistemas lóticos ubicados en las partes altas o nacimientos de las cuencas, caracterizados por menor velocidad de corriente, poca profundidad y presencia de vegetación ribereña (Luján *et al.*, 2005). Otros estudios en ambientes lóticos han evidenciado que las quebradas y arroyos con menor velocidad de corriente, rívera más vegetada y abundantes macrófitas, son más abundantes en especies tales como *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula* y sus variedades, *Gomphonema minutum* y *Ulnaria ulna*.

Riqueza y Abundancia de especies

La riqueza de especies en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 4 y 35 especies durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies (35) en las estaciones HLV1 y QVIZ, ubicadas en la quebrada Vizcacha; y un menor número de especies en la estación QPL4, que corresponde a la quebrada Pampa Larga (Ver Gráfico 3.3.3-176, *Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*). Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la riqueza de fitoplancton fluctuó entre 4 y 29 especies, en el cual las estaciones COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) y CAZ2 (río Azufre) presentaron el mayor número de especies; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones QHCAR (quebrada Huáscar) y QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) (Ver Gráfico 3.3.3-177, *Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

Gráfico 3.3.3-176 Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

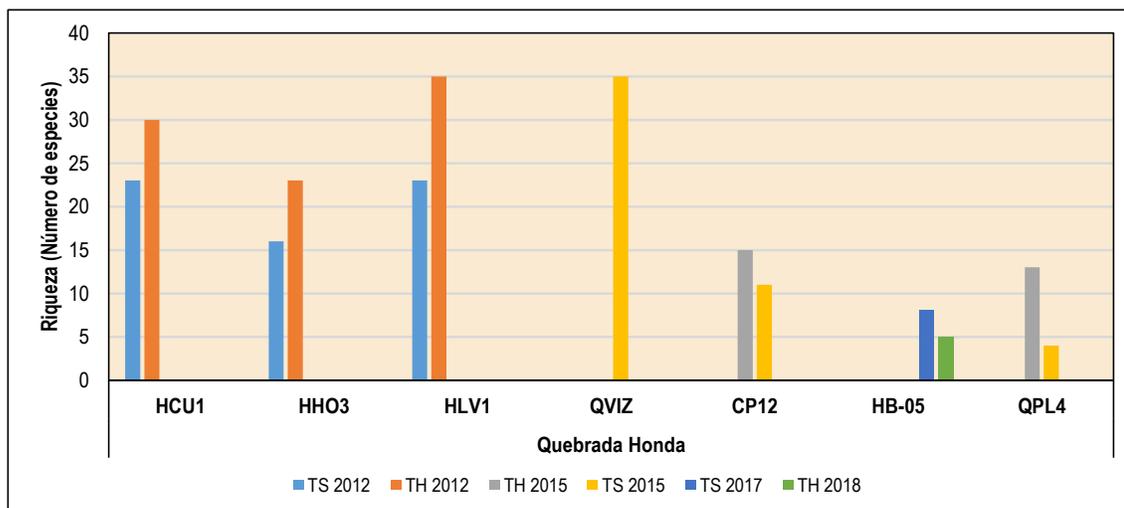
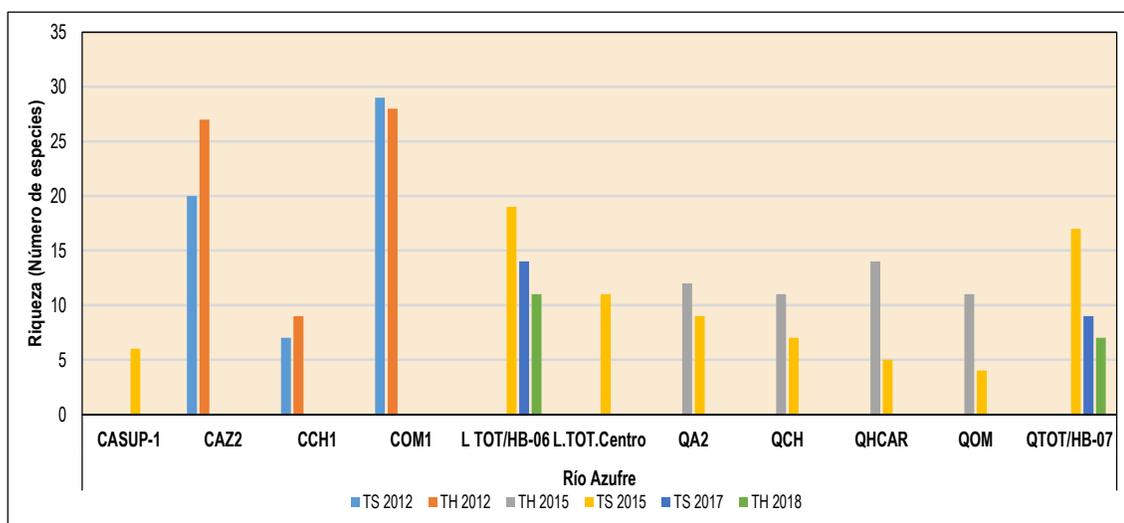


Gráfico 3.3.3-177 Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Para el caso de la subcuenca del río Grande, la riqueza del fitoplancton varió entre 4 y 15 especies durante los periodos de evaluación, con un mayor número de especies (15) en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja) (Ver Gráfico 3.3.3-178, *Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinarío, la riqueza de fitoplancton fluctuó entre 2 y 29 especies, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de especies (Ver Gráfico 3.3.3-179, *Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarío*).

Finalmente, la riqueza del fitoplancton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 2 y 28 especies, observándose un mayor número de especies en la localidad RSA3 (río Shoclla, parte alta). Ver Gráfico 3.3.3-180, *Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*.

Comparando el número de especies a nivel estacional o temporal, se registraron valores relativamente mayores de riqueza de fitoplancton durante la época húmeda; este patrón fue observado para la mayor parte de las estaciones dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Comparando el número de

especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de las subcuencas de la quebrada Honda y del río Azufre.

Gráfico 3.3.3-178 Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande

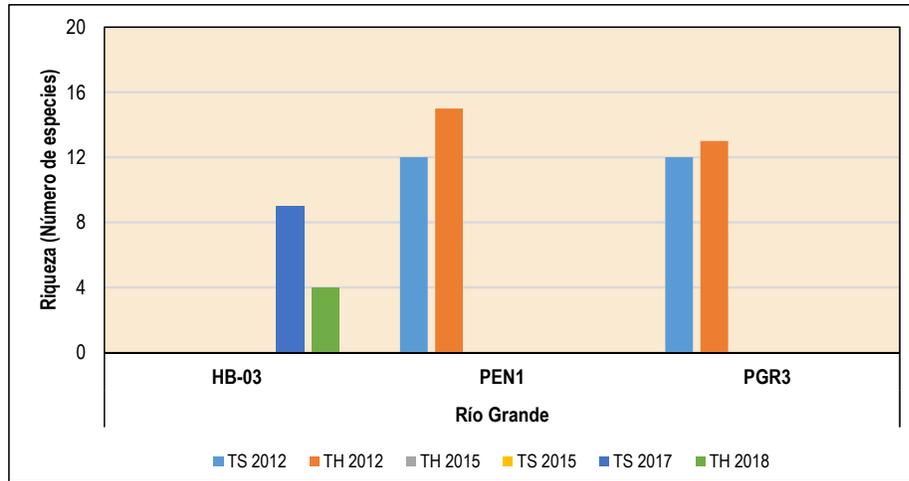


Gráfico 3.3.3-179 Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarío

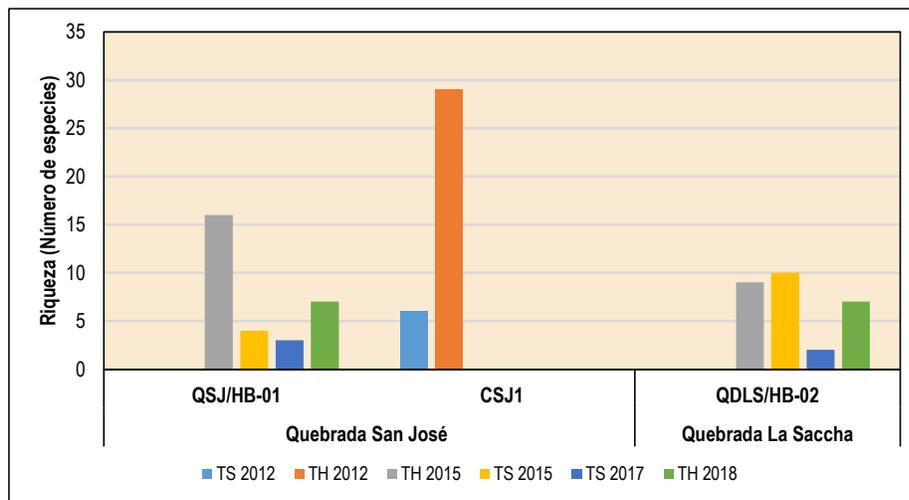
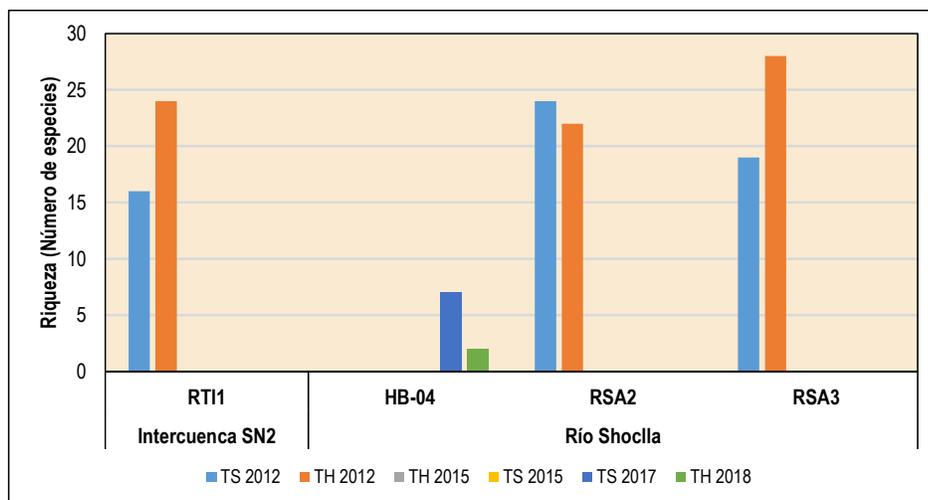


Gráfico 3.3.3-180 Riqueza de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

La abundancia de especies del fitoplancton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 23 y 61,850 organismos durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies en las estaciones HLV1, ubicada en la quebrada Vizcacha; y un menor número de especies en la estación QPL4, que corresponde a la quebrada Pampa Larga. Al respecto, la microcuenca de la quebrada Honda ha sido documentada por tener condiciones naturales de bajo pH y altas concentraciones de metales que limitarían la colonización de la biota acuática, en este caso del fitoplancton. Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la abundancia de fitoplancton fluctuó entre 9 y 33,100 especies, en el cual la localidad CAZ2 (río Azufre) presentó el mayor número de organismos; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones QCH y QHCAR (quebrada Huáscar) y QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta). Ver la Tabla 3.3.3-29, *Abundancia de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

Para el caso de la subcuenca del río Grande, la abundancia del fitoplancton varió entre 110 y 11,200 organismos durante los periodos de evaluación, con un mayor número en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinuario, la abundancia de fitoplancton fluctuó entre 29 y 32,450 organismos, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de individuos. Finalmente, la abundancia de fitoplancton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 100 y 48,550 organismos, observándose un mayor número de organismos en la localidad RSA3 (río Shoclla, parte alta). Ver Tabla 3.3.3-29, *Abundancia de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

Tabla 3.3.3-29 Abundancia de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TH 2015 | TS 2015 | TS 2017 | TH 2018 |
|----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | 27,750 | 34,350 | | | | |
| | | HHO3 | 9,050 | 17,450 | | | | |
| | | HLV1 | 20,850 | 61,850 | | | | |
| | | QVIZ | | | | 557 | | |
| | | CP12 | | | 188 | 86 | | |
| | | HB-05 | | | | | 9,900 | 4,700 |
| | | QPL4 | | | 170 | 23 | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CASUP-1 | | | | 16 | | |
| | | CAZ2 | 13,100 | 33,100 | | | | |
| | | CCH1 | 2,200 | 4,550 | | | | |
| | | COM1 | 18,150 | 23,150 | | | | |

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TH 2015 | TS 2015 | TS 2017 | TH 2018 |
|---|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | L TOT/HB-06 | | | | 274 | 3,000 | 1,700 |
| | | L.TOT.Centro | | | | 289 | | |
| | | QA2 | | | 121 | 245 | | |
| | | QCH | | | 43 | 65 | | |
| | | QHCAR | | | 146 | 10 | | |
| | | QOM(CP8) | | | 70 | 9 | | |
| | | QTOT/HB-07 | | | | | 329 | 1,600 |
| Río Grande | Río Grande | HB-03 | | | | | 110 | 400 |
| | | PEN1 | 6,600 | 11,200 | | | | |
| | | PGR3 | 4,750 | 5,350 | | | | |
| Río Quinario | Quebrada San José | QSJ/HB-01 | | | 128 | 29 | 50 | 275 |
| | | CSJ1 | 3,500 | 32,450 | | | | |
| | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | 119 | 150 | 840 | 250 |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | 13,650 | 29,350 | | | | |
| | Río Shoclla | HB-04 | | | | | 150 | 100 |
| | | RSA2 | 17,600 | 16,200 | | | | |
| | | RSA3 | 15,150 | 48,550 | | | | |
| <p>Nota: TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca</p> <p>Fuente: Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012) Línea Base Hidrobiológica - V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015) Línea Base Hidrobiológica - MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018)</p> | | | | | | | | |

La abundancia total mostró un patrón similar a la de riqueza de especies, ya que se registraron valores relativamente mayores de abundancia de fitoplancton durante la época húmeda; este patrón fue observado para la mayor parte de las estaciones dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Comparando el número de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de las subcuencas de la quebrada Honda y del río Azufre.

En general, se registraron mayores valores de riqueza específica y de abundancia del fitoplancton durante las evaluaciones de época húmeda. Los resultados obtenidos de riqueza y abundancia están acorde a la literatura científica, la cual sostiene que los períodos hidrológicos (precipitaciones) y los cambios estacionales juegan un papel importante en la estructuración de la comunidad algal, determinando sobre todo cambios en la abundancia relativa de las especies (Martínez y Donato, 2003; Zapata y Donato, 2005; Gottlieb, 2006). De esta forma, las fluctuaciones térmicas y pluviométricas también afectan las características de los cuerpos de agua (*ejemplo*, conductividad, pH, superficie de la cubeta) y, por consiguiente, la biota que los habita.

Sin embargo, debe considerarse que las diferencias en resultados de abundancia y riqueza de especies entre las temporadas de evaluación para estas subcuencas estuvieron relacionadas también a las diferencias metodológicas encontradas en estos estudios tanto en el muestreo en campo como en los resultados de laboratorio (nivel de identificación y cuantificación de especies), sobre todo los referidos a la evaluaciones de los monitoreos de vida acuática, en relación a los estudios línea base de los periodos 2015 y 2017-2018.

Diversidad de Especies

El índice de Shannon-Wiener es un índice de equidad que mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Según Wilhm & Dorris (1968), los valores menores a 1, indican severas condiciones de degradación (comunidades menos balanceadas, con estrés o con ambientes y hábitats perturbados), en tanto que valores entre 1-3, indican que los cursos de agua se encuentran moderadamente intervenidas (contaminadas), mientras

que los valores superiores a 3 indican que los cursos de agua se encuentran limpios y presentan en general comunidades bien balanceadas y más diversas.

Como resultado de la variación encontrada para los parámetros de abundancia y riqueza específica, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon (H') del fitoplancton para las estaciones de muestreo dentro de las diferentes subcuencas se mostraron también variables. Los índices de diversidad del fitoplancton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0.63 y 4.67 bits/ind, correspondiente principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro) y QVIZ (quebrada Vizcacha). Sin embargo, la estación HB-05 (laguna Maqui Maqui 3) presentó bajos índices de diversidad durante el periodo 2017-2018. Ver Gráfico 3.3.3-181, *Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 1.59 y 4.40 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones CAZ2 (río Azufre) y COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja), y menores valores en las localidades QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) y LTOT/HB-06 (laguna Totorá) (Ver Gráfico 3.3.3-182, *Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*). Asimismo, los valores de diversidad de fitoplancton en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 1.70 y 3.45 bits/ind, que equivale a una diversidad media, con mayores valores en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja) (Ver Gráfico 3.3.3-183, *Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*).

Gráfico 3.3.3-181 Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

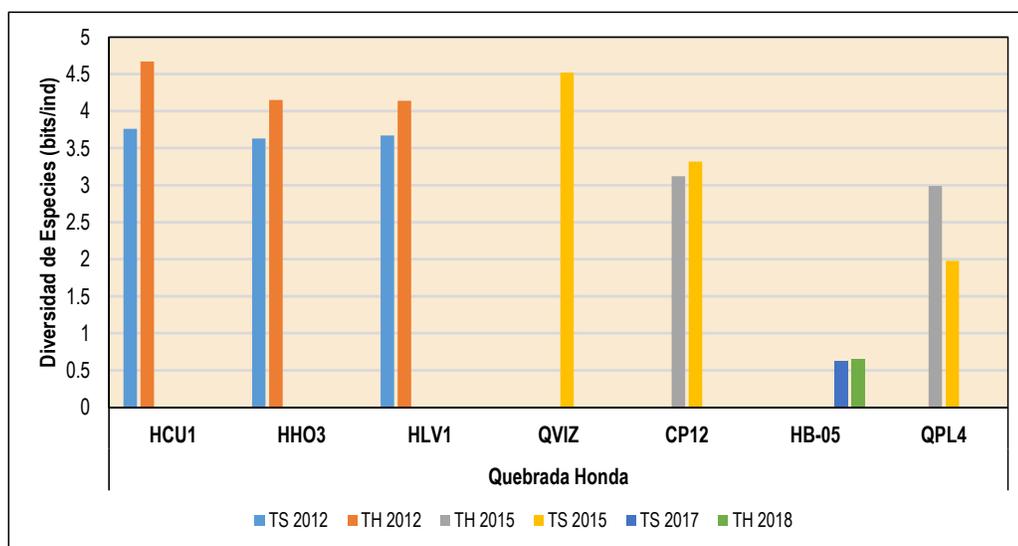


Gráfico 3.3.3-182 Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre

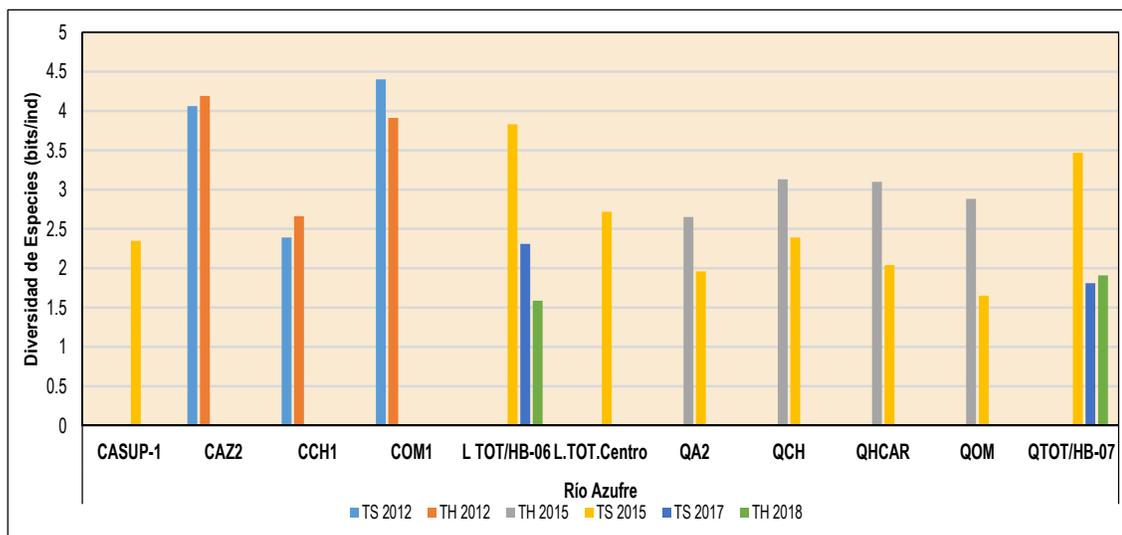
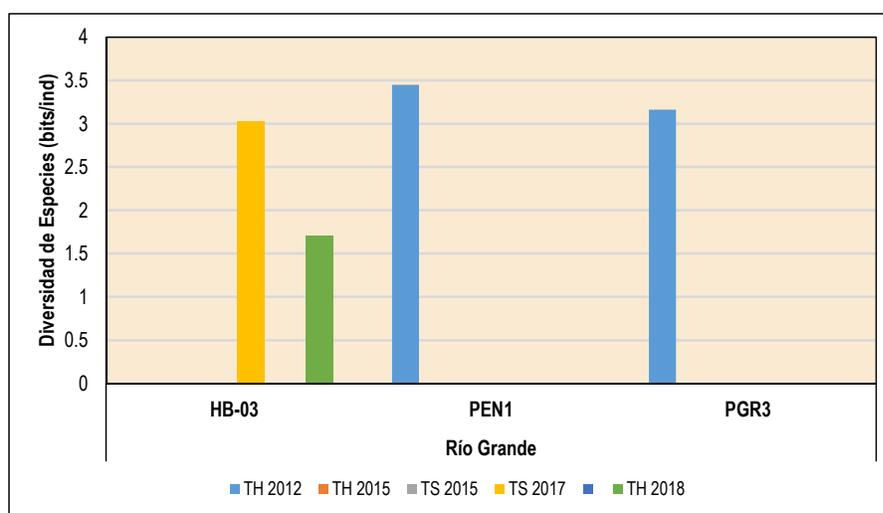


Gráfico 3.3.3-183 Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



Adicionalmente, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinuario fluctuaron entre 0.16 y 4.35 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) (Ver Gráfico 3.3.3-184, *Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario*). Mientras que, los índices de diversidad de fitoplancton en la subcuenca del río Rejo variaron entre 1.00 y 4.25 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación RSA2 (río Shoclla, parte baja) (Ver Gráfico 3.3.3-185, *Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*).

La diversidad de especies de Shannon para el fitoplancton mostró un patrón similar a la de riqueza y abundancia de especies, ya que se registraron índices relativamente mayores de diversidad de fitoplancton durante la época húmeda; este patrón fue observado para la mayor parte de las estaciones dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Comparando la diversidad de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de las subcuencas de la quebrada Honda y del río Azufre.

Gráfico 3.3.3-184 Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

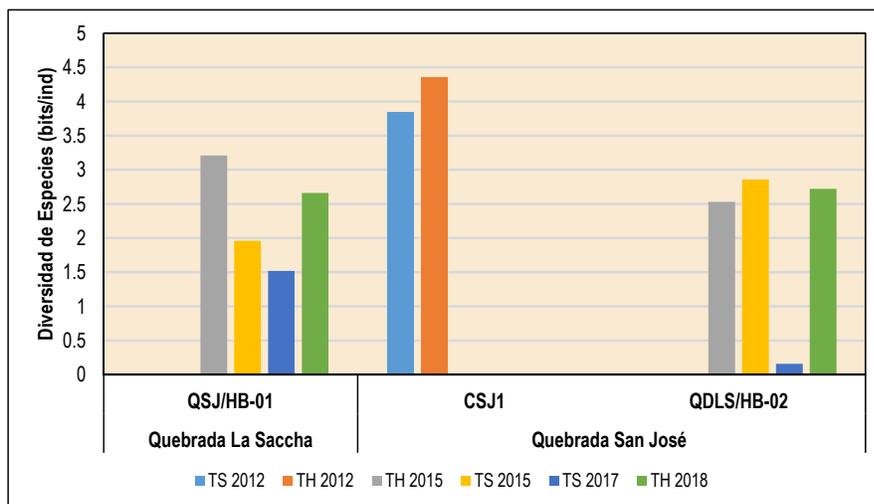
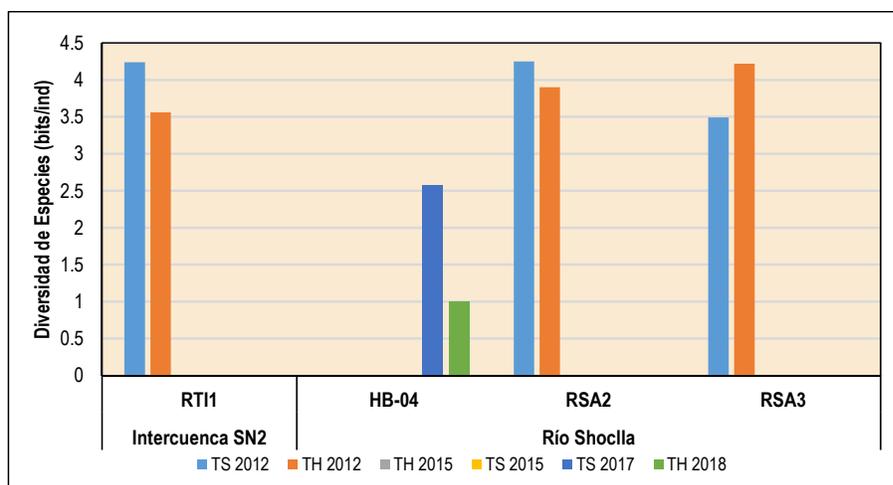


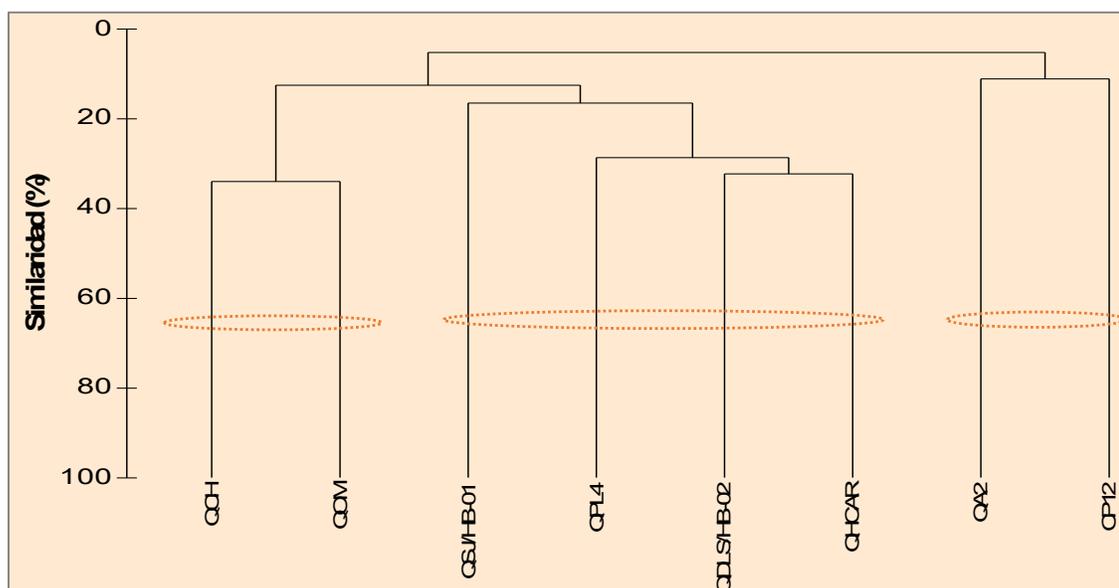
Gráfico 3.3.3-185 Diversidad de Especies del Fitoplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



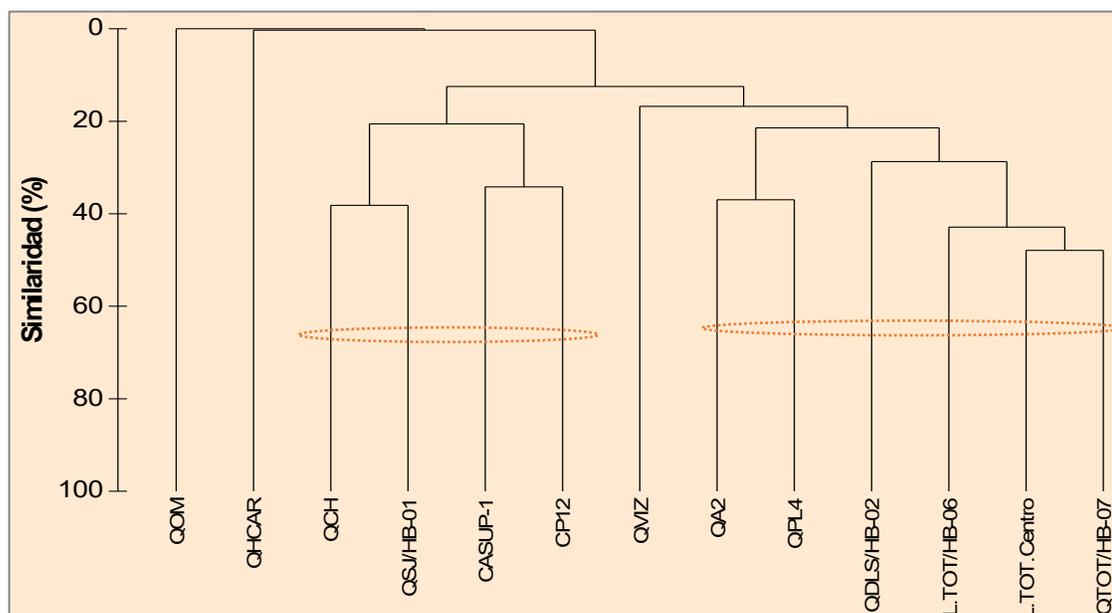
Diversidad Beta - Similitud de Estaciones

A fin de proporcionar información actualizada y consistente, para el análisis de similitud de estaciones que proporcionen información sobre la diversidad beta de la comunidad del fitoplancton, se ha empleado la información generada durante el año 2015 para las temporadas seca y húmeda.

De acuerdo al Gráfico 3.3.3-186, *Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Húmeda 2015*, se identificaron tres (03) asociaciones con baja similitud (menor al 50%): el primer grupo formado por las estaciones QCH (quebrada Chaquicocha, parte alta) y QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta), ambas ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Azufre, con una similitud del 34%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Nitzschia umbonata* y *Surirella ovalis*. La segunda asociación incluye las estaciones QJS/HB-01 (quebrada San José, subcuenca del río Quinuario), CPL4 (quebrada Pampa larga, subcuenca de la quebrada Honda), QHCAR (quebrada Huáscar, subcuenca de la quebrada Azufre) y QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, subcuenca del río Quinuario), con una similitud del 16%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Gomphonema clevei* y *Craticula cuspidata*. El tercer grupo incluye las estaciones CP12 (quebrada Río Colorado, subcuenca de la quebrada Honda) y QA2 (quebrada Arnacocha, subcuenca del río Azufre), con una baja similitud del 11%.

Gráfico 3.3.3-186 Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Húmeda 2015

Por otro lado, el Gráfico 3.3.3-187, *Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Seca 2015*, muestra dos (02) asociaciones con baja similitud (menor al 50%): el primer grupo formado por las estaciones QCH (quebrada Chaquicocha), QJS/HB-01 (quebrada San José, subcuenca del río Quinuario), CASUP-1 (quebrada Ocucho Machay, subcuenca del río Azufre) y CP12 (quebrada Río Colorado, subcuenca de la quebrada Honda), con una similitud del 21%, caracterizadas por la dominancia de la cianobacteria *Oscillatoria* sp. El segundo grupo incluye las estaciones QA2 (quebrada Arnacocha, subcuenca del río Azufre), QPL4 (quebrada Pampa larga, subcuenca de la quebrada Honda), QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, subcuenca del río Quinuario), LTOT/HB-06 (laguna Totorá) y QTOT/HB-07 (quebrada Totorá), con una similitud del 21%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Fragilaria* sp. y *Synedra ulna*.

Gráfico 3.3.3-187 Dendrograma de Similitud del Fitoplancton Durante Temporada Seca 2015

Considerando que la composición específica y la abundancia del fitoplancton ha sido variable entre las estaciones de muestreo, es esperable la baja similaridad observada entre las estaciones de muestreo analizadas para ambas temporadas del 2015.

En general, la similitud entre la composición específica del fitoplancton en algunos ambientes evaluados puede ser atribuible, probablemente, a factores como la luz, temperatura, tipo de sustrato, velocidad de corriente, y los factores ambientales que inciden en la calidad de los ambientes acuáticos en general, los cuales se comportarían de forma semejante en cursos de agua muy distantes uno de otro. Las diferencias hidrológicas del lecho del río (sustrato), morfología, y ribera permiten también inferir que las variaciones registradas puedan deberse a esos factores, como son la presencia de pozones, vegetación ribereña, velocidad de corriente, declive de los cursos y profundidad del cauce.

Zooplancton

Composición de especies

Las comunidades zooplanctónicas dulceacuícolas están constituidas esencialmente por rotíferos y crustáceos (artrópodos), sin embargo, también son importantes la presencia de ciliados, flagelados heterotróficos y protozoarios tecados. Las poblaciones zooplanctónicas dominantes varían en los sistemas oligotróficos, mesotróficos y eutróficos (Acosta *et al.*, 2009).

En relación con la composición y abundancia por riqueza de especies, los grupos Arthropoda, Amoebozoa (Lobosa), Cercozoa y Rotifera predominaron en las muestras del zooplancton, en relación a los otros taxones en la mayor parte de las estaciones y periodos de evaluación (monitoreo de vida acuática del periodo 2012, línea base del periodo 2015 y 2017-2018).

En las evaluaciones hidrobiológicas complementarias realizadas por INSIDEO en 2015 (temporada húmeda y seca), se registró un total de 28 especies, pertenecientes a cinco phyla: Amoebozoa, Arthropoda, Cercozoa, Ciliophora y Rotifera. El phylum Amoebozoa presentó los valores más elevados de riqueza, con once especies reportadas (39% de la riqueza total), seguido de los phyla Ciliophora y Cercozoa, con siete y cuatro especies respectivamente (25% y 14% del total, respectivamente), y de los phyla Arthropoda y Rotifera, con cuatro especies (11% del total). Durante la temporada húmeda 2015, se reportó un total de ocho especies, distribuidas en tres phyla, cinco clases, seis órdenes y siete familias; el phylum Amoebozoa reportó la riqueza más elevada, con cuatro especies registradas, seguido de los phyla Ciliophora y Cercozoa, con tres y una especie, respectivamente. Mientras que durante la temporada seca 2015, se registró un total de ocho especies, distribuidas en tres phyla, cinco clases, seis órdenes y siete familias; el phylum Amoebozoa reportó la mayor riqueza de especies, con ocho especies registradas, seguido del phylum Ciliophora, con cuatro especies, y los phyla restantes presentaron tres especies cada uno. La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron el predominio de los amoebozoos en ambas temporadas dentro de las muestras de zooplancton.

En relación a la línea base complementaria de la I MEIA Yanacocha realizada por Stantec, durante época seca 2017 se reportó un total de 11 especies de zooplancton distribuidos principalmente en 3 especies de Arthropoda, 2 especies de Cercozoa, 2 especies de Amoebozoa y 2 especies de Rotifera; las otras phyla presentaron un solo taxón. No se evidenció un claro predominio de algún taxón dentro de las muestras de zooplancton. Mientras que durante época húmeda 2018 se reportó un total de 5 especies de zooplancton agrupados en 2 especies de Rotifera, 1 especie de Cercozoa, 1 especie de Lobosa y 1 especie de Nematoda.

Debe considerarse que el predominio de especies del grupo Amoebozoa en los cuerpos de agua evaluados ocurre debido a que los taxones disponen de una gran cantidad de alimento (bacterias, diatomeas, nemátodos, partículas de materia orgánica, hongos y otros protozoos) que les permite tener una densidad permanente. De esta forma, durante la época seca, la degradación de materia orgánica favorece la proliferación de bacterias, lo que permite que los protozoarios abunden en la comunidad zooplanctónica. Asimismo, los Arthropoda, por lo general, son organismos que abundan rápidamente frente a la acumulación de materia orgánica hallando una oferta de alimento disponible para su desarrollo.

Riqueza y Abundancia de especies

La riqueza de especies del zooplancton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 0 y 5 especies durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies en las estaciones HLV1, ubicada en la quebrada Vizcacha; y un menor número de especies en la estación QPL4 (quebrada Pampa Larga) y CP12 (quebrada Río Colorado) durante la temporada húmeda 2015, y HB-05 (laguna Maqui Maqui 3) durante la temporada seca 2017 (Ver Gráfico 3.3.3-188, *Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*). Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la riqueza de zooplancton fluctuó entre 0 y 6 especies, en el cual las estaciones CAZ2 (río Azufre) y LTOT/HB-06 (laguna Tatora) presentaron el mayor número de especies; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones CAPSUP-1 (quebrada Ocucho Machay, parte alta) y QA2 (quebrada Arnacocha) durante la temporada seca 2015, así como QCH (quebrada Chachacoma, parte alta) y QHCAR (quebrada Huáscar) durante la temporada húmeda 2015 (Ver Gráfico 3.3.3-189, *Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

Gráfico 3.3.3-188 Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

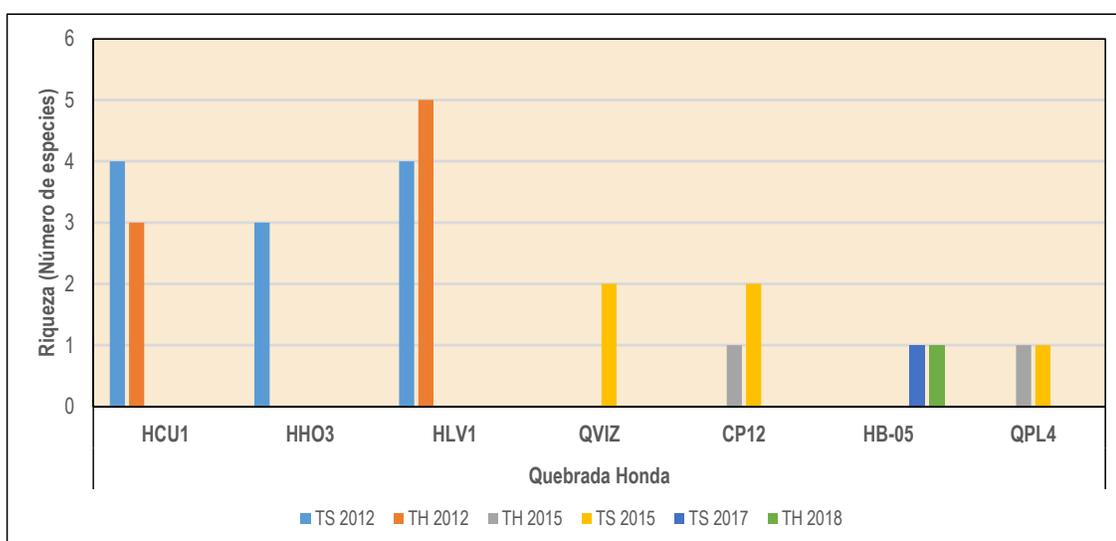
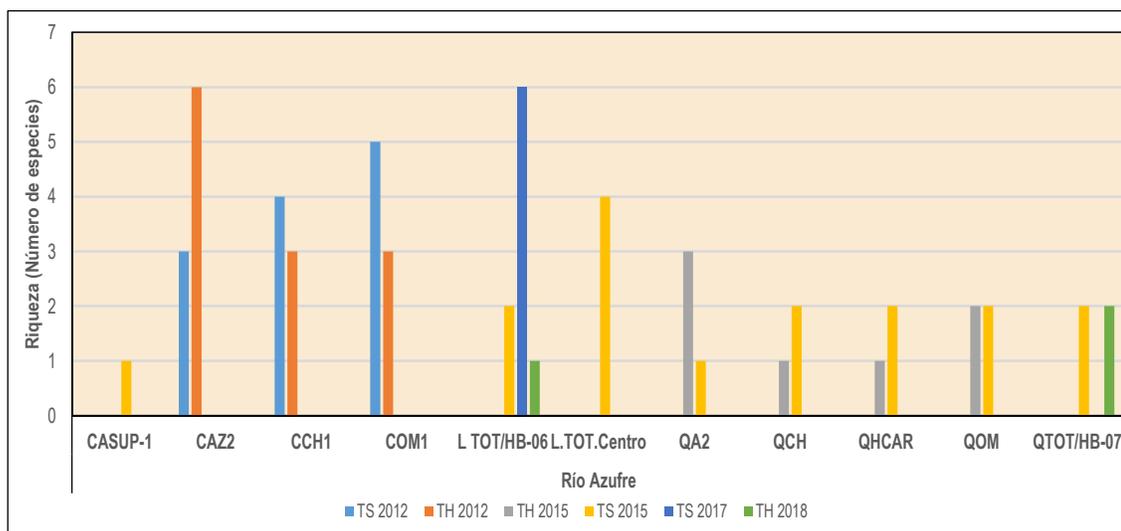


Gráfico 3.3.3-189 Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Para el caso de la subcuenca del río Grande, la riqueza del zooplancton varió entre 0 y 5 especies durante los periodos de evaluación, con un mayor número de especies en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja) (Ver Gráfico 3.3.3-190, *Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinuario, la riqueza de zooplancton fluctuó entre 1 y 4 especies, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de especies (Ver Gráfico 3.3.3-191, *Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario*).

Finalmente, la riqueza del zooplancton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 0 y 4 especies, observándose un mayor número de especies en las localidades RSA2 (río Shoclla) y RT11 (río Tinte) durante la época húmeda 2012. Ver Gráfico 3.3.3-192, *Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-190 Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande

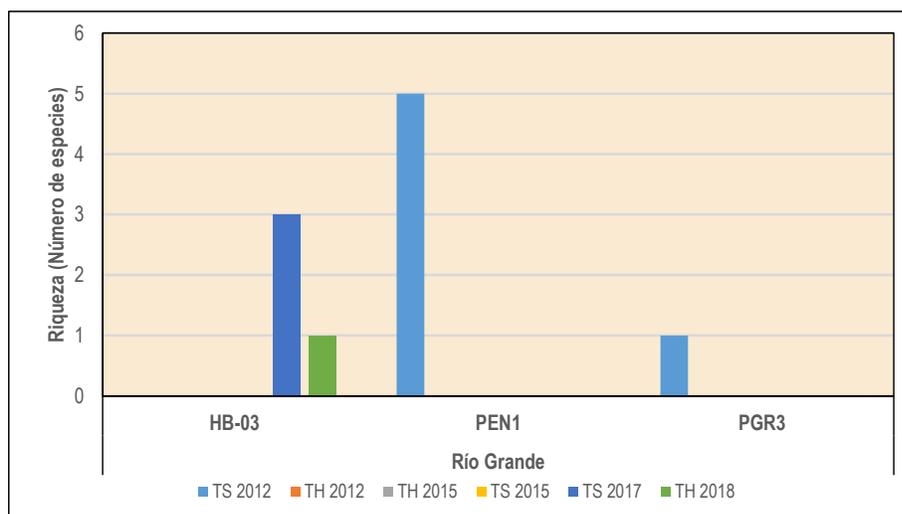


Gráfico 3.3.3-191 Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

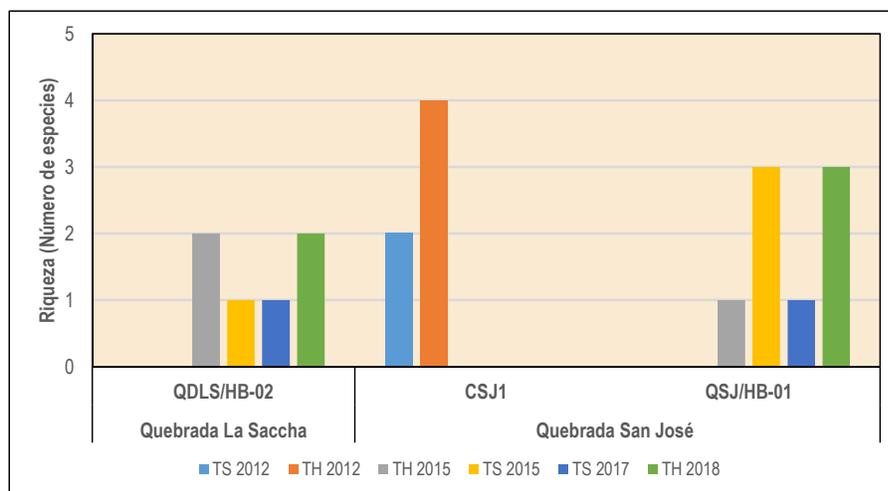
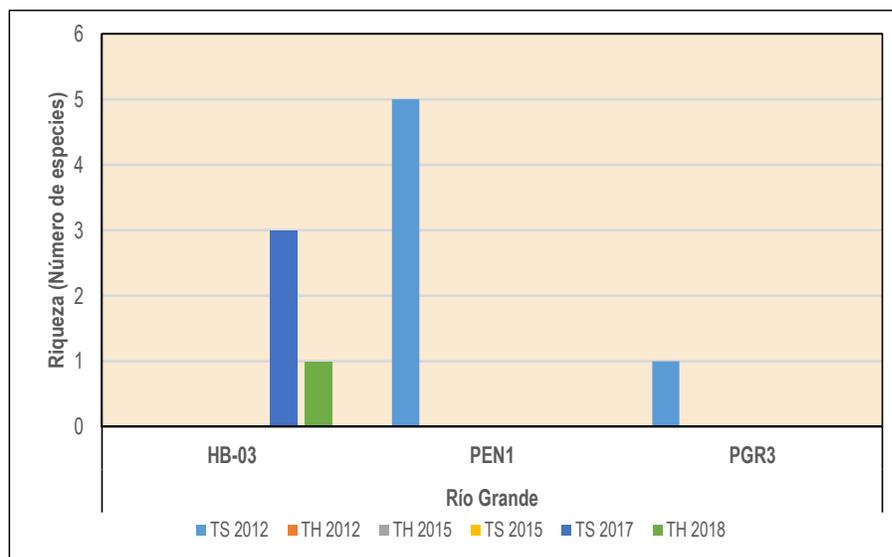


Gráfico 3.3.3-192 Riqueza de Especies del Zooplancton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

A lo largo de las campañas estacionales realizadas entre los años 2012 y 2018, se observaron bajos valores de riqueza para la comunidad zooplanctónica, las cuales variaron entre 0 y 6 especies, no observándose mayores diferencias entre los registros correspondientes a las temporadas seca y húmeda, dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Comparando el número de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de la subcuenca del río Azufre.

La presencia de pocas especies del zooplancton pertenecientes a un mismo género es un hecho común que corresponde a la estrategia de supervivencia que presentan las especies, que en general se encuentran dominadas numéricamente por una única especie o taxón (Pennak, 1957).

La abundancia de especies del zooplancton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 0 y 100 organismos durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies en la estación HB-05 (laguna Maqui Maqui 3); y un menor número de especies en las estaciones QPL4 (quebrada Pampa Larga) y CP12 (quebrada Río Colorado) durante la temporada húmeda 2015. Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la abundancia de zooplancton fluctuó entre 0 y 350 organismos, en el cual la localidad LTOT/HB-06 (laguna Totora) presentó el mayor número de organismos; mientras que los menores valores se registraron en la estación QA2 (quebrada Arnacocha, parte alta) y QHCAR (quebrada Huáscar) (Ver Tabla 3.3.3-30, *Abundancia de Especies del Zooplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*).

Para el caso de la subcuenca del río Grande, la abundancia del zooplancton varió entre 0 y 45 organismos durante los periodos de evaluación, con un mayor número en la estación PEN1 (quebrada Encajón, parte baja). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinuario, la abundancia de fitoplancton fluctuó entre 1 y 150 organismos, en el cual la estación QSJ/HB-01 (quebrada San José, parte alta) presentó el mayor número de individuos. Finalmente, la abundancia de fitoplancton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 0 y 30 organismos, observándose un mayor número de organismos en la localidad RT11 (río Tinte). Ver Tabla 3.3.3-30, *Abundancia de Especies del Zooplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

En general, la baja abundancia, diversidad y riqueza de especies del zooplancton en la mayoría de las estaciones de monitoreo y de línea base estaría relacionada al alto contenido orgánico del cuerpo de agua o a algún grado de deterioro de la calidad de agua y/o sedimento, más que a factores hidrológicos o climáticos, ya que son organismos muy sensibles a la perturbación ambiental.

Tabla 3.3.3-30 Abundancia de Especies del Zooplancton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TH 2015 | TS 2015 | TS 2017 | TH 2018 |
|----------------|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | 35 | 55 | | | | |
| | | HHO3 | 20 | 0 | | | | |
| | | HLV1 | 30 | 45 | | | | |
| | | QVIZ | | | | 2 | | |
| | | CP12 | | | 1 | 9 | | |
| | | HB-05 | | | | | 100 | 25 |
| | | QPL4 | | | 1 | 3 | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CAPSUP-1 | | | | 3 | | |
| | | CAZ2 | 20 | 75 | | | | |
| | | CCH1 | 25 | 35 | | | | |
| | | COM1 | 35 | 25 | | | | |
| | | L.TOT/HB-06 | | | | 4 | 350 | 25 |
| | | L.TOT.Centro | | | | 10 | | |
| | | QA2 | | | 5 | 1 | | |
| | | QCH | | | 3 | 3 | | |
| | | QHCAR | | | 1 | 3 | | |
| | | QOM | | | 2 | 2 | | |
| Río Grande | Río Grande | HB-03 | | | | | 30 | 25 |
| | | PEN1 | 45 | 0 | | | | |
| | | PGR3 | 5 | 0 | | | | |
| Río Quinuario | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | 4 | 3 | 10 | 75 |
| | Quebrada San José | CSJ1 | 10 | 55 | | | | |
| | | QSJ/HB-01 | | | 1 | 10 | 10 | 150 |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | 0 | 30 | | | | |
| | Río Shoclla | HB-04 | | | | | 10 | 0 |
| | | RSA2 | 15 | 25 | | | | |
| | | RSA3 | 15 | 20 | | | | |

Nota:
 TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca
Fuente:
 Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012)
 Línea Base Hidrobiológica Complementaria- V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015)
 Línea Base Hidrobiológica Complementaria - MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018)

Diversidad de especies

Dada la escasa riqueza específica (0-1 especies) de la comunidad zooplanctónica en muchas localidades evaluadas, se desestimó la estimación de los índices de diversidad específica, considerando que debido a esta baja riqueza de especies (0-1 especies) no es posible la estimación del índice de diversidad o todo caso este índice tiende a 0 bit/ind.

Diversidad Beta - Similitud de Estaciones

Se realizó un análisis de similitud para comparar la estructura comunitaria del zooplancton presente en las estaciones durante las temporadas húmeda y seca del 2015. De acuerdo al Gráfico 3.3.3-193, *Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Húmeda 2015*, se identificaron dos (02) asociaciones: el primer grupo formado por las estaciones QCH (quebrada Chaquicocha, subcuenca del río Azufre) y QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, subcuenca del río Quinuario), con un similitud del 62%; y el segundo grupo, que agrupa las estaciones QOM (quebrada Ocucho Machay, subcuenca del río Azufre), CPL4 (quebrada Pampa larga, subcuenca de la quebrada Honda), CP12 (quebrada Río Colorado, subcuenca de la quebrada Honda) y QA2 (quebrada Arnacocha, subcuenca del río Azufre), con una baja similitud del 19%.

De igual forma, el Gráfico 3.3.3-194, *Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Seca 2015*, muestra tres (03) asociaciones: el primer grupo formado por las estaciones QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha, subcuenca del río Quinuario) y QVIZ (quebrada Vizcacha), con una similitud del 53%; un segundo grupo, que abarca las estaciones QTOT/HB-07 (quebrada Totorá), QJS/HB-01 (quebrada San José, subcuenca del río Quinuario) y CASUP-1 (quebrada Ocucho Machay, subcuenca del río Azufre), con una similitud del 42%; y finalmente, un tercer grupo que incluye la estación LTOT/HB-06 (laguna Totorá) en el centro y orilla, con una similitud del 32%.

Gráfico 3.3.3-193 Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Húmeda 2015

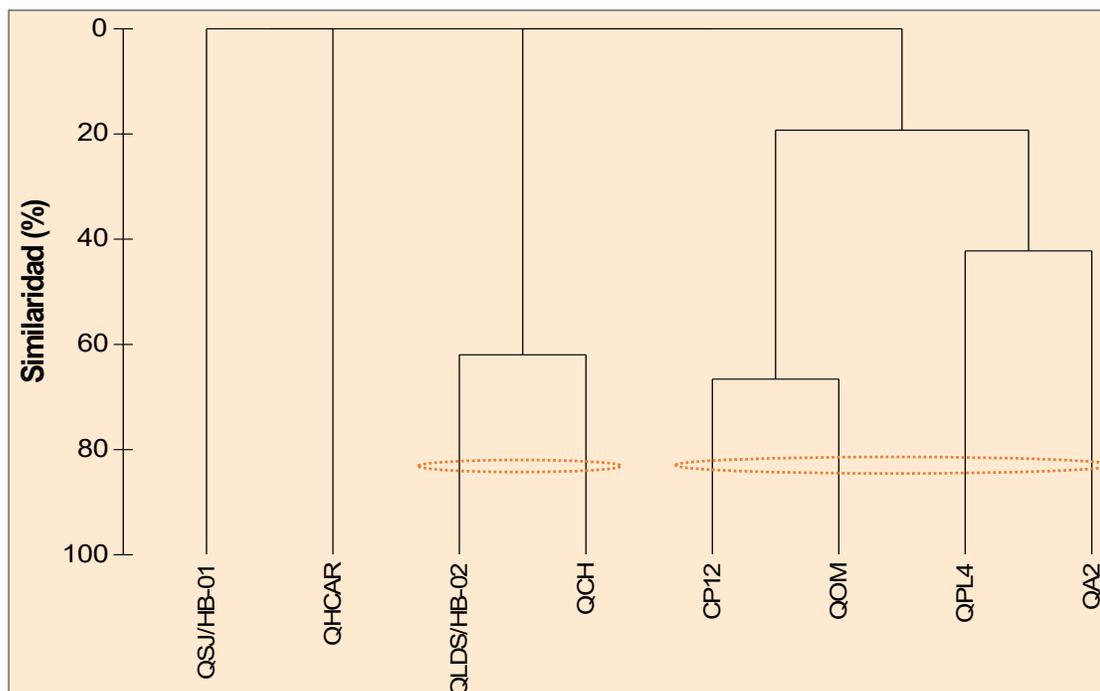
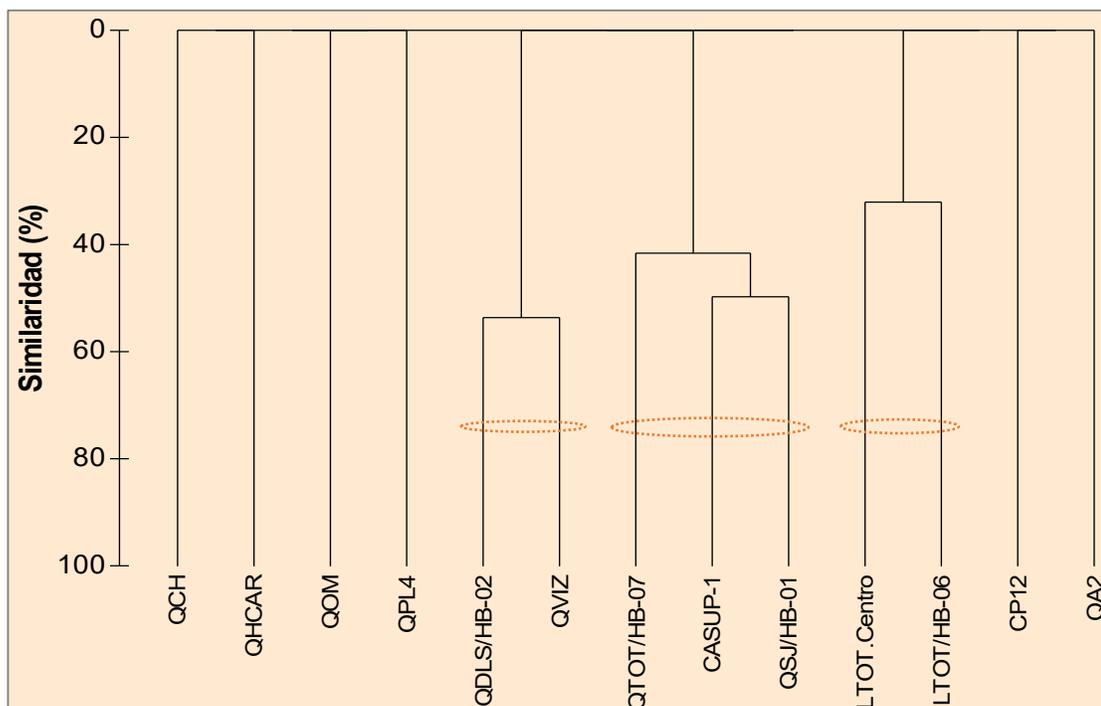


Gráfico 3.3.3-194 Dendrograma de Similitud del Zooplancton Durante Temporada Seca 2015**Perifiton****Composición de especies**

Las comunidades perifíticas son muy heterogéneas y dependen del sustrato en que se estudien. Se encuentran representadas por microalgas, bacterias, hongos, protistas e invertebrados (Biggs, 1987; Cole, 1988).

En relación a la composición de especies, las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria (estos últimos en menor proporción) son los grupos del perifiton vegetal con mayor número de especies en todas las estaciones y periodos de evaluación (monitoreo de vida acuática del periodo 2012-2016, línea base complementaria del periodo 2015 y 2017). Las otras divisiones como Charophyta, Euglenophyta (Euglenozoa) y Chrysophyta presentaron una menor representación dentro de la comunidad, siendo grupos pequeños y temporales sujetos a las condiciones nutricionales y físico químicas del cuerpo de agua. También se registró la presencia de perifiton animal, con las phyla Cercozoa, Amoebozoa, Nemata, Rotifera, Cilliophora, aunque fueron muy poco representativos dentro de la comunidad.

Como parte del monitoreo de vida acuática realizado por JJR durante la época húmeda de 2012, se registraron 101 especies de perifiton, pertenecientes a seis divisiones/phyla. De estas especies, la mayoría pertenece a la división Bacillariophyta (63%, con 64 especies), seguida de las divisiones Chlorophyta (20%, con 20 especies) y Cyanobacteria (10%, con 10 especies). Mientras que las divisiones/phyla Charophyta, Cercozoa y Nemata, registraron una riqueza menor al 6% del total. Asimismo, durante la época seca 2012 se registraron 115 especies de perifiton pertenecientes a nueve divisiones/phyla. De las cuales, al igual que en la época húmeda, la división Bacillariophyta registró la mayor cantidad de especies (55%, con 64 especies) seguida de las divisiones Cyanobacteria (16%, con 18 especies de perifiton), Chlorophyta (16%, con 14 especies) y Charophyta (12%, con 10 especies). Mientras que, el resto de las divisiones/phyla presentaron porcentajes de riqueza de especies menores al 10% del total.

De la misma forma, el monitoreo realizado por SNC-Lavalin durante la época húmeda del año 2013, registró 83 especies de perifiton pertenecientes a cuatro divisiones/phyla, de las cuales la división Bacillariophyta presentó la mayor cantidad de especies (60%, con 50 especies), seguida de las divisiones Chlorophyta (16%, con 13 especies), Cyanobacteria y Charophyta (13 y 11% respectivamente, con 11 y

9 especies respectivamente). Mientras que durante la evaluación de época seca del 2013 se registraron 95 especies de perifiton pertenecientes a siete divisiones/phyla, de las cuales la división Bacillariophyta registró los valores más altos de riqueza (57%, con 55 especies), seguida de las divisiones Chlorophyta (18%, con 17 especies), Cyanobacteria y Charophyta (11% cada una, con 10 especies cada una). Mientras que las divisiones/phyla Euglenozoa, Amoebozoa y Nemata presentaron valores de riqueza menores del 1%, con una especie registrada en cada división/phyla.

En cuanto a los monitoreos realizados por INSIDEO en el año 2014, durante la época húmeda, se registraron 102 especies de perifiton pertenecientes a ocho divisiones/phyla, de las cuales, la división Bacillariophyta presentó los valores más altos de riqueza de especies (66%, con 68 especies), seguida de las divisiones Cyanobacteria (15%, con 15 especies) y Chlorophyta (8%, con 8 especies). Mientras que las divisiones/phyla Ciliophora, Cryptophyta, Amoebozoa, Euglenophyta, y Rotifera presentaron valores de riqueza menores al 6% del total. Durante la época seca se registraron 223 especies de perifiton pertenecientes a 12 divisiones/phyla, de las cuales, la división Bacillariophyta presentó los valores más altos de riqueza de especies (53%, con 118 especies), seguida de las divisiones Chlorophyta (21%, con 46 especies) y Cyanobacteria (17%, con 38 especies). Mientras que las divisiones/phyla Amoebozoa, Euglenophyta, Nematoda, Amoebozoa, Cercozoa, Rotifera, Cryptophyta, Xanthophyta y Dinophyta presentaron valores de riqueza menores al 4% de la riqueza total registrada.

En las evaluaciones hidrobiológicas realizadas por INSIDEO en 2015, se registraron 70 especies de perifiton pertenecientes a siete divisiones/phyla, de las cuales, la división Bacillariophyta presentó los valores más altos de riqueza de especies (66%, con 46 especies), seguida de las divisiones Chlorophyta (14%, con 10 especies) y Cyanobacteria (12%, con 8 especies). Mientras que las divisiones/phyla Amoebozoa, Ciliophora, Arthropoda y Xanthophyta presentaron valores de riqueza menores al 4% de la riqueza total registrada. Durante la época seca, se registraron 93 especies de perifiton pertenecientes a siete divisiones/phyla, de las cuales, la división Bacillariophyta presentó los valores más altos de riqueza de especies (70%, con 65 especies), seguida de las divisiones Cyanobacteria y Chlorophyta (12% cada una, con once especies cada una). Mientras que las divisiones/phyla Euglenophyta, Amoebozoa, Nematoda, Xanthophyta y Rotifera presentaron valores de riqueza menores al 3% de la riqueza total registrada.

En cuanto a los monitoreos realizados por INSIDEO en el año 2015, durante la época húmeda, se registraron 92 especies distribuidas en 81 microalgas y 11 microinvertebrados. Dentro de las microalgas se reportaron seis divisiones, siendo las más diversas las Bacillariophyta (34 especies), seguida de las Chlorophyta (25 especies), Cyanobacteria (13 especies), Charophyta (seis especies), Euglenophyta (dos especies) y Rhodophyta (una especie). En el caso de los microinvertebrados se registraron seis phylla distribuidos en Rotifera (cinco especies), Cercozoa (dos especies), Ciliophora (una especie), Nematoda (una especie), Gastrotrichia (una especie) y Protozoa (una especie). Por otro lado, durante la temporada seca se registraron 119 especies distribuidas en 105 microalgas y 14 microinvertebrados. Dentro de las microalgas se reportaron cinco divisiones, siendo las más diversas las Ochrophyta (50 especies, 45%), seguida de las Chlorophyta (30 especies, 27%), Cyanobacteria (14 especies, 13%), Charophyta (10 especies, 9%) y Euglenophyta (siete especies, 6%). En el caso de los microinvertebrados se registraron cinco phyla distribuidos en Rotifera (cinco especies, 36%), Cercozoa (tres especies, 21%), Ciliophora (dos especies, 14%), Nematoda (una especie, 7%) y Protozoa (tres especies, 21%).

Finalmente, durante la evaluación hidrobiológica de época seca 2017 realizada por Stantec, como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha, se reportó un total de 35 especies de perifiton distribuidas principalmente en 18 especies de Bacillariophyta, 5 especies de Charophyta, 5 especies de Cyanobacteria, y 4 especies de Chlorophyta; las otras divisiones fueron menos representativas dentro de la comunidad. Mientras que durante la época húmeda 2018 se registró un total de 29 especies, agrupadas principalmente en 20 especies de Bacillariophyta, 4 especies de Cyanobacteria, 4 especies de Chlorophyta y 1 especie de Myozoa. La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron el predominio de las bacilariofitas dentro de las muestras de perifiton.

Riqueza y Abundancia de especies

La riqueza de especies del perifiton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 2 y 52 especies durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies (35) en las estaciones HLVI (quebrada Vizcachá) y HHO3 (quebrada Honda); y menores números de especies en la estación HB-05, que corresponde a la laguna Maqui Maqui 3 (Ver Gráfico 3.3.3-195, *Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*). Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la riqueza de perifiton fluctuó entre 0 y 62 especies, en el cual las estaciones CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja) y

CQU1 (quebrada Quecher) presentaron el mayor número de especies; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones LTOT/HB-06 (laguna Totorá) y QCH (quebrada Chaquicocha, parte alta). Debe considerarse que en el evento de época seca 2014 se evidenció un alta riqueza de perifiton (mayor de 40 especies) en las estaciones de monitoreo a comparación de otros periodos de evaluación (Ver Gráfico 3.3.3-196, *Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

Gráfico 3.3.3-195 Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

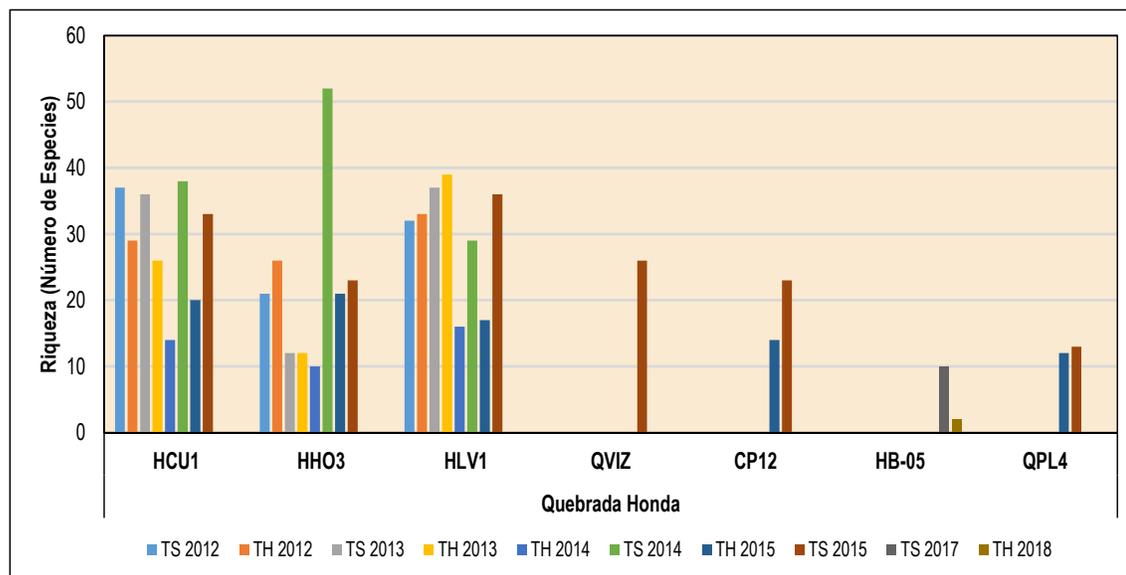
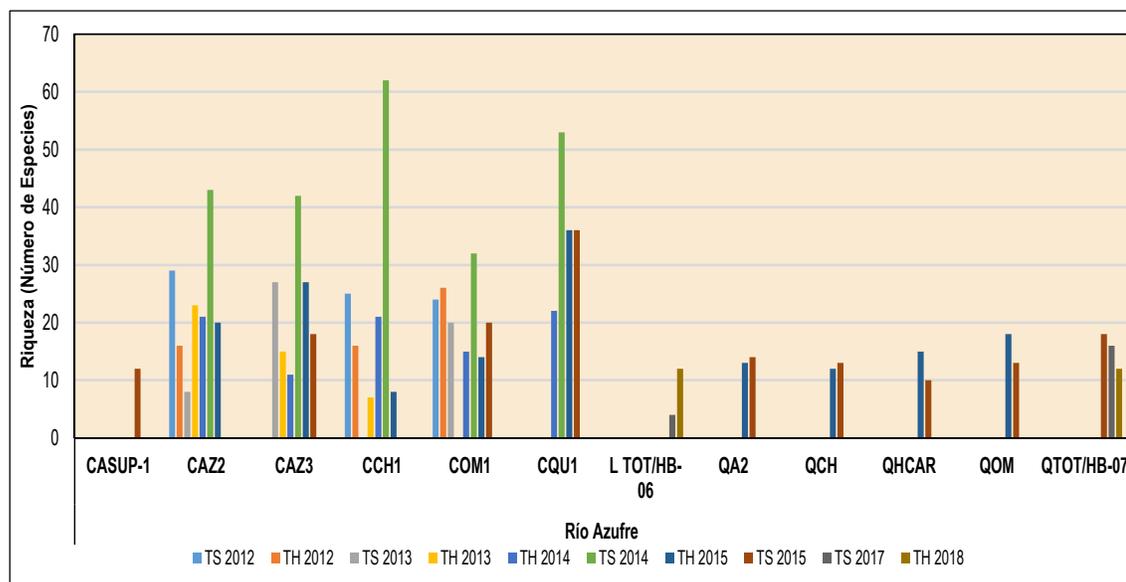


Gráfico 3.3.3-196 Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Para el caso de la subcuenca del río Grande, la riqueza del perifiton varió entre 0 y 54 especies durante los periodos de evaluación, con un mayor número de especies en las estaciones PGR4 (río Grande) y PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante el evento de época seca 2014; en este periodo se registraron también los mayores números de especies del perifiton en las estaciones de monitoreo, con riquezas mayores a 30 especies (Ver Gráfico 3.3.3-197, *Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinario, la riqueza de

perifiton fluctuó entre 2 y 49 especies, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de especies (Ver Gráfico 3.3.3-198, *Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario*).

Finalmente, la riqueza de perifiton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 3 y 55 especies, observándose un mayor número de especies en las localidades RT11 (río Tinte) y RSA3 (río Shoolla, parte alta). Ver Gráfico 3.3.3-199, *Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-197 Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande

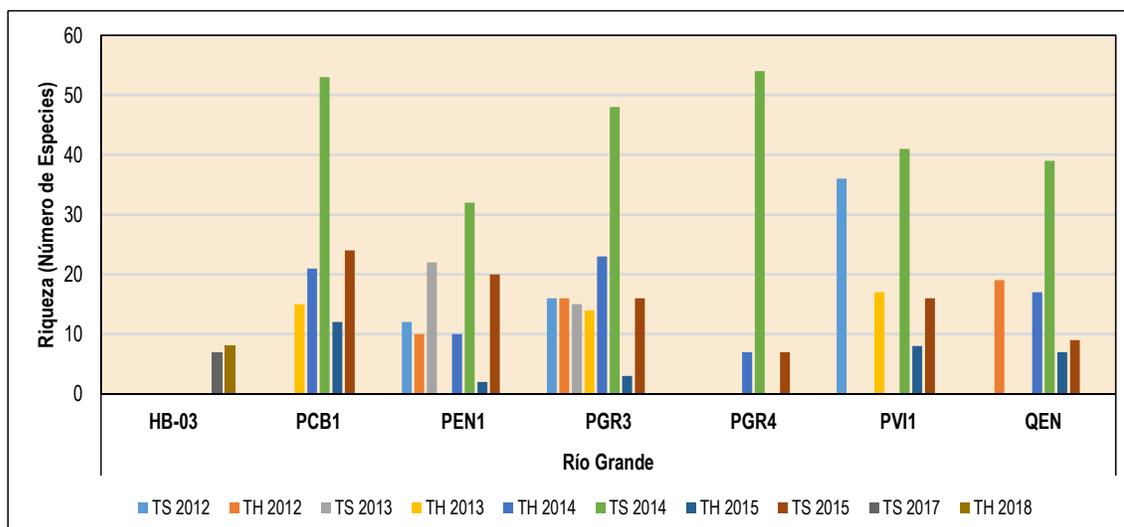


Gráfico 3.3.3-198 Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

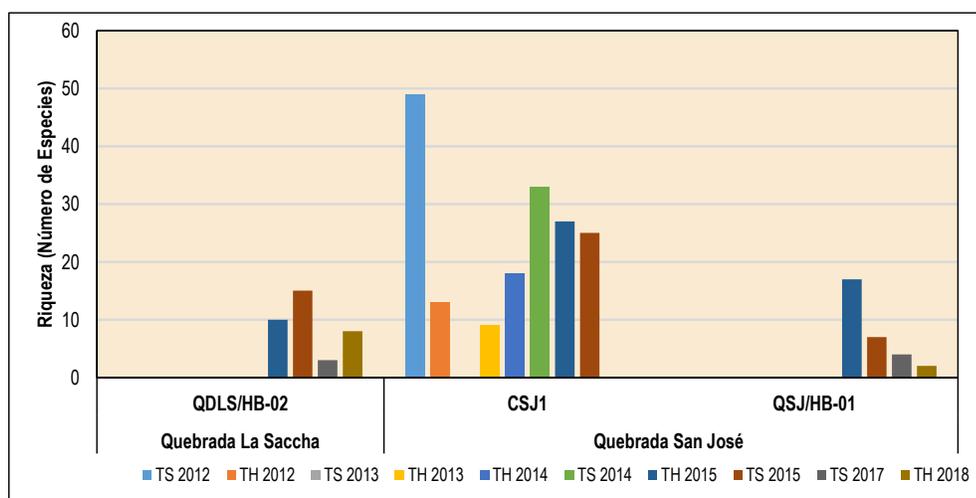
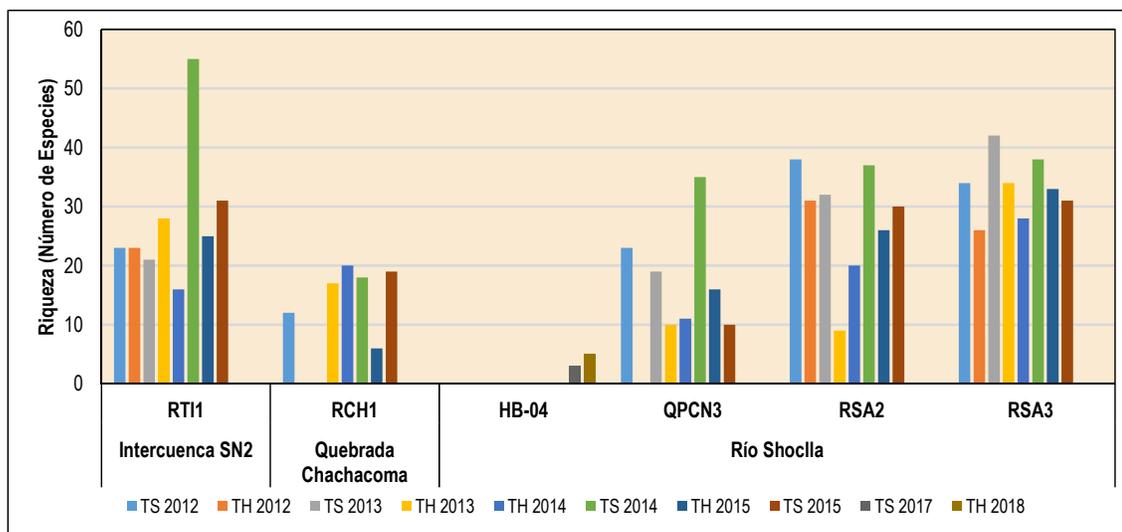


Gráfico 3.3.3-199 Riqueza de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

Comparando el número de especies a nivel estacional o temporal, se registraron valores relativamente mayores de riqueza de perifiton durante la época seca; este patrón fue observado para la mayor parte de las estaciones dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Debe considerarse que la menor riqueza de especies del perifiton durante la temporada húmeda podría ser asociada a una perturbación de la comunidad del perifiton ante el aumento de los caudales por la modificación de los cauces de los cuerpos de agua para regadío y/o la alteración por deforestación o por sobrepastoreo de la vegetación ribereña. Por otro lado, al comparar el número de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de las subcuencas de la quebrada Honda y del río Rejo.

La abundancia de especies del perifiton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 134 y 1'376,367 organismos durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de individuos en la estación HHO3 (quebrada Honda) durante la temporada seca 2015; y menores riquezas de especies en las estaciones QPL4 (quebrada Pampa Larga), CP12 (quebrada Río Colorado) y QVIZ (quebrada Vizcacha). Debe considerarse que los mayores valores de abundancia en la mayoría de las estaciones de monitoreo se registraron durante la época seca 2015. Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la abundancia de perifiton fluctuó entre 0 y 45,500 especies, en el cual las localidades CAZ2 y CAZ3 (ubicadas en el río Azufre) presentaron el mayor número de organismos durante la temporada húmeda 2013; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones QHCAR (quebrada Huáscar) y QCH (quebrada Chaquicocha, parte alta), tal como se observa en la Tabla 3.3.3-31, *Abundancia de Especies del Perifiton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

Para el caso de la subcuenca del río Grande, la abundancia del perifiton varió entre 0 y 192,450 organismos durante los periodos de evaluación, con mayores valores en las estaciones PGR4 (río Grande) y PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante la temporada seca 2015; en este periodo se registraron las más altas abundancias en las estaciones de monitoreo. Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinuario, la abundancia de perifiton fluctuó entre 28 y 966,357 organismos, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de individuos durante la temporada seca 2015. Finalmente, la abundancia de perifiton en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 190 y 2'429,154 organismos, observándose un mayor número de organismos en la localidad RSA2 (río Shoclla, parte baja) durante la época seca 2015. Ver Tabla 3.3.3-31, *Abundancia de Especies del Perifiton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

La abundancia total mostró un patrón similar a la de riqueza de especies, ya que se registraron valores relativamente mayores de abundancia del perifiton durante la época seca; este patrón fue observado para la mayor parte de las estaciones dentro de las 5 subcuencas evaluadas. Comparando el número de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron relativamente mayores riquezas en las estaciones de las subcuencas de la quebrada Honda y del río Grande.

Los resultados en las estaciones evaluadas muestran una riqueza media del perifiton en el área de estudio, lo cual está relacionado a la capacidad que tiene esta comunidad para desarrollarse en hábitats bentónicos; este medio ofrece una variedad de microhábitats disponibles para su colonización, y junto con las variables hidrológicas, físicas y químicas definen el tipo de organismos que crecen en el sustrato (Round, 1984). Las comunidades del perifiton son sensibles a las condiciones tróficas del medio, de modo tal que su presencia está condicionada a la disponibilidad de alimento y a los factores fisicoquímicos del hábitat. La forma como se adaptan las Bacillariophyta a las condiciones de su hábitat y la disponibilidad de nutrientes, le permiten que abundan en este tipo de ecosistemas.

La riqueza y abundancia de especies del perifiton (principalmente perifiton vegetal o fitoperifiton) estuvo mayormente representada en todas las estaciones por la división Bacillariophyta, seguida en menor proporción por las divisiones Cyanophyta y Chlorophyta, en las diferentes temporadas de evaluación. Los taxones del perifiton animal (zooperifiton) fueron muy poco representativos dentro las comunidades evaluadas. Se ha observado una marcada dominancia de las diatomeas en esta comunidad en las diferentes localidades evaluadas, debido a su alta capacidad de desarrollarse en hábitats bentónicos. La colonización de las diatomeas en niveles altos de flujo ocurre porque éstas tienen adaptaciones (morfología, producción de mucilago) para mantenerse adheridas (Peterson, 1996).

Asimismo, el perifiton muestra un cierto patrón en riqueza y abundancia relacionado a la variación temporal en la mayoría de las estaciones evaluadas, con mayores valores de estos parámetros en la época seca. Al respecto existen registros de una importante variación estacional relacionada a los periodos hidrológicos y los cambios estacionales, que producen un mayor acareo de sedimentos, mayor capacidad de dilución del agua y mayor caudal durante temporada húmeda, los cuales pueden influenciar la estructuración del ensamblaje del perifiton. Martínez (2003) encontró que la menor densidad del perifiton se encontró en el periodo de mayores valores de flujo, y la mayor se registró en el periodo seco, lo cual indica la fuerte influencia del flujo y sus factores asociados sobre esta variable.

Sin embargo, debe considerarse que las diferencias en resultados de abundancia y riqueza de especies entre las temporadas de evaluación para estas subcuencas, estuvieron relacionadas también a las diferencias metodológicas encontradas en estos estudios tanto en el muestreo en campo como en los resultados de laboratorio (nivel de identificación y cuantificación de especies), sobre todo los referidos a la evaluaciones de los monitoreos biológicos realizados entre los periodos 2012-2015, en relación a los estudios línea base de los periodos 2015 y 2017-2018.

La abundancia relativa del perifiton y por tanto, el desarrollo de su biomasa, en cada ambiente acuático, será favorecida por la alta incidencia de radiación solar y las altas concentraciones de nutrientes. Otro factor que favorece el incremento de biomasa sería la estabilidad de la columna de agua que reduce situaciones de desprendimiento y remoción (Horner & Welch, 1981; Horner *et al.*, 1990). Si, por el contrario, hay un gran número de perturbaciones físicas, como incremento de la velocidad del agua y arrastre de sedimentos, el perifiton tendrá muy poco desarrollo (Stevenson *et al.*, 1996).

Tabla 3.3.3-31 Abundancia de Especies del Perifiton en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TS 2013 | TH 2013 | TH 2014 | TS 2014 | TH 2015 | TS 2015 | TS 2017 | TH 2018 | |
|----------------|--------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|-------|
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | 310 | 299 | 97,200 | 47,800 | 334 | 1,268 | 5,761 | 375,518 | | | |
| | | HHO3 | 300 | 300 | 17,400 | 13,600 | 132 | 1,619 | 1,738 | 1,376,367 | | | |
| | | HLV1 | 300 | 300 | 70,420 | 100,500 | 158 | 480 | 104 | 15,757 | | | |
| | | QVIZ | | | | | | | | | 317 | | |
| | | CP12 | | | | | | | | 128 | 474 | | |
| | | HB-05 | | | | | | | | | | 2,900 | 500 |
| | | QPL4 | | | | | | | | 181 | 134 | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CAPSUP-1 | | | | | | | | 116 | | | |
| | | CAZ2 | 303 | 300 | 25,700 | 45,500 | 243 | 1,512 | 367 | 0 | | | |
| | | CAZ3 | - | - | 34,930 | 39,600 | 148 | 1,270 | 1,556 | 33,374 | | | |
| | | CCH1 | 306 | 300 | - | 9,700 | 290 | 4,587 | 337 | 0 | | | |
| | | COM1 | 150 | 159 | 37,800 | - | 319 | 338 | 4,796 | 11,949 | | | |
| | | CQU1 | - | - | - | - | 133 | 1,033 | 643 | 17,600 | | | |
| | | L TOT/HB-06 | | | | | | | | | | 1,000 | 2,200 |
| | | QA2 | | | | | | | | 75 | 102 | | |
| | | QCH | | | | | | | | 98 | 56 | | |
| | | QHCAR | | | | | | | | 175 | 46 | | |
| | | QOM(CP8) | | | | | | | | 185 | 78 | | |
| QTOT/HB-07 | | | | | | | | | 198 | 4,600 | 4,000 | | |
| Río Grande | Río Grande | HB-03 | | | | | | | | | 1,300 | 1,100 | |
| | | PCB1 | 0 | - | - | 19,900 | 116 | 1,148 | 54 | 114,435 | | | |
| | | PEN1 | 150 | 151 | 61,100 | - | 42 | 2,365 | 5,604 | 445 | | | |
| | | PGR3 | 204 | 204 | 40,010 | 44,500 | 609 | 2,193 | 7 | 5,582 | | | |
| | | PGR4 | - | - | - | - | 208 | 2,328 | 0 | 192,450 | | | |
| | | PV11 | 302 | - | - | 32,000 | - | 732 | 67 | 58,245 | | | |
| | | QEN | - | 305 | - | - | 618 | 459 | 1,597 | 40,737 | | | |
| Río Quinario | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | | | | | 125 | 143 | 1,400 | 2,000 | |
| | Quebrada San José | CSJ1 | 310 | 300 | - | 14,400 | 230 | 821 | 11,767 | 966,357 | | | |
| | | QSJ/HB-01 | | | | | | | 198 | 28 | 23,200 | 3,000 | |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RT11 | 300 | 300 | 49,400 | 64,900 | 190 | 3,144 | 7,138 | 12,046 | | | |

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TS 2013 | TH 2013 | TH 2014 | TS 2014 | TH 2015 | TS 2015 | TS 2017 | TH 2018 |
|-----------|---------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | Quebrada Chachacoma | RCH1 | 210 | - | - | 37,510 | 242 | 372 | 2,825 | 16,598 | | |
| | Río Shoella | HB-04 | | | | | | | | | 5,900 | 6,900 |
| | | QPCN3 | 302 | - | 60,040 | 14,210 | 464 | 593 | 209 | 291,850 | | |
| | | RSA2 | 300 | 900 | 107,200 | 31,000 | 336 | 2,938 | 24,945 | 2,429,154 | | |
| | | RSA3 | 300 | 303 | 74,800 | 118,500 | 784 | 596 | 2,656 | 512,446 | | |

Nota:
 TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca

Fuente:
 Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012)
 Monitoreo de vida acuática, Operaciones (SNC Lavalin, 2013)
 Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (INSIDEO, 2014)
 Línea Base Hidrobiológica Complementaria- V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015)
 Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015)
 Línea Base Hidrobiológica Complementaria - MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018)

Diversidad de Especies

Como resultado de la variación encontrada para los parámetros de abundancia y riqueza específica, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon (H') del perifiton para las estaciones de muestreo dentro de las diferentes subcuencas se mostraron también variables. Los índices de diversidad del perifiton en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0.16 y 4.87 bits/ind, con mayores valores que representaron una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro) y HLV1 (quebrada Vizcacha), principalmente durante los periodos 2012 y 2013, y menores valores en las localidades HCU1 (río Cushuro) y HHO3 (quebrada Honda) durante los eventos de muestreo de la temporada húmeda y seca 2015, respectivamente. Ver Gráfico 3.3.3-200, *Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 0 y 5.57 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones CAZ2 (río Azufre), COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) y CQU1 (quebrada Quecher) durante la temporada seca 2014, y menor valor en la localidad LTOT/HB-06 (laguna Totorá). Ver Gráfico 3.3.3-201, *Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*.

Gráfico 3.3.3-200 Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

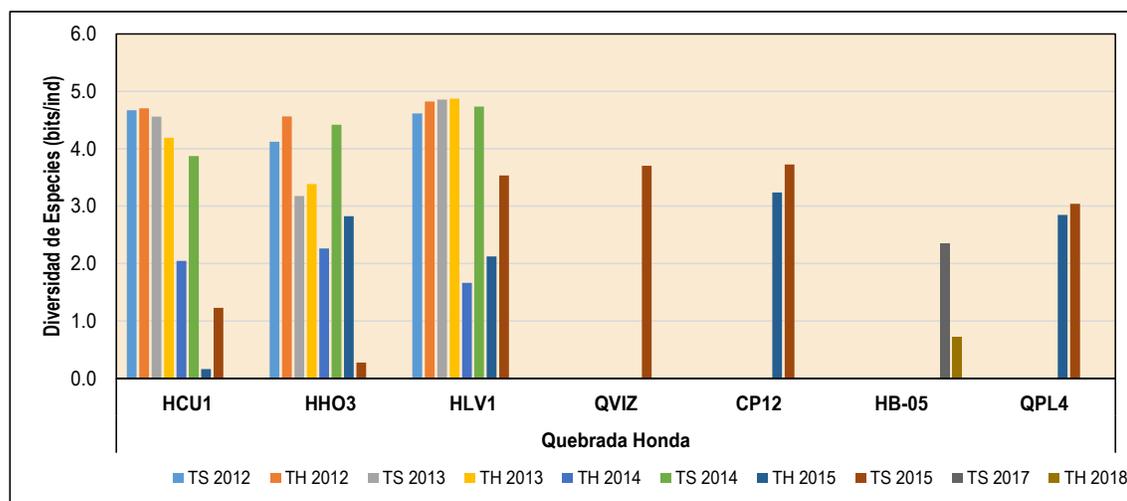
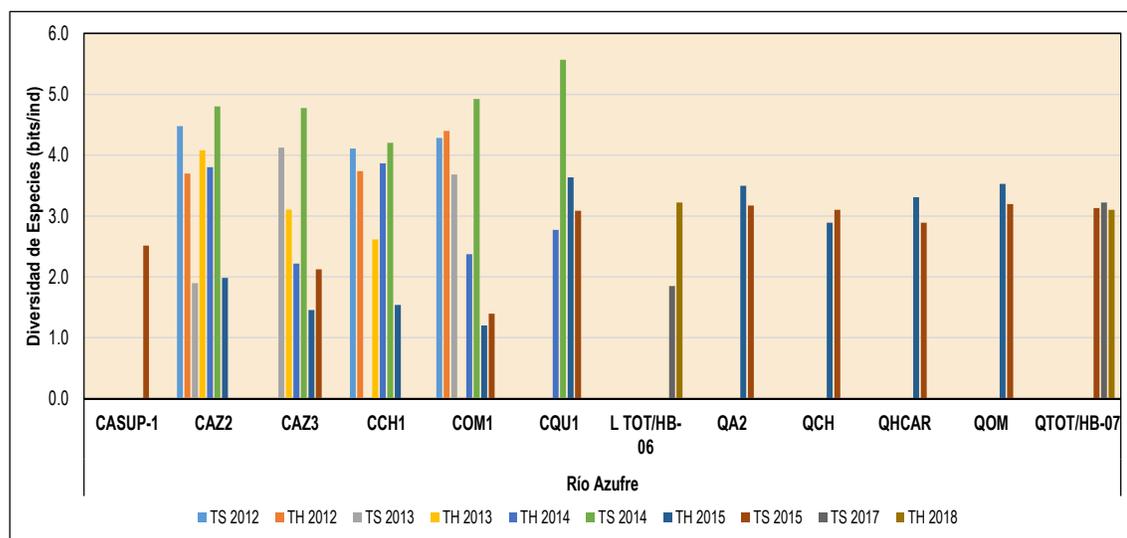
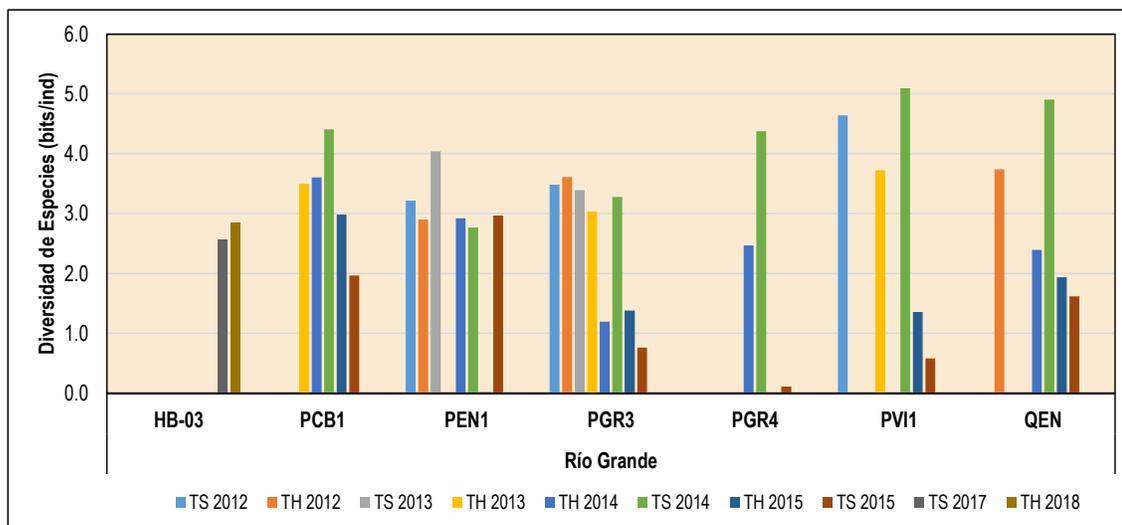


Gráfico 3.3.3-201 Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Asimismo, los valores de diversidad de perifiton en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 0 y 5.09 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral), PV11 (quebrada Viscachayoc) y QEN (quebrada Encajón, parte alta) durante la temporada seca 2014 (Ver Gráfico 3.3.3-202, *Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*).

Gráfico 3.3.3-202 Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



Adicionalmente, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinarío fluctuaron entre 0.15 y 5.30 bits/Ind, correspondiente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja), ver Gráfico 3.3.3-203, *Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarío*. Mientras que, los índices de diversidad de perifiton en la subcuenca del río Rejo variaron entre 0.18 y 5.02 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad media y alta, con mayores valores en la estación RSA3 (río Shoclla, parte alta) y QPCN3 (quebrada S/N) (Ver Gráfico 3.3.3-204, *Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*).

Gráfico 3.3.3-203 Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinarío

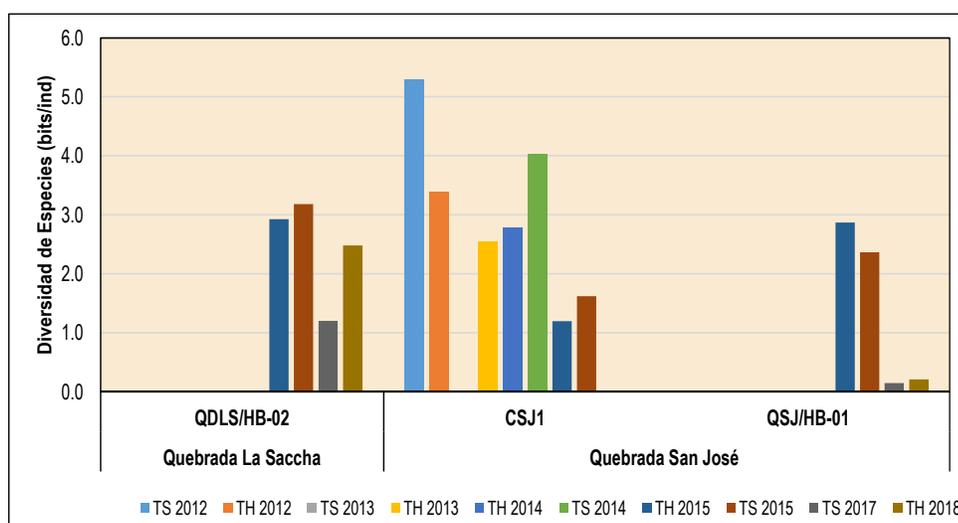
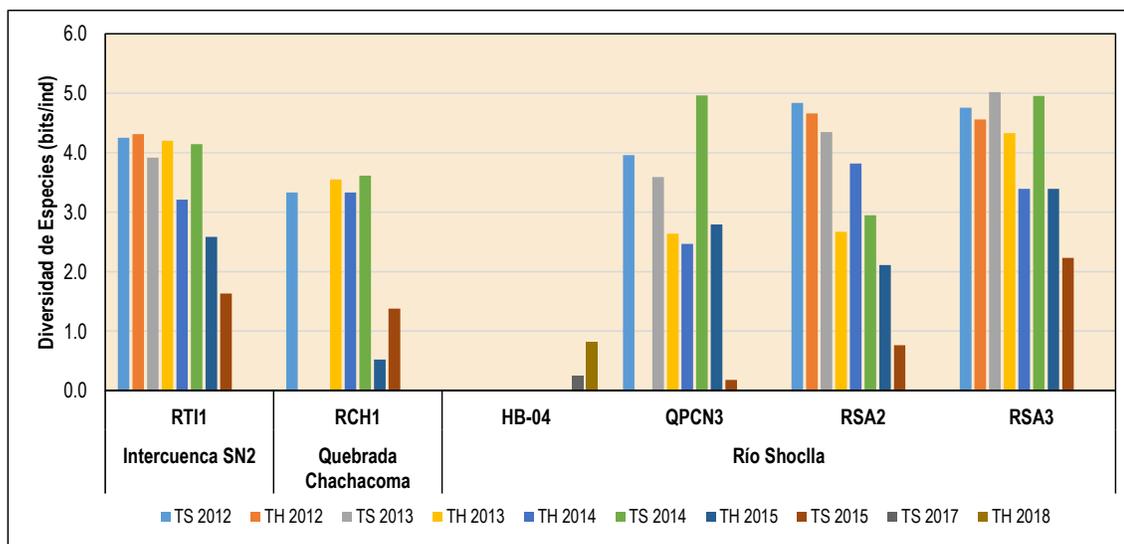


Gráfico 3.3.3-204 Diversidad de Especies del Perifiton en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

Diversidad Beta - Similitud de Estaciones

A fin de proporcionar información actualizada y consistente, para el análisis de similitud de estaciones que proporcionen información sobre la diversidad beta de la comunidad del perifiton, se ha empleado la información generada durante el año 2015 para las temporadas seca y húmeda.

De acuerdo al Gráfico 3.3.3-205, *Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Húmeda 2015*, se identificaron tres (03) asociaciones con baja similitud (menor al 50%): el primer grupo formado por las estaciones PGR3 (río Grande, subcuenca del río Grande) y CAR1 (quebrada Amacocha, subcuenca del río Azufre), con una similitud del 33%, caracterizadas por la dominancia de la diatomea *Frustulia sp.* La segunda asociación incluye las estaciones HLV1 (quebrada Vizcacha, subcuenca del río Quinario), QPCN3 (quebrada S/N, subcuenca del río Rejo), HH03 (quebrada Honda, subcuenca de la quebrada Honda), CQU1 (quebrada Quecher, subcuenca del río Azufre), RSA3 (río Shoclla, subcuenca del río Rejo), CSJ1 (quebrada San José, subcuenca del río Quinario), RSA2 (quebrada Shoclla, subcuenca del río Rejo), RT11 (río Tinte, subcuenca del río Rejo), HCU1 (río Cushuro, subcuenca de la quebrada Honda), CAZ2 y CAZ3 (río Azufre, subcuenca del río Azufre), con una similitud del 28%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Cymbella sp.*, *Gomphonema sp.*, *Navicula sp.* y *Nitzschia sp.* El tercer grupo incluye las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral, subcuenca del río Grande), CCH1 (quebrada Chaquicocha, subcuenca del río Azufre), QEN (quebrada Encajón, subcuenca del río Grande), COM1 (quebrada Ocucho Machay, subcuenca del río Azufre), PV11 (quebrada Viscachayoc, subcuenca del río Grande) y RCH1 (quebrada Chachacoma, subcuenca del río Rejo), con una baja similitud del 26% y con el predominio del orden Ulotrichales (Chlorophyta).

Por otro lado, el Gráfico 3.3.3-206, *Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Seca 2015* muestra tres (03) asociaciones con baja similitud (menor al 50%): el primer grupo formado por las estaciones PEN1 (quebrada Encajón, subcuenca del río Grande), COM1 (quebrada Ocucho Machay, subcuenca del río Azufre), CAR1 (quebrada Amacocha, subcuenca del río Azufre), QPCN3 (quebrada S/N, subcuenca del río Rejo), PV11 (quebrada Viscachayoc, subcuenca del río Grande), PGR4 y PGR3 (Río Grande, subcuenca del río Grande), con una similitud del 41%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Achnanthes sp.*, *Stigeoclonium sp.* y *Nitzschia sp.*, así como de la familia Pseudanabaenaceae (Cyanobacteria).

El segundo grupo incluye las estaciones CAZ3 (río Azufre, subcuenca del río Azufre), QEN (quebrada Encajón, subcuenca del río Grande), PCB1 (quebrada Quishuar Corral, subcuenca del río Grande) y HH03 (quebrada Honda, subcuenca de la quebrada Honda), con una similitud del 39%, caracterizadas por la dominancia de las diatomeas *Achnanthes sp.*, *Eunotia sp.*, *Microthamnion sp.* y del grupo Pseudanabaenaceae (Cyanobacteria). El tercer grupo incluye las estaciones RSA3 (río Shoclla, subcuenca del río Rejo), RT11 (río Tinte, subcuenca del río Rejo), CSJ1 (quebrada San José, subcuenca del río Quinario), RSA2 (río Shoclla, subcuenca del río Rejo), HCU1 (río Cushuro, subcuenca de la quebrada

Honda), CQU1 (Quecher, subcuenca del río Azufre) y HLV1 (quebrada Vizcacha, subcuenca de la quebrada Honda), con una baja similitud del 33% y con el predominio de las bacilariofitas *Cymbella* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp. y *Nitzschia* sp.

Gráfico 3.3.3-205 Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Húmeda 2015

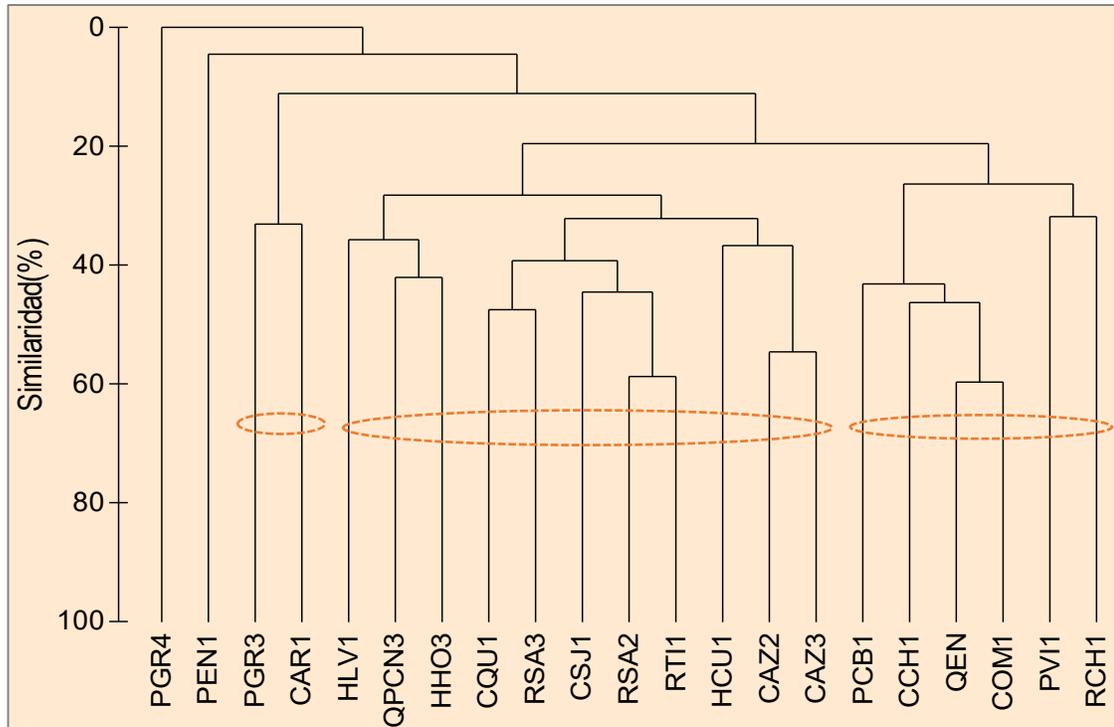
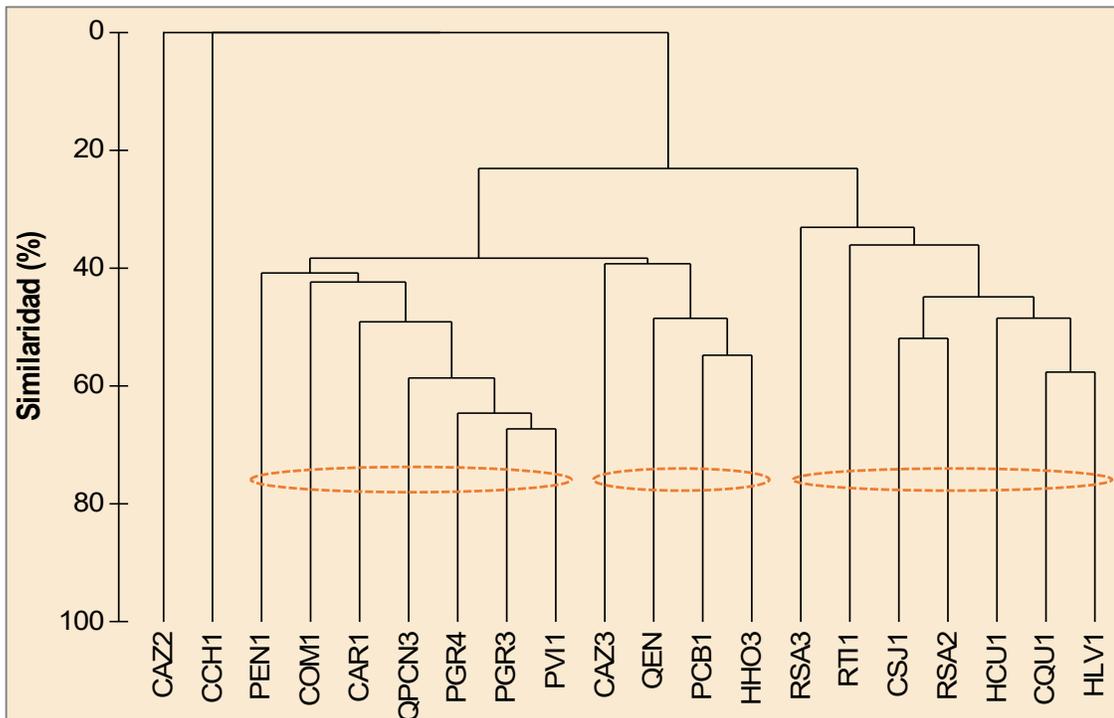


Gráfico 3.3.3-206 Dendrograma de Similitud del Perifiton Durante Temporada Seca 2015



En general, existe una cierta similitud en la estructura comunitaria del perifiton a nivel espacial (aunque con bajo nivel de similitud), lo cual supone una semejanza entre zonas o cuerpos de agua (ubicados en microcuencas y/o subcuencas cercanas), como resultado de la similitud en el hábitat, y por tanto en la calidad de agua (condiciones fisicoquímicas) de los cuerpos y cursos de agua.

Al respecto, se ha planteado que la principal fuente de variación en la composición de las diatomeas perifíticas está asociada a diferencias en las condiciones químicas y físicas del hábitat acuático (Lavoie et al., 2005), presentándose mayor variación entre ríos diferentes, seguida de variación entre zonas del mismo río y poca variación en un mismo tramo como consecuencia de características ambientales similares. Se ha encontrado que las variables ambientales que determinan de manera significativa el ensamblaje de diatomeas perifíticas son la conductividad, el pH y el caudal (Ramírez, 2008).

Macrobentos (Macroinvertebrados bénticos)

Composición de especies

Los macroinvertebrados bénticos comprenden a los organismos que en sus últimos estadios larvarios alcanzan un tamaño igual o mayor a 1 mm pertenecen a los siguientes taxa: Insecta, Mollusca, Oligochaeta, Hirudinea y Crustacea principalmente. Algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (Oligochaeta y Mollusca), otros, por el contrario, tienen una fase de su ciclo aéreo. Cualquier tipo de substrato puede constituirse en hábitat adecuado para estos organismos incluyendo grava, piedra, arena, fango, detritus, plantas vasculares, algas filamentosas, troncos, etc.

En relación a la composición por riqueza de especies, la clase Insecta (Arthropoda) presentó una mayor riqueza específica en comparación a las otras taxa en todas las estaciones y periodos de evaluación (monitoreo de vida acuática del periodo 2012-2018, línea base del periodo 2015 y 2017-2018), con predominancia del orden Diptera (moscas y mosquitos) y la familia Chironomidae. La importancia de este grupo taxonómico radica en la abundancia de especies, variedad de hábitos alimenticios, participación como vectores y bioindicadores de la calidad del agua. Los otros taxones fueron menos representativos durante los periodos de evaluación.

Los aspectos ecológicos de la familia Chironomidae caracterizan a este grupo por hallarse ampliamente distribuidos, en cuerpos de agua tanto natural como artificial, en aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios. También se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Son indicadores de agua mesoeutrófica (Roldán, 1996). Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras (Paggi, 2001). Las larvas acuáticas pueden utilizar el aire atmosférico, el aerénquima de las plantas acuáticas o el oxígeno disuelto del agua pues están dotadas de ciertas estructuras adaptativas para obtener el aire de la superficie del agua o bien a partir de lagunas internas de los tejidos de angiospermas acuáticos (Angrisano, 1995).

Como parte del monitoreo de vida acuática realizado por JJR durante la época húmeda de 2012, se registraron 19 morfoespecies de macroinvertebrados, todos los cuales pertenecieron al phylum Arthropoda. Asimismo, durante la época seca 2012 se registraron 21 morfoespecies del macrobentos pertenecientes a dos phyla, de los cuales el phylum Arthropoda registró la mayor riqueza de morfoespecies (95%, con 20 morfoespecies), mientras que el phylum Annelida registró una sola morfoespecie.

De la misma forma, el monitoreo realizado por SNC-Lavalin durante la época húmeda del año 2013 registró 26 morfoespecies de macroinvertebrados pertenecientes a dos phyla, de los cuales el phylum Arthropoda presentó la mayor riqueza de morfoespecies (96%, con 25 morfoespecies), mientras que el phylum Annelida registró una sola morfoespecie. Mientras que durante la época seca del 2013 se registraron 17 morfoespecies de macroinvertebrados, todos los cuales pertenecieron al phylum Arthropoda.

En cuanto a los monitoreos realizados por INSIDEO en el año 2014, durante la época húmeda, se registraron 46 morfoespecies de macroinvertebrados pertenecientes a tres phyla, de los cuales el phylum Arthropoda presentó los valores más altos de riqueza de morfoespecies (91%, con 42 morfoespecies), seguido del phylum Annelida (7%, con tres morfoespecies), mientras que el phylum Platyhelminthes registró la menor cantidad de morfoespecies (2%, con una especie). Mientras que durante la época seca se registraron 31 morfoespecies de macroinvertebrados pertenecientes a cuatro phyla, de los cuales el phylum Arthropoda presentó el valor más elevado de riqueza de morfoespecies de

macroinvertebrados bentónicos (87%, con 27 morfoespecies), seguido del phylum Annelida con dos morfoespecies (6% de la riqueza total registrada en dicho estudio) y por último, los phyla Mollusca y Platyhelminthes que registraron los valores más bajos de riqueza de especies con una morfoespecie cada uno. Los grupos taxonómicos más predominantes fueron las familias Chironomidae (Diptera), Elmidae (Coleoptera) y Baetidae (Ephemeroptera).

En las evaluaciones hidrobiológicas realizadas por INSIDEO en época húmeda 2015, se registraron 23 morfoespecies de macroinvertebrados pertenecientes a tres phyla, de los cuales el phylum Arthropoda presentó los valores más altos de riqueza de morfoespecies (91%, con 21 morfoespecies), mientras que los phyla Annelida y Platyhelminthes tuvieron los valores más bajos de riqueza con una especie cada una. Durante la época seca, se registraron 35 morfoespecies de macroinvertebrados pertenecientes a dos phyla, de los cuales el phylum Arthropoda presentó el valor más elevado de riqueza de morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos (97%, con 34 morfoespecies), mientras que el phylum Annelida reportó una sola morfoespecie.

En cuanto a los monitoreos realizados por INSIDEO en el año 2015, durante la época húmeda, se registraron 30 especies distribuidas en tres phylla: Arthropoda (28 especies), Platyhelminthes (una especie) y Annelida (una especie). Mientras que durante la época seca se registraron 72 especies distribuidas en cinco phylla: Arthropoda (66 especies, 92%), Cnidaria (1%), Mollusca (3%), Nematoda (1%) y Platyhelminthes (3%). Los grupos taxonómicos más predominantes fueron las familias Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera) así como la clase Oligochaeta.

En cuanto a los monitoreos realizados por INSIDEO en el año 2016, durante la época húmeda se registraron 37 especies distribuidas en cuatro phylla: Annelida (1 especie, 3%), Arthropoda (34 especies, 92%), Mollusca (3%), y Platyhelminthes (3%). Mientras que durante la época seca se registraron 42 especies distribuidas en cuatro phylla: Annelida (1 especie, representando un 2%), Arthropoda (39 especies, representado un 93%), Mollusca (2%), y Platyhelminthes (3%). De igual para forma, para este periodo los grupos taxonómicos más frecuentes fueron las familias Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera).

Por otro lado, durante la evaluación hidrobiológica de época seca 2017 realizada por Stantec, como parte de la línea base de la I MEIA Yanacocha, se reportó un total de 19 morfoespecies del bentos correspondiente a 18 Arthropoda y 1 Annelida; mientras que durante época húmeda 2018, se registró un total de 15 morfoespecies, correspondiente a 18 Arthropoda y 1 Annelida. En ambas temporadas, la clase Insecta y el orden Diptera fueron los taxones más representativos de esta comunidad. La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron el predominio de los dípteros (principalmente familia Chironomidae) dentro de las muestras del macrobentos.

En cuanto a los monitoreos realizados por Ausenco en el año 2017, durante la época húmeda, se registraron un total de 55 especies distribuidas en cuatro phylla: Arthropoda (50 especies), Mollusca (3 especies), Platyhelminthes (una especie) y Annelida (una especie). Mientras que durante la época seca se registraron 60 especies distribuidas en cuatro phylla: Arthropoda (57 especies), Mollusca (1 especie), Annelida (1 especie) y Platyhelminthes (1 especie). Los grupos taxonómicos más predominantes fueron las familias Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera).

Finalmente, respecto a los monitoreos realizados por Ausenco en el año 2018, durante la época húmeda, se registraron un total de 53 especies distribuidas en cuatro phylla: Arthropoda (49 especies), Mollusca (2 especies), Platyhelminthes (una especie) y Annelida (una especie). Mientras que durante la época seca se registraron 58 especies distribuidas en cuatro phylla: Arthropoda (54 especies), Mollusca (2 especies), Annelida (1 especie) y Platyhelminthes (1 especie). Los grupos taxonómicos más predominantes fueron las familias Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera).

Riqueza y Abundancia de especies

La riqueza de especies del macrobentos en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 0 y 21 especies durante los periodos de evaluación, en el cual se registró un mayor número de especies (21) en las estaciones HCU1 (río Cushuro) durante la temporada húmeda del 2013, HLV1 y QVIZ (ubicadas en la quebrada Vizcacha) durante la época seca del 2015 (Ver Gráfico 3.3.3-207, *Riqueza de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*). Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la riqueza del macrobentos fluctuó entre 0 y 18 especies, donde las estaciones CQU1 (quebrada Quecher), CAZ2 y CAZ3 (río Azufre) presentaron el mayor número de especies) durante la temporada húmeda 2014; mientras que los menores valores de

riqueza se registraron en las estaciones CAR1 (quebrada Arnacocha, parte baja), CCH1 (quebrada Chachacoma, parte baja) y COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) durante la temporada húmeda del 2015, así como en la localidad QCH (quebrada Chchacoma, parte alta) durante la época seca del 2015 (Ver Gráfico 3.3.3-208, *Riqueza de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

Gráfico 3.3.3-207 Riqueza de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

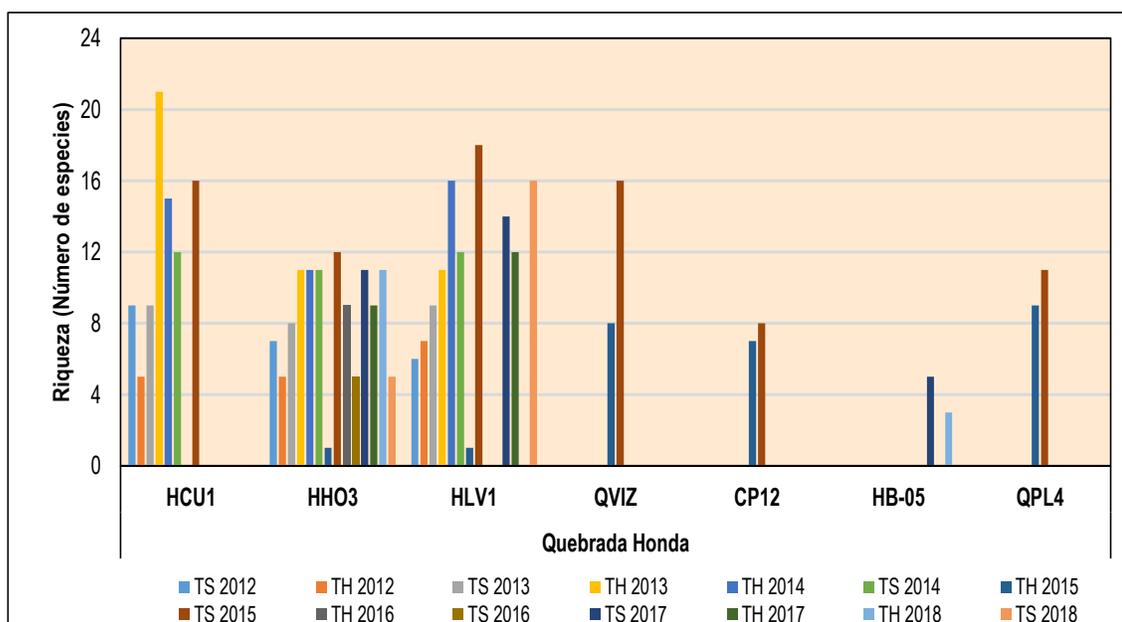
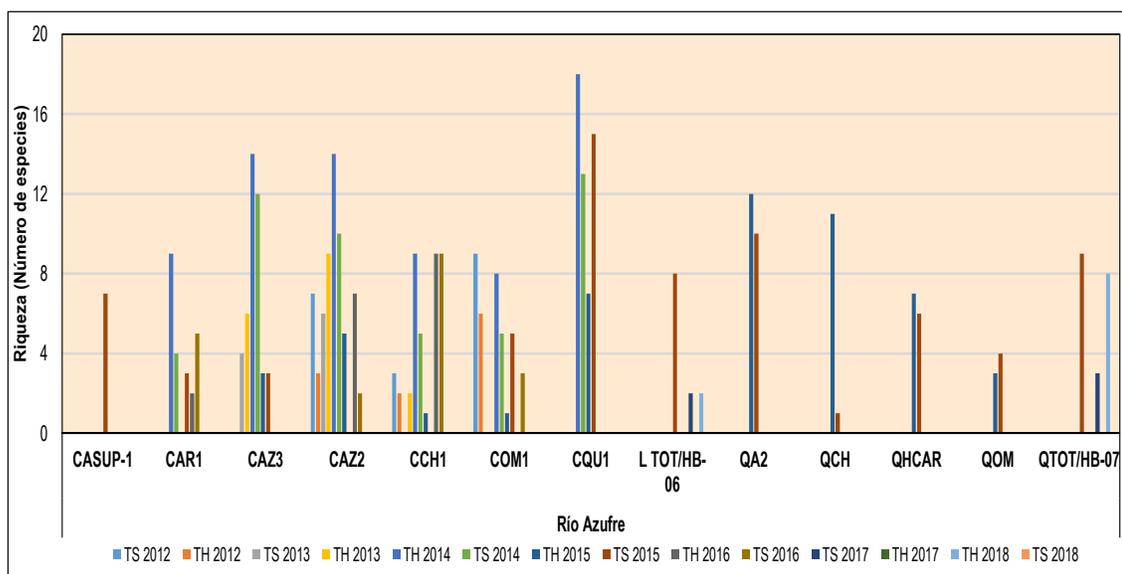


Gráfico 3.3.3-208 Riqueza de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Para el caso de la subcuenca del río Grande, la riqueza del macrobentos varió entre 0 y 21 especies durante los periodos de evaluación, con un mayor número de especies en la estación PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante los monitoreos del periodo 2017-2018, así como la localidad PVI (quebrada Viscachayoc) durante los eventos de época húmeda y época seca 2018; en esta subcuenca los menores valores de riqueza se observaron en las localidades PCB1 (quebrada Quishuar Corral) y PEN1

(quebrada Encajón, parte baja) durante la época húmeda 2016 (Ver Gráfico 3.3.3-209, *Riqueza de Especies del Macrobenos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*). Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinuario, la riqueza de macrobenos fluctuó entre 0 y 17 especies, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de especies durante la época seca 2017 y época seca 2018 (Ver Gráfico 3.3.3-210, *Riqueza de Especies del Macrobenos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario*).

Finalmente, la riqueza de los macroinvertebrados en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 1 y 25 especies, observándose un mayor número de especies en las localidades RT11 (río Tinte) y RSA2 (río Shoclla, parte baja) durante la temporada seca 2015. Ver Gráfico 3.3.3-211, *Riqueza de Especies del Macrobenos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-209 Riqueza de Especies del Macrobenos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande

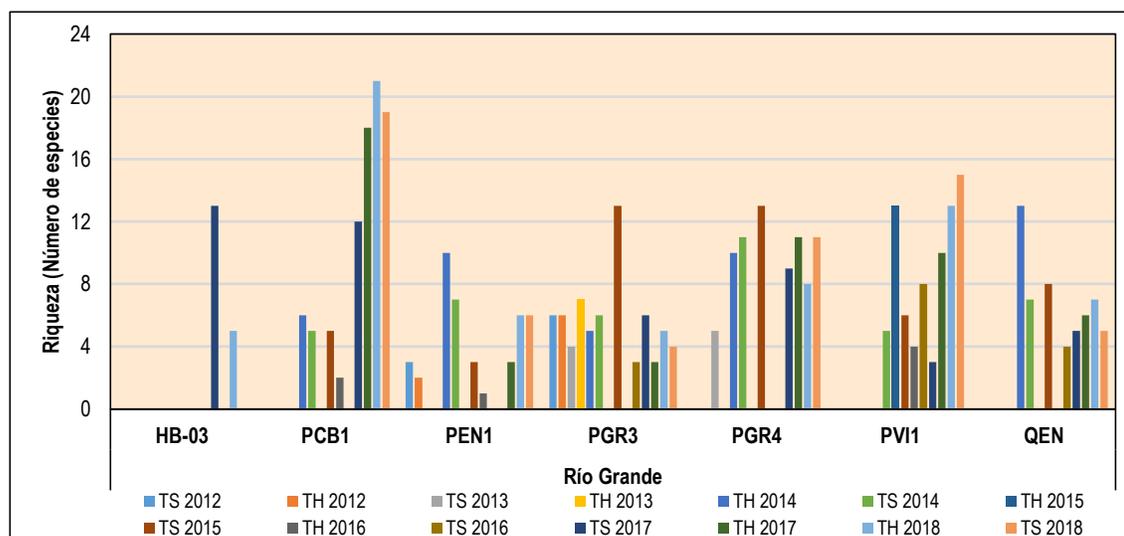


Gráfico 3.3.3-210 Riqueza de Especies del Macrobenos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

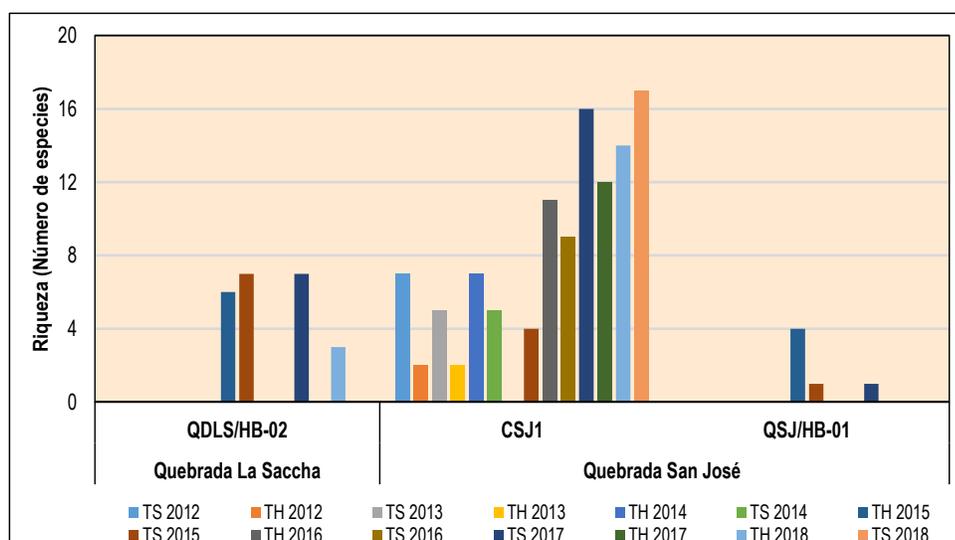
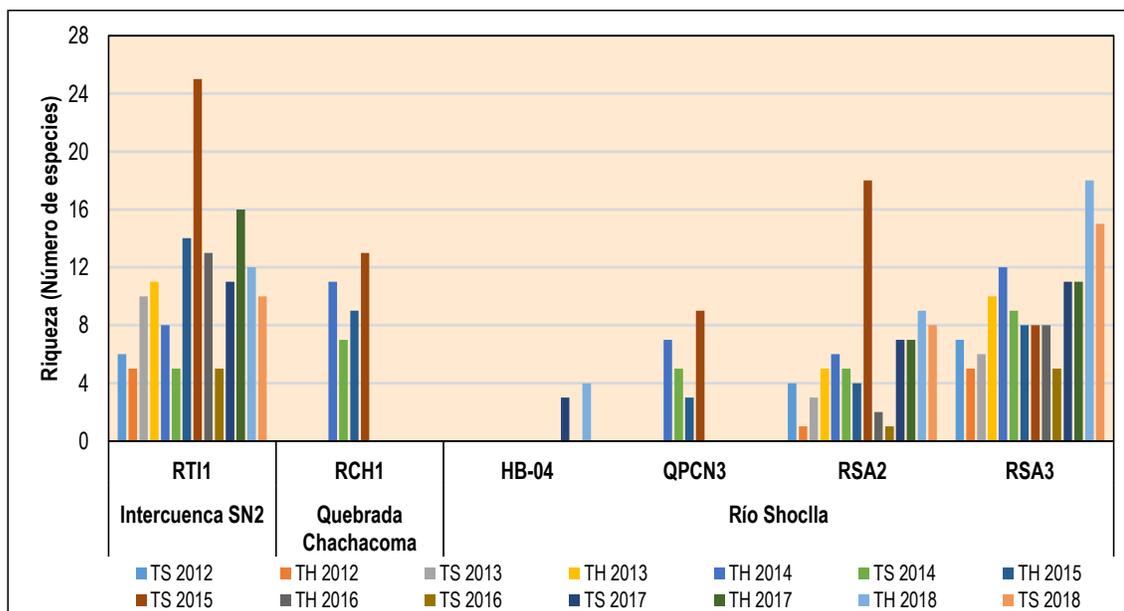


Gráfico 3.3.3-211 Riqueza de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

Los phyla Annelida y Arthropoda fueron colectados en todas las evaluaciones de monitoreo realizadas, siendo los Arthropoda los más diversos, reportando la mayor riqueza en la evaluación de temporada seca 2015.

Comparando el número de especies a nivel temporal, no se evidencia un patrón claro a nivel estacional, lo cual se explicaría porque los grupos de macroinvertebrados que habitan en agua dulce muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo diferencias en sus ciclos de vida. Comparando el número de especies a nivel de subcuencas, se evidenciaron riquezas relativamente mayores en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda.

La abundancia de especies del macrobentos en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda varió entre 0 y 9,329 individuos durante los periodos de evaluación, en los cuales se registró un mayor número de especies en la estación HLV1 (quebrada Vizcacha) durante la temporada seca del 2015; y menores riquezas de especies en la estación HB-05 (laguna Maqui Maqui 3). Debe considerarse que los mayores valores de abundancia en la mayoría de las estaciones de monitoreo se registraron durante la época seca del 2015. Asimismo, para el caso de las estaciones de la subcuenca del río Azufre, la abundancia del macrobentos fluctuó entre 0 y 2,011 individuos, en el cual la localidad LTOT/HB-06 (laguna Totorá) presentó el mayor número de individuos durante la época seca del 2015 y la época húmeda del 2018; mientras que los menores valores se registraron en las estaciones QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) y CAR1 (quebrada Arnacocha) (Ver Tabla 3.3.3-32, *Abundancia de Especies del Macrobentos en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*).

Para el caso de la subcuenca del río Grande, la abundancia del macrobentos varió entre 0 y 1,033 individuos durante los periodos de evaluación, con mayores valores en las estaciones PGR4 (río Grande) y PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante la época seca del 2013 y la época seca del 2018, respectivamente; y menores valores en las localidades PEN1 (quebrada Encajón, parte baja), QEN (quebrada Encajón), PGR3 y PGR 4 (río Grande) durante el monitoreo de época húmeda 2015. Asimismo, para el caso de la subcuenca del río Quinarío, la abundancia de los macroinvertebrados fluctuó entre 0 y 1,096 individuos, en el cual la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó el mayor número de individuos durante la temporada seca 2012. Finalmente, la abundancia del macrobentos en las estaciones de la subcuenca del río Rejo fluctuó entre 2 y 1,111 individuos, observándose un mayor número de organismos en la localidad RSA3 (río Shoclla, parte alta) y RTI1 (río Tinte) durante la época húmeda y seca 2013, respectivamente. Ver Tabla 3.3.3-32, *Abundancia de Especies del Macrobentos en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas*.

Tabla 3.3.3-32 Abundancia de Especies del Macrobenetos en las Estaciones de las Diferentes Subcuencas

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TS 2013 | TH 2013 | TH 2014 | TS 2014 | TH 2015 | TS 2015 | TH 2016 | TS 2016 | TS 2017 | TH 2017 | TH 2018 | TS 2018 | |
|----------------|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | 42 | 137 | 1,256 | 2,409 | 433 | 434 | 0 | 429 | -- | -- | | | | | |
| | | HHO3 | 110 | 52 | 628 | 803 | 93 | 115 | 2 | 242 | 19 | 9 | 111 | 16 | 29 | 58 | |
| | | HLV1 | 371 | 72 | 2,122 | 1,386 | 546 | 696 | 1 | 9,329 | -- | -- | 174 | 71 | | 205 | |
| | | QVIZ | | | | | | | 2,568 | 1,379 | | | | | | | |
| | | CP12 | | | | | | | 86 | 2,568 | | | | | | | |
| | | HB-05 | | | | | | | | | | | | 39 | | 10 | |
| | | QPL4 | | | | | | | 136 | 1,661 | | | | | | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CASUP-1 | | | | | | | | 432 | | | | | | | |
| | | CAR1 | -- | -- | -- | -- | 38 | 37 | 0 | 6 | 2 | 4 | | | | | |
| | | CAZ3 | -- | -- | 700 | 330 | 379 | 461 | 10 | 5 | -- | -- | | | | | |
| | | CAZ2 | 96 | 33 | 866 | 869 | 1,167 | 866 | 15 | 0 | 19 | 84 | | | | | |
| | | CCH1 | 38 | 8 | 0 | 22 | 68 | 63 | 3 | 0 | 43 | 83 | | | | | |
| | | COM1 | 115 | 49 | -- | -- | 41 | 35 | 1 | 7 | 0 | 2 | | | | | |
| | | CQU1 | -- | -- | -- | -- | 595 | 533 | 22 | 330 | -- | -- | | | | | |
| | | L TOT/HB-06 | | | | | | | | | 2,011 | | | 290 | | 1,551 | |
| | | QA2 | | | | | | | | 232 | 218 | | | | | | |
| | | QCH | | | | | | | | 289 | 4 | | | | | | |
| | | QHCAR | | | | | | | | 107 | 279 | | | | | | |
| | | QOM | | | | | | | | 11 | 14 | | | | | | |
| QTOT/HB-07 | | | | | | | | | 486 | | | 28 | | 34 | | | |
| Río Grande | Río Grande | HB-03 | | | | | | | | | | | 84 | | 93 | | |
| | | PCB1 | -- | -- | -- | -- | 43 | 47 | 0 | 19 | 2 | -- | 237 | 590 | 135 | 791 | |
| | | PEN1 | 15 | 8 | -- | -- | 74 | 71 | 0 | 64 | 1 | -- | 0 | 6 | 12 | 15 | |
| | | PGR3 | 97 | 31 | 188 | 253 | 39 | 38 | 0 | 177 | 0 | 7 | 13 | 29 | 42 | 10 | |
| | | PGR4 | -- | -- | 1,033 | -- | 149 | 179 | 0 | 227 | 0 | -- | 60 | 367 | 23 | 181 | |

| Subcuenca | Microcuenca | Estaciones | TS 2012 | TH 2012 | TS 2013 | TH 2013 | TH 2014 | TS 2014 | TH 2015 | TS 2015 | TH 2016 | TS 2016 | TS 2017 | TH 2017 | TH 2018 | TS 2018 |
|---------------|---------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | PVI1 | -- | -- | -- | -- | -- | 155 | 78 | 44 | 5 | 46 | 62 | 214 | 29 | 539 |
| | | QEN | -- | -- | -- | -- | 79 | 41 | 0 | 13 | 0 | 6 | 8 | 7 | 16 | 10 |
| Río Quinuario | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | | | | | 64 | 46 | | | 33 | | 20 | |
| | Quebrada San José | CSJ1 | 1,096 | 11 | 232 | 110 | 28 | 27 | 0 | 21 | 76 | 17 | 697 | 194 | 36 | 434 |
| | | QSJ/HB-01 | | | | | | | 14 | 4 | | | 1 | | 0 | |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | 108 | 83 | 800 | 550 | 93 | 90 | 447 | 660 | 42 | 95 | 69 | 672 | 143 | 486 |
| | Quebrada Chachacoma | RCH1 | -- | -- | -- | -- | 330 | 275 | 322 | 153 | -- | -- | | | | |
| | Río Shoella | HB-04 | | | | | | | | | | | 4 | | 6 | |
| | | QPCN3 | -- | -- | -- | -- | 58 | 36 | 5 | 67 | -- | -- | | | | |
| | | RSA2 | 53 | 11 | 100 | 132 | 62 | 67 | 7 | 216 | 7 | 2 | 29 | 113 | 118 | 153 |
| | | RSA3 | 185 | 55 | 255 | 1,111 | 165 | 163 | 31 | 28 | 132 | 132 | 140 | 277 | 371 | 565 |

Nota:

TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca

Fuente:

Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012)

Monitoreo de vida acuática, Operaciones (SNC Lavalin, 2013)

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (INSIDEO, 2014)

Línea Base Hidrobiológica - V Modificación MEIA SYE (INSIDEO, 2015)

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015-2016)

Línea Base Hidrobiológica - MEIA Yanacocha (MWH, 2017-2018)

Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018)

Comparando las estaciones a nivel temporal, se registraron valores relativamente mayores de abundancia de macrobentos durante la época seca. Aunque la mayoría de los taxones estuvieron presentes en ambas temporadas, las abundancias de la mayoría de las familias y especies fueron mayores en la época seca, que es el periodo hidrológico más estable. Este mismo patrón temporal fue observado en las comunidades bentónicas del río Piburja, en los Andes Ecuatorianos, donde se observan diferencias en abundancia, riqueza, diversidad y presencia/ausencia de ciertos grupos en ambas temporadas (Ríos-Touma *et al.*, 2011).

Asimismo, el incremento en abundancia y diversidad de los bentos en periodos secos es reportado en mucho estudio en quebradas altoandinas (Jacobsen y Encalada, 1998; Pérez y Segnini, 2007). También existe una tendencia de una mayor abundancia y riqueza de los bentos en zonas de alto flujo (caudal) durante la época seca, siendo más evidente la preferencia del hábitat de éstos (Ríos-Touma *et al.*, 2011).

Las morfoespecies registradas son típicas de las cuencas hidrográficas de la región andina, caracterizados por organismos que están asociados con niveles medios o altos de materia orgánica presente en el medio acuático como coleópteros de la familia Elmidae y dípteros de la familia Chironomidae. Asimismo, los resultados obtenidos muestran que hay una dominancia por los organismos de la clase Insecta en los cursos de agua evaluados.

Diversidad de Especies

Como resultado de la variación encontrada para los parámetros de abundancia y riqueza específica, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon (H') del macrobentos para las estaciones de muestreo dentro de las diferentes cuencas se mostraron también variables. Los índices de diversidad del macrobentos en las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda fluctuaron entre 0 y 3.28 bits/ind, correspondiente principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones HCU1 (río Cushuro), HLV1 (quebrada Vizcacha) durante la época húmeda del 2014, así como en la localidad HHO3 (quebrada Honda) durante la época húmeda del 2014 y la época seca del 2017. Debe considerarse que estas mismas estaciones presentaron una diversidad nula (0) durante la época húmeda del 2015, ya que no se registraron organismos durante los muestreos. Ver Gráfico 3.3.3-212, *Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Asimismo, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Azufre fluctuaron entre 0 y 3.20 bits/Ind, correspondiente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones CAZ3 (río Azufre), COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) y CQU1 (quebrada Quecher) durante la temporada húmeda 2014. Se registró un nulo índice de diversidad en las estaciones CAR1 (quebrada Amacocha, parte baja), CAZ2 (río Azufre) y CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja), en algún evento de monitoreo (Ver Gráfico 3.3.3-213, *Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre*).

Gráfico 3.3.3-212 Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca de la Quebrada Honda

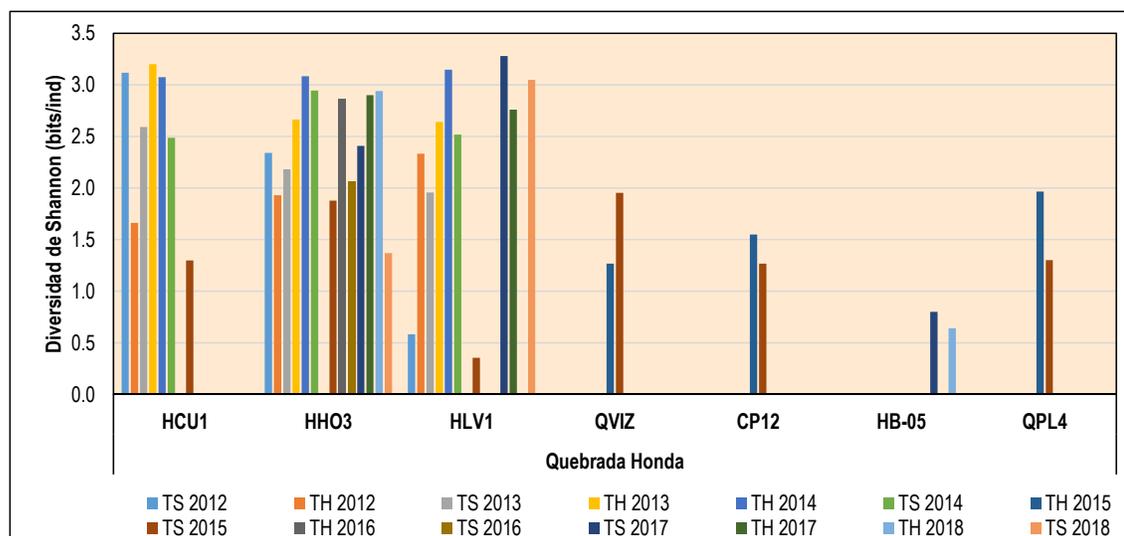
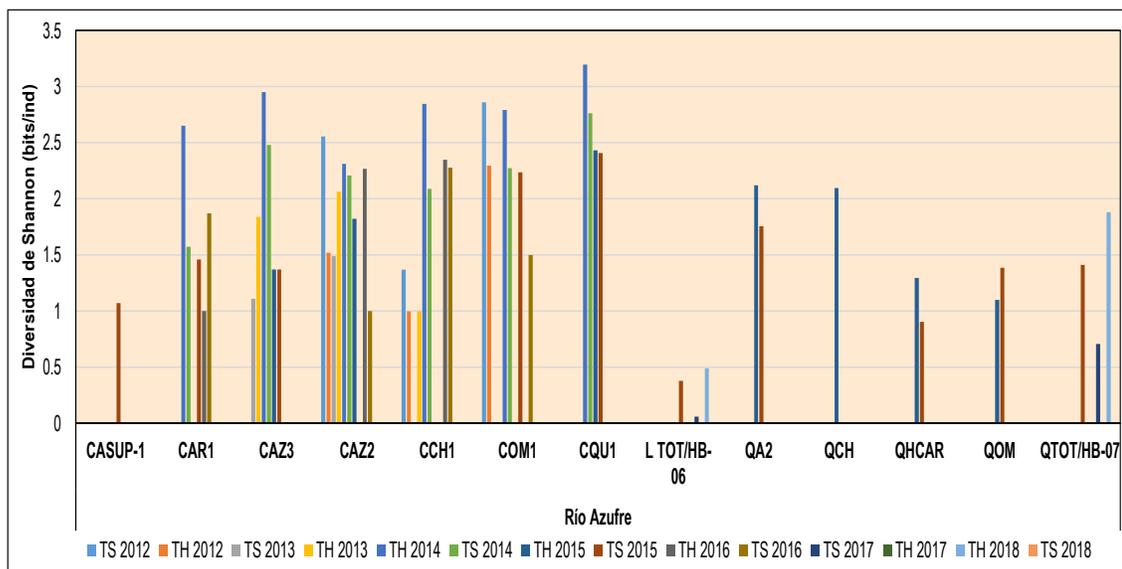
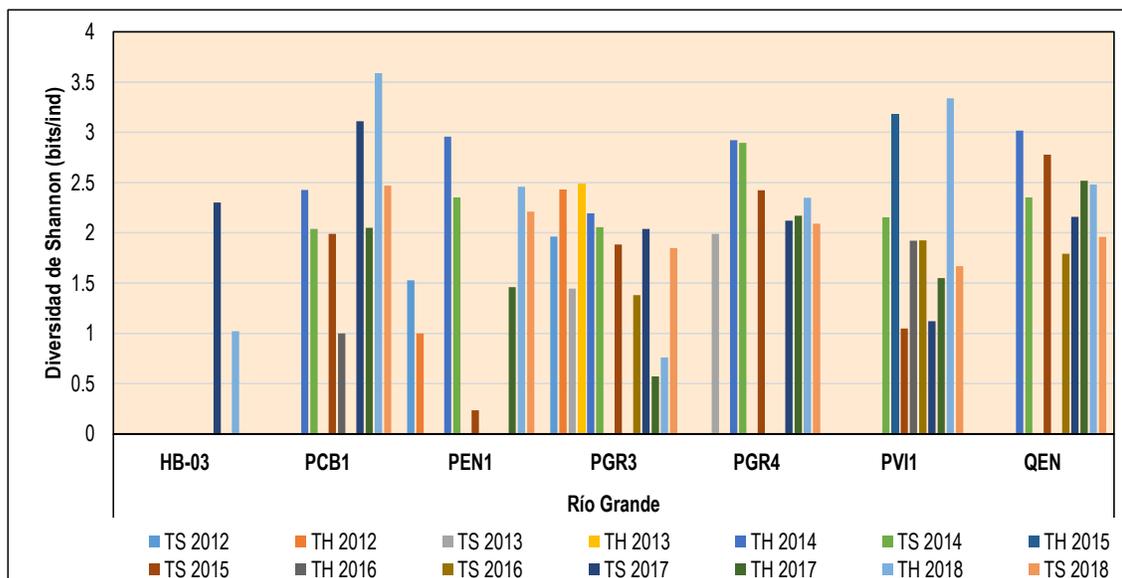


Gráfico 3.3.3-213 Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Azufre



Por otro lado, los valores de diversidad del macrobentos en la subcuenca del río Grande se encontraron en el rango de 0 y 3.59 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores en las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral) durante la época húmeda del 2018, y PVI1 (quebrada Viscachayoc) durante la época húmeda del 2015 y la época húmeda del 2018. Ver Gráfico 3.3.3-214, *Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande*.

Gráfico 3.3.3-214 Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Grande



Adicionalmente, los valores de diversidad en las estaciones de la subcuenca del río Quinario fluctuaron entre 0 y 2.91 bits/Ind, correspondiente a una diversidad baja y media, con mayores valores en la estación CSJ1 (quebrada San José) durante el monitoreo de las épocas húmeda y seca del 2018 (Ver Gráfico 3.3.3-215, *Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinario*). Mientras que, los índices de diversidad del macrobentos en la subcuenca del río Rejo variaron entre 0 y 3.14 bits/ind, que equivale principalmente a una diversidad baja y media, con mayores valores

en la estación RSA3 (río Shoclla, parte alta) y RT11 (río Tinte) durante los monitoreos de la época húmeda del 2014 y la época húmeda del 2016, respectivamente (Ver Gráfico 3.3.3-216, *Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo*).

Gráfico 3.3.3-215 Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Quinuario

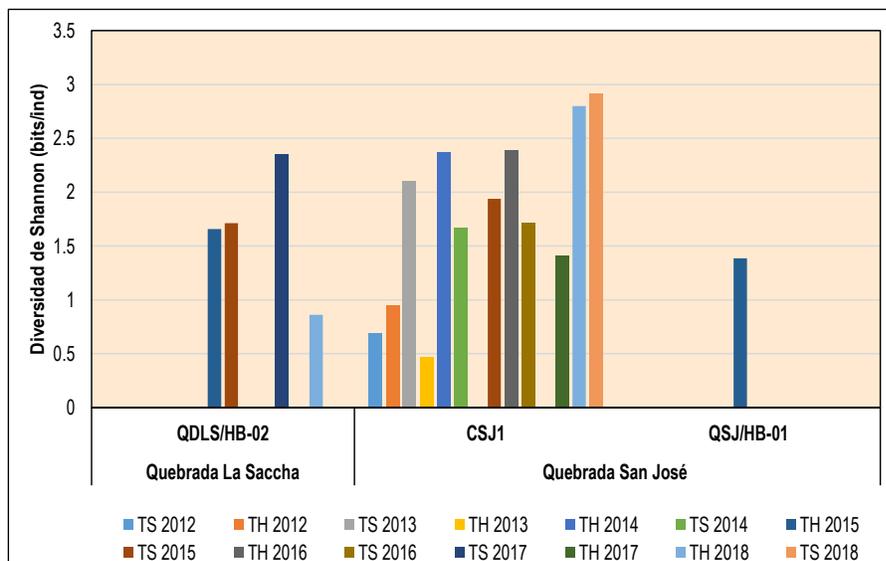
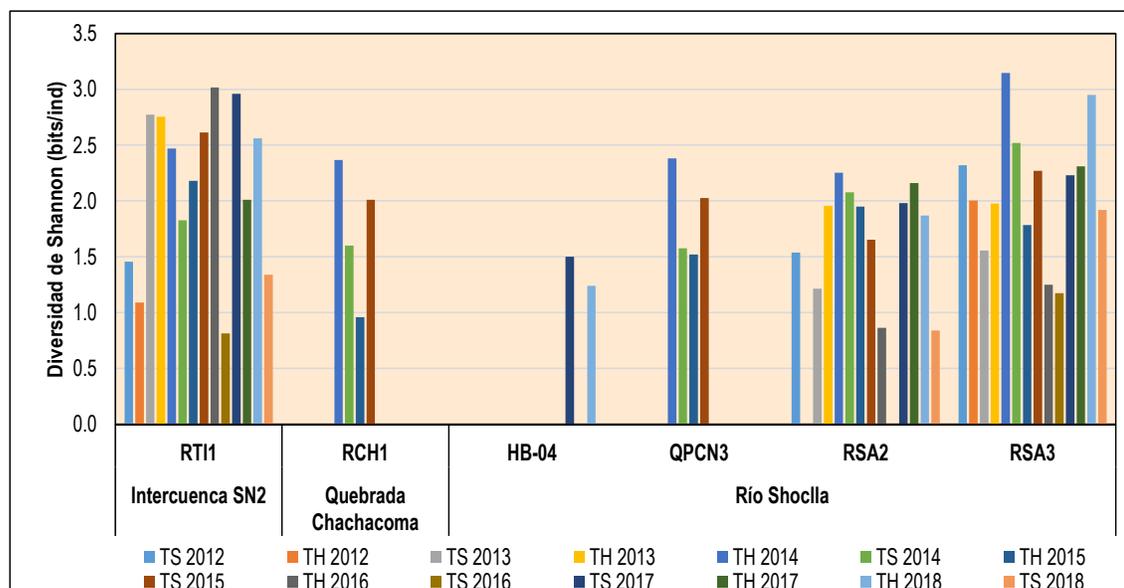


Gráfico 3.3.3-216 Diversidad de Especies del Macrobentos en las Estaciones de la Subcuenca del Río Rejo

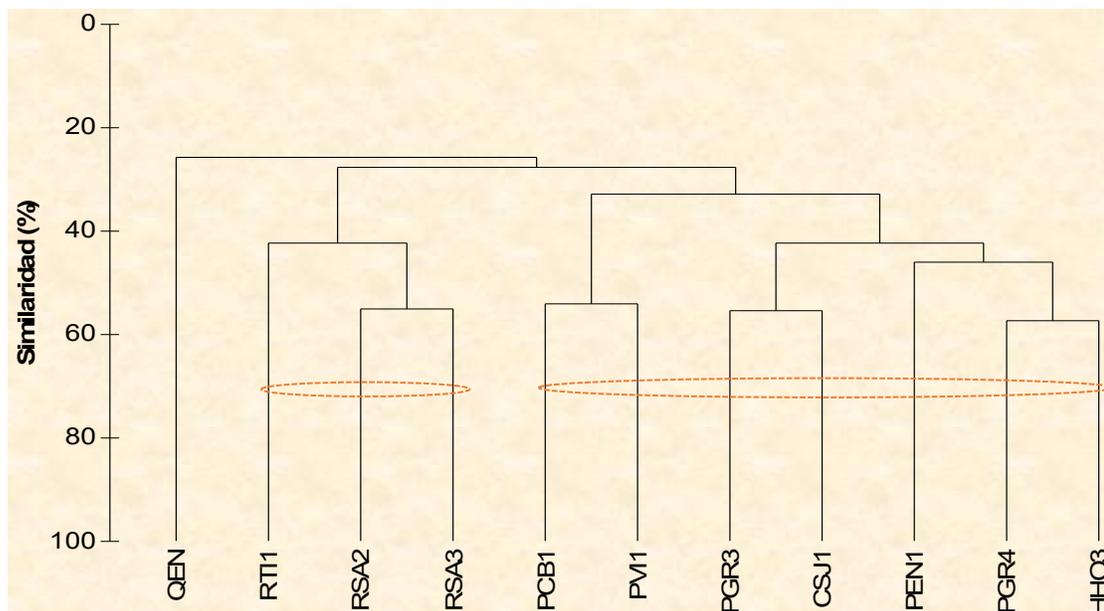


Diversidad Beta - Similitud de Estaciones

Se realizó un análisis de similitud para comparar la estructura comunitaria del macrobentos presente en las estaciones durante las temporadas húmeda y seca del 2018. De acuerdo al Gráfico 3.3.3-217, *Dendrograma de Similitud del Macrobentos Durante Temporada Húmeda 2018*, se identificaron dos (02) asociaciones: el primer grupo formado por las estaciones RT11 (río Tinte), RSA2 y RSA3 (río Shoclla), ubicadas en la subcuenca del río Rejo, con una baja similitud del 42% y caracterizado por el predominio del díptero *Cricotopus sp.* (familia Chironomidae) y el tricóptero *Metrichia sp.* (familia Hydroptilidae); y el segundo grupo, que agrupa las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral, subcuenca del río

Grande), PV11 (quebrada Viscachayoc, subcuenca del río Grande), PGR3 y PGR4 (río Grande, subcuenca del río Grande), CSJ1 (quebrada San José, subcuenca del río Quinuario), PEN1 (quebrada Encajón, subcuenca del río Grande) y HHO3 (quebrada Honda, subcuenca de la quebrada Honda), con una similitud del 33% y caracterizado por la dominancia del coleóptero *Austrelmis sp.* (familia Elmidae) y el díptero *Cricotopus sp.* (familia Chironomidae).

Gráfico 3.3.3-217 Dendrograma de Similitud del Macrobentos Durante Temporada Húmeda 2018

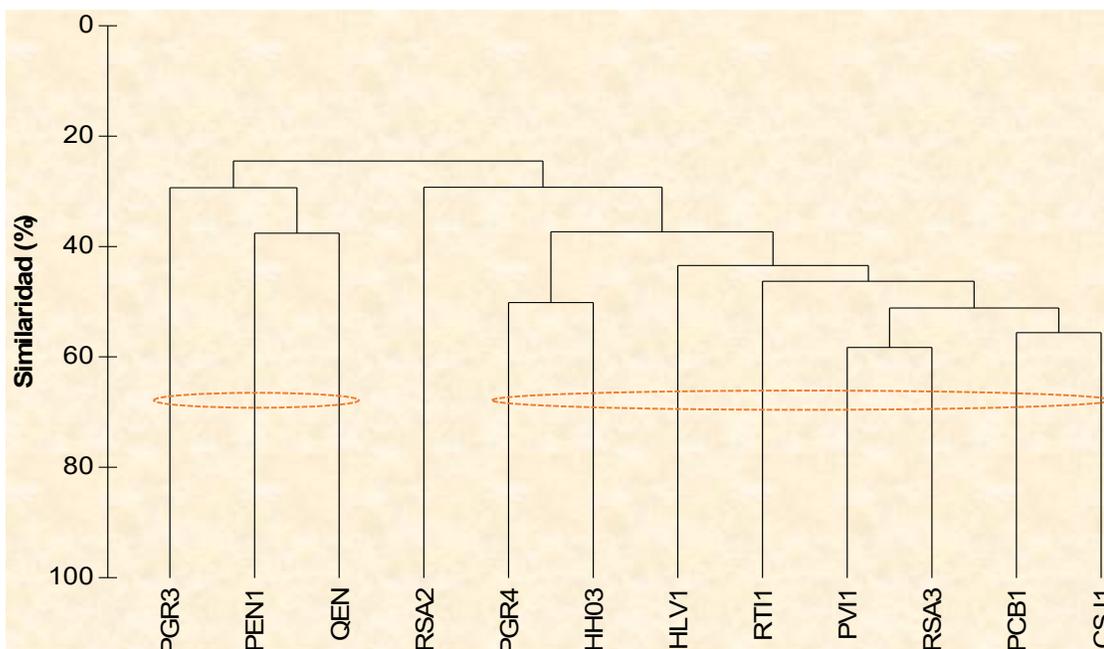


De igual forma, el Gráfico 3.3.3-218, *Dendrograma de Similitud del Macrobentos Durante Temporada Seca 2018* muestra dos (02) asociaciones: el primer grupo formado por las estaciones PGR3 (río Grande), QEN y PEN1 (quebrada Encajón), ubicadas en la subcuenca del río Grande, con una similitud del 25%, caracterizado por el predominio del díptero *Cricotopus sp.* (familia Chironomidae); y, un segundo grupo, que abarca las estaciones PGR4 (río Grande, subcuenca del río Grande), HHO3 (quebrada Honda, subcuenca de la quebrada Honda), RT11 (río Tinte, subcuenca del río Rejo), PV11 (quebrada Viscachayoc, subcuenca del río Grande), RSA3 (río Shoclla, subcuenca del río Rejo), PCB1 (quebrada Quishuar Corral, subcuenca del río Grande) y CSJ1 (quebrada San José, subcuenca del río Quinuario), con una similitud del 20% y caracterizado por la dominancia del coleóptero *Austrelmis sp.* (familia Elmidae), y los dípteros *Cricotopus sp.* y *Tanytarsus sp.* (familia Chironomidae).

A nivel espacial se observa una mayor similitud en la composición y abundancia del macrobentos en los cursos de agua dentro de las subcuencas evaluadas. Así se tiene que durante la época húmeda 2018 hubo similitud en la estructura del macrobentos sólo entre las estaciones de la subcuenca del río Rejo, y entre las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda, río Grande y río Quinuario. Por el contrario, durante la época seca del 2018, hubo similitud sólo entre las estaciones de la subcuenca del río Grande, y entre las estaciones de la subcuenca de la quebrada Honda, río Rejo y río Quinuario.

La heterogeneidad del hábitat, la vegetación ribereña y el aporte de material alóctono son factores que influyen en la estructura y composición de la comunidad bentónica. Asimismo, Downes *et al.*, (2000) encontraron que los sitios de un mismo río pueden presentar una composición taxonómica de macroinvertebrados muy diferentes. En los ambientes lóticos, la estructura de la comunidad bentónica resulta de una conjunción de variables ambientales, como velocidad de corriente y granulometría del sustrato (Hynes, 1970; Allan & Castillo, 2007).

Asimismo, estudios en quebradas altoandinas en Ecuador (Ríos-Touma *et al.*, 2011) mostraron que diferentes velocidades de flujo (rápido vs. lento) en los tramos de cursos de agua fueron un factor importante que condicionan la estructura de los bentos durante la época seca. Mientras que, en la temporada húmeda, la fauna bentónica estuvo menos organizada o estructurada al azar. Por tanto, estas diferencias estacionales relacionadas a las condiciones del flujo son un factor clave en la composición y abundancia de los bentos.

Gráfico 3.3.3-218 Dendrograma de Similitud del Macrobentos Durante Temporada Seca 2018

Índices Bióticos

Para evaluar la calidad biológica de los ambientes acuáticos, y por tanto evaluar indirectamente la calidad del agua superficial, se ha estimado dos índices bióticos: EPT y BMWP, los cuales están basados en los datos de riqueza y abundancia del macrobentos. En general, es importante mencionar que los índices BMWP y EPT están referidos a una contaminación sin precisar el tipo, además que no todas las familias reportadas en las estaciones evaluadas cuentan con una ponderación para ser incluidas en el índice. Asimismo, debe considerarse algunos taxones del grupo EPT que no se distribuyen naturalmente en las zonas altoandinas, por lo que los índices de calidad ecológica se podrían subvalorar.

Asimismo, debe indicarse que, el uso de estos dos índices ecológicos o bióticos, deben ser usados de manera referencial ya que han sido establecidos para otras zonas geográficas, y están asociados mayormente a contaminación orgánica del agua superficial.

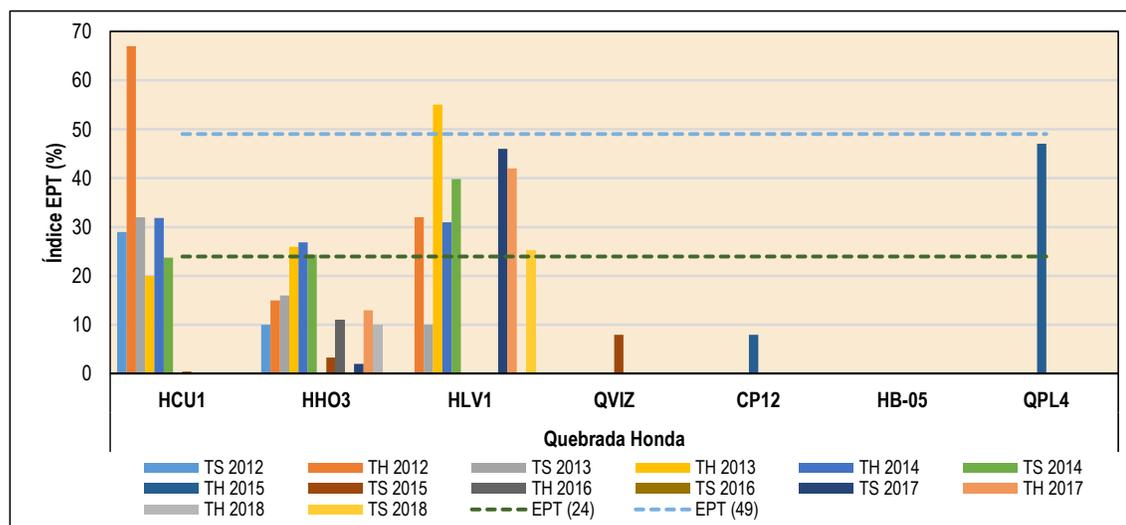
Complementariamente, se incluyó el uso del índice multimétrico IMEERA, el cual es aplicable a ríos altoandinos, con el objeto de evaluar el estado ecológico de los cursos de agua que forman parte del monitoreo de vida acuática.

Índice EPT

El Índice EPT está basado en la presencia de tres grupos indicadores de los bentos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considerados como organismos sensibles a aguas perturbadas o contaminadas por materia orgánica, entonces su presencia y mayor abundancia en los cuerpos de agua es un indicador de aguas limpias y de buena calidad, y por lo tanto, buen estado de conservación del hábitat acuático. El índice EPT está basado en la abundancia relativa (%) de estos grupos en una muestra determinada. La escala de comparación para el presente estudio se tomó del índice %EPT desarrollado por EcoCiencia para Ecuador (Carrera-Reyes & Fierro-Peralbo, 2001), y considera valores de EPT entre 0 y 24% indican aguas de mala calidad o en deterioro, valores entre 25 y 49% indican aguas de regular calidad; mientras que valores mayores al 50% indican aguas de buena calidad. Por el contrario, la presencia y abundancia de especies de los grupos Chironomidae y Annelida (CA), indican contaminación por materiales orgánicos u otro contaminante (metales pesados, compuestos inorgánicos, etc.) en los cuerpos de agua, ya que son organismos que presentan gran tolerancia a la contaminación.

En relación al índice EPT estimado en la subcuenca de la quebrada Honda, se observa que las estaciones QVIZ (quebrada Vizcacha), CP12 (quebrada Río Colorado), HH03 (quebrada Honda) y HB-05 (laguna Maqui Maqui 3) presentaron mayormente valores correspondientes al rango entre 0 y 24%, lo que indicaría aguas de menor calidad o en deterioro, caracterizados por un predominio de quironómidos y asociados a hábitats pocos apropiados para el establecimiento del bentos. Esto guarda relación con los resultados de calidad de agua superficial para la microcuenca de la quebrada Honda, que muestran valores de pH y de algunos metales (principalmente Cu, Fe, Mn, Pb), en condiciones pre-mina y actuales (WSP, 2016), que mostraron excedencias del ECA categoría 3 (ver Sección 3.2.5.3 Calidad del Agua Superficial). Para el caso de las localidades HCU1 (río Cushuro), HLV1 (quebrada Vizcacha) y QPL4 (quebrada Pampa Larga), éstas presentaron mayormente valores entre el rango 25 y 49, que corresponderían a aguas de regular calidad. Sin embargo, se evidencia un alto valor de EPT en la estación HCU-1 durante la temporada húmeda del 2012, lo cual corresponde a aguas de buena calidad. Ver Gráfico 3.3.3-219, *Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Gráfico 3.3.3-219 Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda



Para el caso de la subcuenca del río Azufre, los índices EPT fluctuaron principalmente en el rango de 0 y 24% para las estaciones CASup-1 (quebrada Ocucho Machay, parte alta), CAR1 (quebrada Arnacocha), CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja), CQU1 (quebrada Quecher), LTOT/HB-06 (laguna Titora), QCH (quebrada Chaquicocha), QHCAR (quebrada Húascar), QOM (quebrada Ocucho Machay, parte alta) y QTOT/HB-07 (quebrada Titora), lo cual correspondería a aguas de menor calidad o en deterioro. Sin embargo, todos estos cursos de agua presentan condiciones naturales de pH ácido según información de la etapa de pre-mina (WSP, 2016), que también es descrita en la Sección 3.2.5.3 Calidad del Agua Superficial). Asimismo, la estación QA2 (quebrada Arnacocha) presentó valores de EPT entre 25 y 49%, que equivalen a aguas de regular calidad; mientras las estaciones CAZ2 y CAZ3, ubicadas en la quebrada Azufre, presentaron en la mayoría de los periodos evaluados valores de EPT mayores de 50%, lo cual equivale a aguas de aceptable calidad. La estación COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja) presentó índices muy variables dentro de los eventos de monitoreo, variando desde agua de baja calidad hasta aguas de buena calidad. Ver Gráfico 3.3.3-220, *Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del río Azufre*.

Para el caso de la subcuenca del río Grande, los índices EPT fluctuaron principalmente en el rango de 0 y 24% para las estaciones HB-03 (quebrada Corral Blanco), PGR4 (Río Grande) y QEN (quebrada Encajón, parte alta), lo cual correspondería a aguas de menor calidad o en deterioro. Esto guarda relación con los resultados de calidad de agua superficial encontrados en los cursos de agua de la microcuenca del río Grande, donde se encontraron valores ácidos de pH y excedencias de metales como Fe en condiciones de pre-mina, lo cual está asociado a condiciones naturales de zona mineralizada (Ver Sección 3.2.5.3 Calidad de Agua Superficial). Asimismo, la localidad PEN1 (quebrada Encajón, parte baja) presentó índices de EPT entre 24 y 49%, que equivale a aguas de regular calidad, mientras que las estaciones PCB1 (quebrada Quishuar Corral), PGR3 (río Grande) y PVI1 (quebrada Viscachayoc) mostraron índices muy variables dentro de los eventos de monitoreo, variando desde agua de baja calidad hasta aguas de buena calidad. Para el caso de la localidad PGR3 (río Grande), ésta mostró

valores del EPT mayores del 50% durante los eventos de monitoreo del 2017 y 2018, lo cual corresponde a aguas de buena calidad. Ver Gráfico 3.3.3-221, *Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del río Grande*.

Gráfico 3.3.3-220 Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Azufre

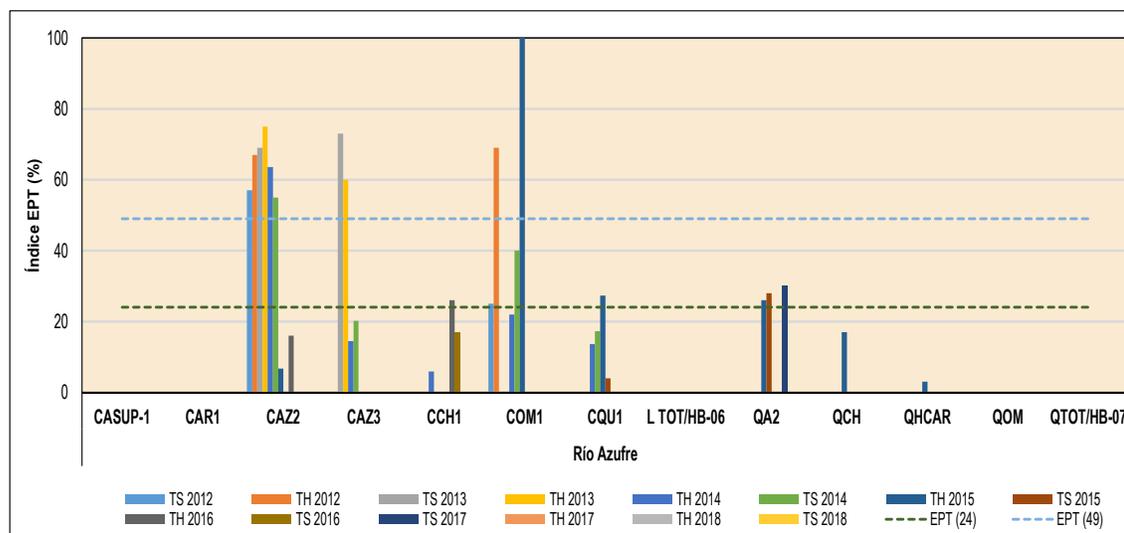
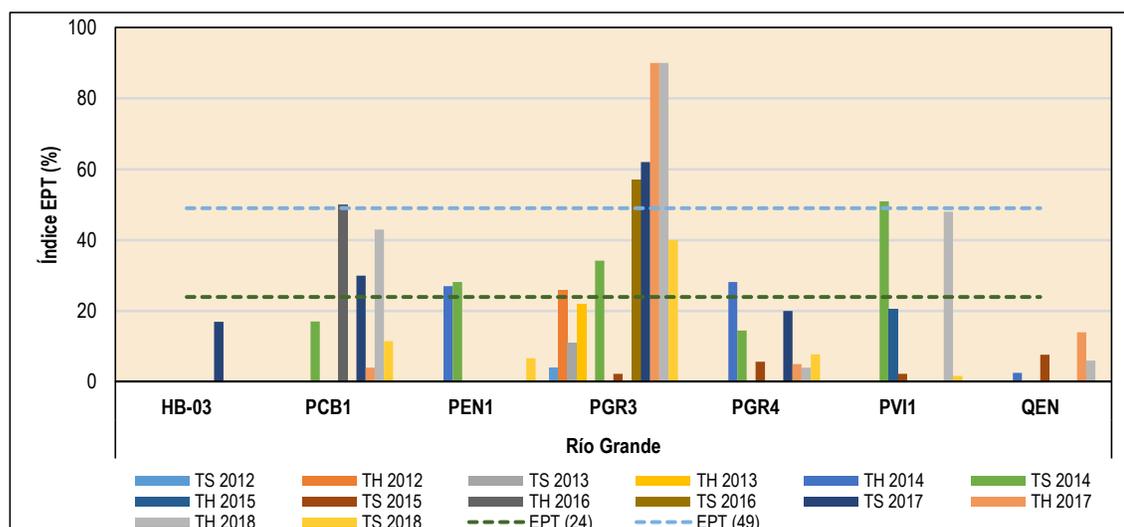


Gráfico 3.3.3-221 Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Grande



Por otro lado, los índices EPT en la subcuenca del río Quinarío presentaron valores entre 0 y 24% para la estación QSJ/HB-01 (quebrada San José, parte alta), lo cual correspondería a aguas de baja calidad; entre 25 y 49%, para la localidad QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha), que corresponde a aguas de regular calidad. Estos resultados concuerdan con los resultados de calidad de agua superficial en las quebradas San José y La Saccha, donde se evidenciaron excedencias del pH y metales como Cu, Mn, entre otros (ver Sección 3.2.5.3 Calidad de Agua Superficial). Asimismo, la estación CJS1 (quebrada San José, parte baja) presentó índices muy variables dentro de los diferentes eventos de monitoreo, variando desde agua de baja calidad hasta aguas de buena calidad; mientras que la estación QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha) mostró un valor mayor del 50% durante el monitoreo de la época húmeda del 2018, lo cual equivale a aguas de buena calidad. Ver Gráfico 3.3.3-222, *Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del río Quinarío*.

Finalmente, los índices EPT en la subcuenca del río Rejo presentaron valores entre 0 y 24% para las estaciones RCH1 (quebrada Chachacoma), HB-04 (quebrada Shillamayo) y QPCN3 (quebrada S/N),

que corresponderían a aguas de baja calidad; mientras que las localidades RT11 (río Tinte), RSA2 (río Shoclla, parte baja) y RSA3 (río Shoclla, parte alta) presentaron índices muy variables dentro de los eventos de monitoreo, variando desde agua de baja calidad hasta aguas de buena calidad. Ver Gráfico 3.3.3-223, *Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-222 Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Quinuario

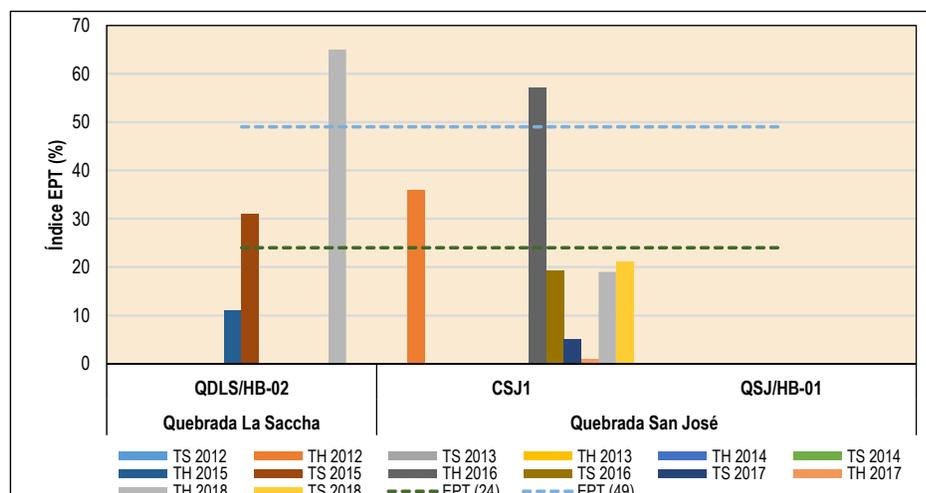
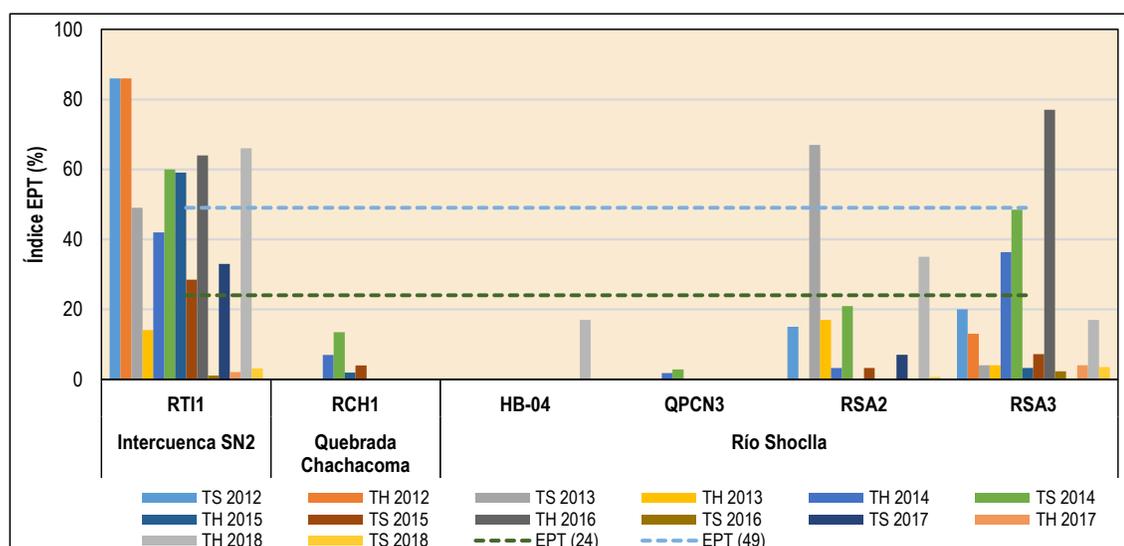


Gráfico 3.3.3-223 Índices EPT del Macrobentos en la Subcuenca del Río Rejo



En base a los resultados de los índices EPT en las subcuencas evaluadas, se evidencia que diversos ambientes lóticos evaluados (quebrada Vizcacha, quebrada Río Colorado, quebrada Honda, quebrada Arnacocha, quebrada Chaquicocha, quebrada Queche, quebrada Ocucho Machay parte alta, quebrada San José parte alta, entre otros), así como ambientes lénticos (laguna Totorá, laguna Maqui Maqui 3), presentan un bajo índice EPT dentro de las comunidades bentónicas, lo cual equivale a una baja cantidad de especies sensibles a las variaciones hidrológicas y físico-químicas de los cuerpos de agua, dominando especies resistentes a altos contenidos de carga orgánica y de metales pesados (organismos tolerantes) y/o especies con un amplio nicho trófico (colonizan diferentes tipos de hábitats), como quironómidos y otros dípteros, las cuales presentaron una alta ocurrencia y abundancia en algunos cuerpos de agua evaluados.

En general, la baja riqueza y abundancia de organismos EPT podría estar asociada a un cierto grado de contaminación (orgánica, metales) de los ambientes acuáticos y/o una restricción en la distribución altitudinal de estos grupos taxonómicos en los cuerpos de agua evaluados. Sin embargo, debe

considerarse que los bajos valores de este índice en muchos de los cursos de agua evaluados (ubicados en las partes altas de las subcuencas) podría estar asociado principalmente a las condiciones naturales de zona mineralizada (etapa de pre-mina y condiciones actuales), lo cual influencia en la calidad de agua superficial (ph ácidos y altos valores de algunos metales) y esto podría limitar la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.

Índice BMWP

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party, adaptado por Roldán, 2003 para la región neotropical), es un método cualitativo (presencia/ausencia) que combina el número de taxa totales de bentos con un valor de tolerancia/intolerancia, pero en este caso el nivel taxonómico es el de familia y el valor final se obtiene de una sumatoria de los valores de intolerancia de cada una de las familias, que van de 1 a 10. El índice se incrementa cuantas más familias intolerantes haya, aunque pueden darse valores altos con muchas familias de puntuación intermedia. De esta forma, cuanto mayor sea el puntaje final (valor BMWP) asignado a la estación de muestreo, menor es el grado de perturbación ambiental. La escala de valores del BMWP sigue el siguiente esquema: valores menores a 15 corresponde a una calidad del agua muy crítica, valores entre 16 y 35 corresponde a una calidad del agua crítica, valores entre 36 y 60 corresponde a una calidad del agua dudosa, valores entre 61 y 100 corresponde a una calidad del agua aceptable, y valores mayores de 101 corresponde a una calidad del agua buena.

Para la subcuenca de la quebrada Honda, la estación HB-05 (laguna Maqui Maqui 3) corresponde a una calidad muy mala del agua (clase V: menor de 15); las estaciones CP12 (quebrada Río Colorado) y QPL4 (quebrada Pampa Larga) presentaron una calidad crítica o escasa calidad del agua (clase IV: rango entre 16 y 35), lo cual estaría asociado a aguas muy contaminadas; y la estación QVIZ (quebrada Vizcacha) corresponde a una calidad dudosa del agua (clase III: rango entre 36 y 60), lo que indica aguas moderadamente contaminadas. Para el caso de las estaciones HCU1 (río Cushuro), HHO3 (quebrada Honda) y HLV1 (quebrada Vizcacha), los índices BMWP flucturaron entre la clase IV y III, que corresponderían a una calidad crítica y dudosa del agua. Debe indicarse que, durante la temporada húmeda del 2013, las estaciones HCU1 y HIV1 presentaron mayores índices BMWP que correspondieron a la clase II (rango entre 61 y 100) que son aguas de aceptable calidad. Ver Gráfico 3.3.3-224, *Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

En relación con la subcuenca del río Azufre, las estaciones LTOT/HB-06 (laguna Totorá), QTOT/HB-07 (quebrada Totorá), QCH (quebrada Chaquicocha, parte alta) y CASUP-1 (quebrada Ocucho Machay, parte alta) presentaron una calidad crítica o escasa calidad del agua (clase IV: rango entre 16 y 35), lo cual estaría asociado a aguas muy contaminadas; y las estaciones CQU1 (quebrada Quecher) y QA2 (quebrada Arnacocha, parte alta) correspondieron a una calidad dudosa del agua (clase III: rango entre 36 y 60), lo que indica aguas moderadamente contaminadas. Para el caso de las estaciones CAR1 (quebrada Arnacocha, parte baja), CCH1 (quebrada Chaquicocha, parte baja) y COM1 (quebrada Ocucho Machay, parte baja), los índices BMWP flucturaron entre las clases V y IV, que corresponderían a una calidad muy crítica y crítica del agua. Mientras que para las estaciones CAZ2 y CAZ3, ubicadas en el río Azufre, estos índices variaron entre las clases IV y III, lo que equivale a aguas de crítica y dudosa calidad. Ver Gráfico 3.3.3-225, *Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Azufre*.

Gráfico 3.3.3-224 Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca de la Quebrada Honda

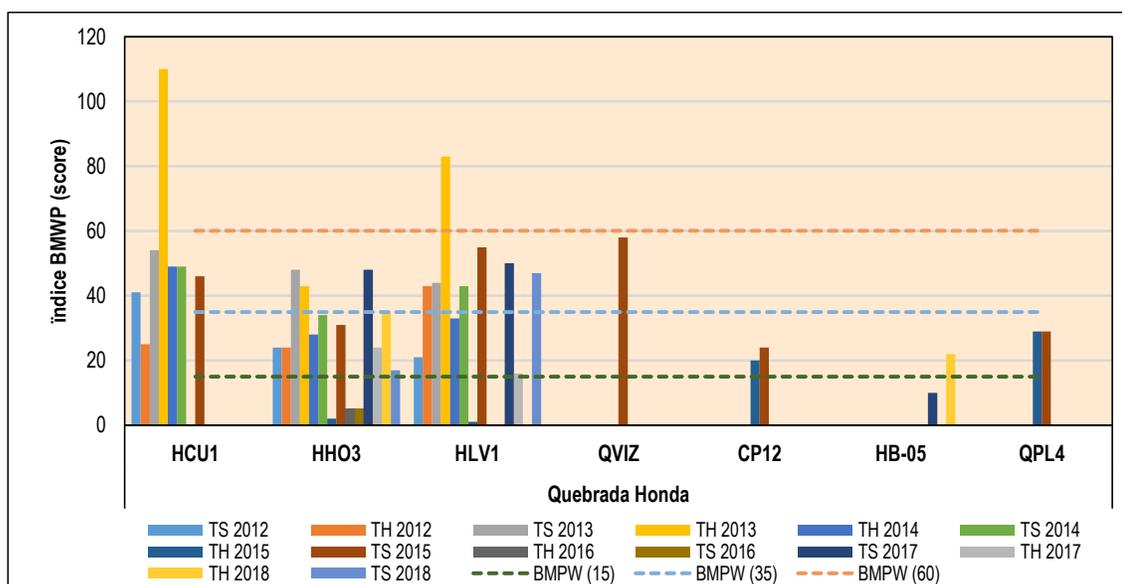
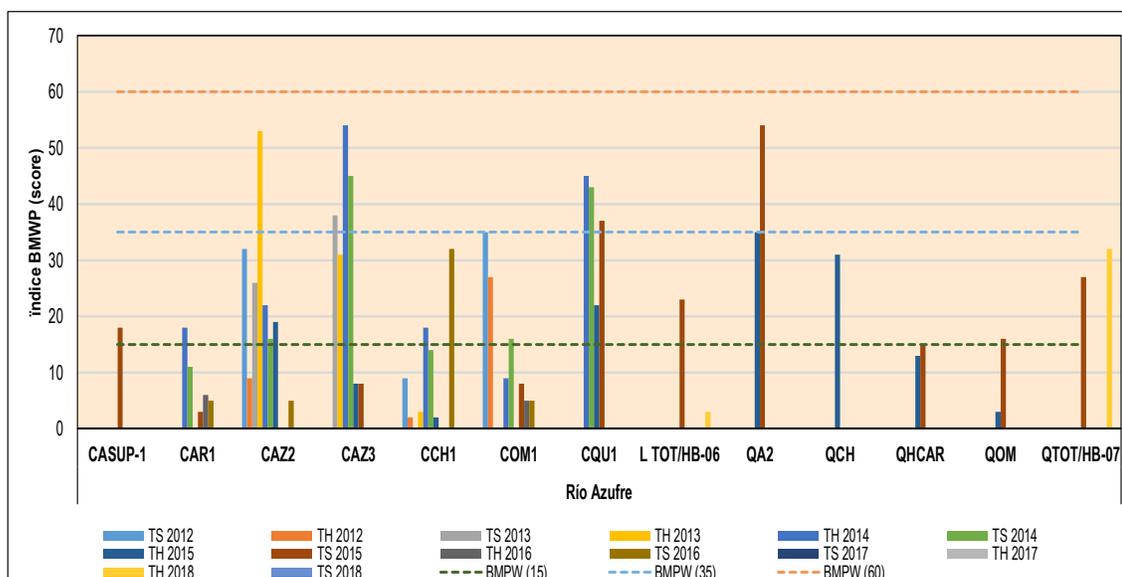
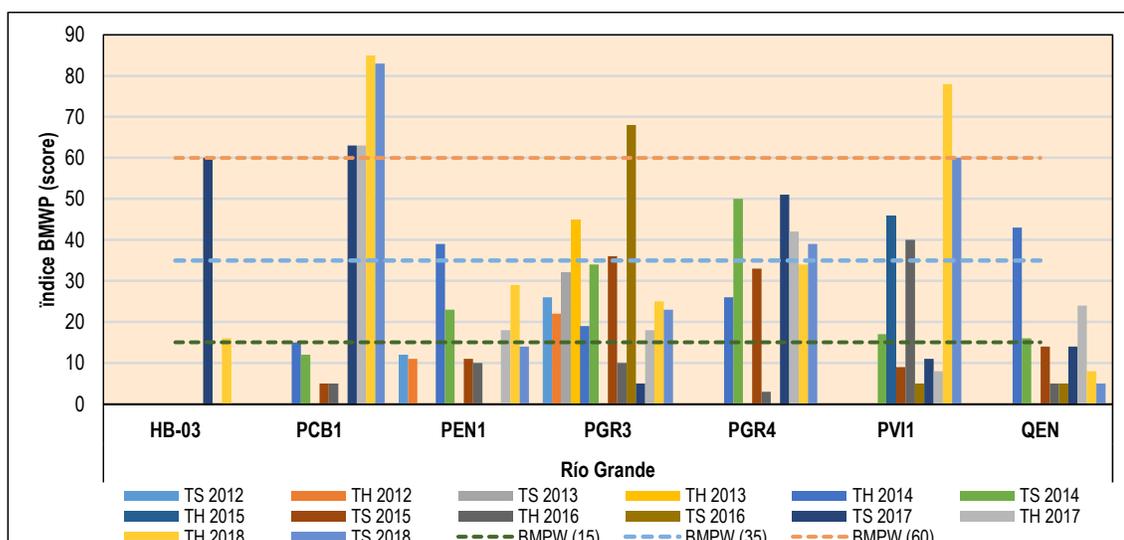


Gráfico 3.3.3-225 Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Azufre



En relación con los índices BMWP de la subcuenca del río Grande, las estaciones PEN1 (quebrada Encajón, parte baja), QEN (quebrada Encajón, parte alta), PGR3 (río Grande, parte baja) y PGR4 (río Grande, parte alta), los índices BMWP fluctuaron entre la clase V y III, que corresponderían a una calidad muy mala, crítica y moderada del agua, variando entre los diferentes periodos de evaluación. Mientras que para el caso de la estación PCB1 (quebrada Quishuar Corral) presentaron una calidad muy mala del agua (clase V: menor de 15) durante los monitoreos del periodo 2014-2016, y una calidad aceptable (clase II: rango entre 61 y 100) durante los monitoreos del periodo 2017-2018. De igual forma, la estación HB-03 (quebrada Corral Blanco) presentó valores BMWP que fluctuaron entre la clase II y V. Ver Gráfico 3.3.3-226, Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Grande.

Gráfico 3.3.3-226 Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Grande



En relación con la subcuenca del río Quinarario, la estación QSJ/HB-01 (quebrada San José, parte alta), presentó una calidad muy crítica del agua (clase V: menor de 15); y la estación QDLS/HB-02 (quebrada La Saccha) corresponde a una crítica o escasa calidad del agua (clase IV: rango entre 16 y 35), lo cual estaría asociado a aguas muy contaminadas. Para el caso de la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja), los índices BMWP fluctuaron entre las clases V y IV durante los monitoreos del periodo 2012-2016, que corresponderían a una calidad muy crítica y crítica del agua; sin embargo, durante los monitoreos del periodo 2017-2018, este curso de agua presentó valores BMWP de clase III (rango entre 36 y 60), que corresponderían a una calidad dudosa o media del agua. Ver Gráfico 3.3.3-227, *Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Quinarario*.

Finalmente, los índices de la estación HB-04 (quebrada Shillamayo) presentó una calidad muy crítica del agua (clase V: menor de 15); y las estaciones RCH1 (quebrada Chachacoma) y QPCN3 (quebrada S/N) corresponden a una calidad crítica o escasa del agua (clase IV: rango entre 16 y 35), lo cual estaría asociado a aguas contaminadas. Para el caso de las estaciones RSA2 (quebrada Shoclla, parte baja), RSA3 (río Shoclla, parte alta) y RT11 (río Tinte), los índices BMWP fluctuaron entre las clases V y III, que corresponderían a una calidad muy crítica, crítica y/o dudosa (media) del agua. Ver Gráfico 3.3.3-228, *Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-227 Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Quinarario

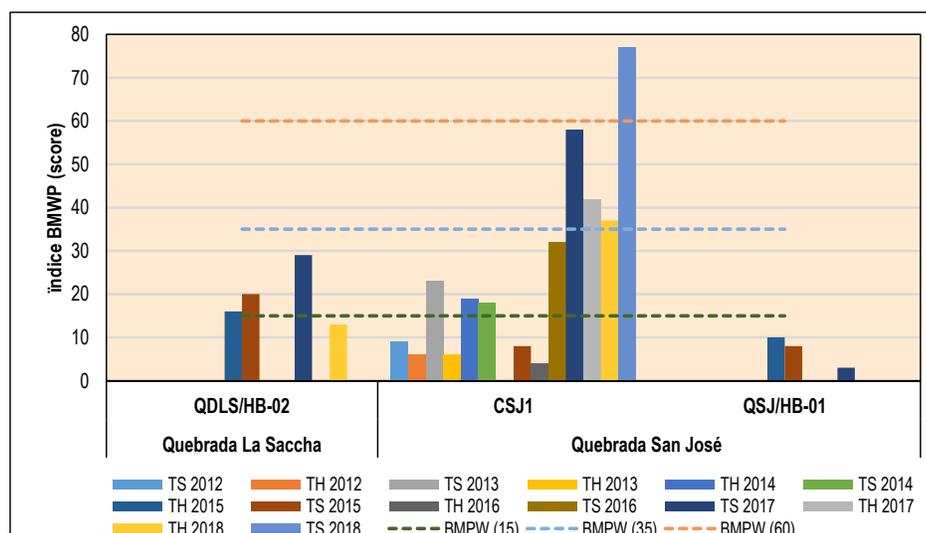
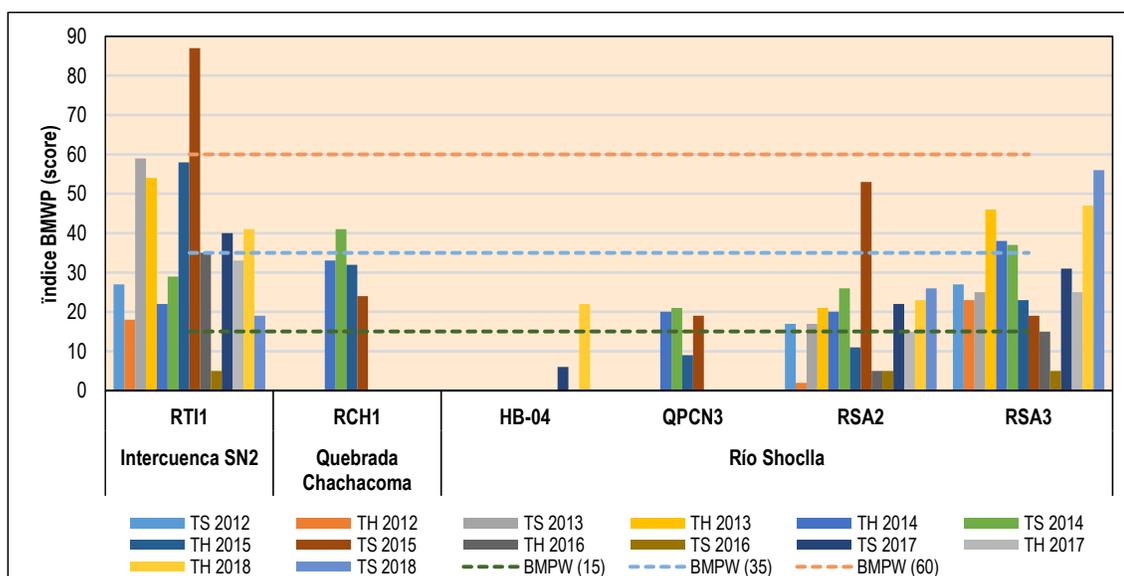


Gráfico 3.3.3-228 Índices BMWP del Macrobentos en la Subcuenca del Río Rejo

En general, es importante mencionar que los índices BMWP y EPT están referidos a una contaminación sin precisar el tipo, además que no todas las familias reportadas en las estaciones evaluadas cuentan con una ponderación para ser incluidas en el índice; asimismo, debe considerarse que algunos taxones del grupo EPT no se distribuyen naturalmente en las zonas altoandinas, por lo que los índices de calidad ecológica se podrían subvalorar. Es por ello que, al contrastar los diferentes índices de calidad de agua superficial, se evidencia que la mayoría de las estaciones hidrobiológicas evaluadas en el área de influencia de Yanacocha presentan condiciones deterioradas y moderadas de calidad del agua, asociadas a las condiciones naturales mineralizadas, con una amplia variabilidad entre los diferentes periodos y estaciones evaluadas.

Se ha reportado que la mayoría de los organismos EPT como Trichoptera y Plecoptera se hallan en altas densidades en quebradas de aguas limpias, mientras taxones como Baetidae, Oligochaeta y Tricladida muestran mayores densidades en sitios disturbados (Ríos-Touma *et al.*, 2011). Los organismos del EPT, en especial los plecópodos, se han considerado entre los taxones más oligosaprobiontes (propios de aguas claras y limpias), lo que ha llevado a clasificarlos entre los mejores indicadores de buena calidad del agua, de tal forma que la ausencia de éstos se deba a la alta sensibilidad a algún tipo de contaminación acuática.

Algunas familias como Chironomidae, Physidae y Tubificidae (Oligochaeta) presentan mayor tolerancia a algún tipo de contaminación en los cuerpos de agua, sobre todo la asociada a los metales pesados, carga orgánica, compuestos orgánicos e inorgánicos, entre otros. Al respecto, muchos estudios indican a estos taxones como ampliamente tolerantes al enriquecimiento orgánico del medio fluvial (e.g., Johnson *et al.*, 1993; Zamora-Muñoz & Alba-Tercedor, 1996; Thorpe & Lloyd, 1999) o con claras preferencias de distribución por medios acuáticos eutróficos (e.g., Tachet *et al.*, 2000).

En relación a la distribución natural del macrobentos, Acosta *et al.* (2009) indicaron que la baja heterogeneidad de la zona de vida de puna corresponde con una escasa oferta de nichos ecológicos, que a su vez condiciona una escasa diversidad de macroinvertebrados bentónicos en los cuerpos de agua, asociados a los bajos valores del número de familias y del índice biótico. La menor riqueza de familias con el incremento de la altitud en páramos y punas debe considerar también factores históricos, especialmente en algunos taxa como Heteroptera, Coleoptera y Odonata. Se debe considerar también la baja riqueza natural de especies de Plecoptera y Ephemeroptera en la región Andina (Illies, 1969; Jacobsen *et al.*, 1997), por lo que la calidad ecológica de algunos cursos de agua se podría subvalorar.

Índice IMEERA

Se ha considerado el análisis de calidad ecológica empleando un índice multimétrico denominado IMEERA (Índice Multimétrico del Estado Ecológico de los Ríos Altoandinos, Villamarín *et al.*, 2013), el cual

diferencia para la estimación de la ponderación el tipo de vegetación de ribera, (a) bosque y (b) páramo. Asimismo, la puntuación se realizó empleando la aplicación CABIRA (Calidad biológica de los ríos altoandinos). Para el caso del monitoreo de vida acuática de la Unidad Minera Yanacocha, se consideró al bosque como vegetación ribereña y al páramo como zona de puna (área sin bosque de ribera). La escala de valores de clasificación estimados mediante el índice IMEERA es mostrada en la Tabla 3.3.3-33, *Valores de Clasificación y Límites de Clase para Ambientes Acuáticos Altoandinos según el IMEERA*. Las estimaciones del índice IMEERA fueron realizadas para las estaciones del programa de monitoreo de vida acuática durante el periodo 2017-2018.

Tabla 3.3.3-33 Valores de Clasificación y Límites de Clase para Ambientes Acuáticos Altoandinos según el IMEERA

| Clasificación | Límites de Clase | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| | IMEERA B (Bosque) | IMEERA P (Páramo) |
| Muy bueno | ≥73 | ≥99 |
| Bueno | 72-43 | 98-73 |
| Moderado | 42-35 | 72-59 |
| Pobre | 34-23 | 58-49 |
| Muy pobre (Pésimo) | <22 | <48 |

Para la subcuenca de la quebrada Honda, la estación HHO3 (quebrada Honda) presentó valores del IMEERA entre 6 y 54 correspondiente a una calidad muy pobre del estado ecológico del río para una vegetación de bosque; mientras que la estación HLV1 (quebrada Vizcacha) presentó valores entre 48 y 74, correspondiente a una calidad buena del estado ecológico para una vegetación de páramo. En relación a la subcuenca del río Grande, la estación PCB1 (quebrada Quishuar Corral) presentó puntajes del IMEERA entre 51 y 98, correspondiente a una calidad buena y muy buena del estado ecológico para una vegetación de bosque; mientras que las estaciones PEN1 y QEN (quebrada Encajón) mostraron una calidad muy pobre del estado ecológico para una vegetación de páramo, y las estaciones PGR3 y PGR4 (río Grande) presentaron una calidad pobre a muy pobre del estado ecológico para la vegetación de bosque y páramo, respectivamente. Ver Tabla 3.3.3-34, *Índices IMEERA del Macrobentos en las Diferentes Subcuencas Evaluadas*.

Respecto a la subcuenca del río Quinuario, la estación CSJ1 (quebrada San José, parte baja) presentó valores del IMEERA entre 26 y 66, correspondiente a una calidad buena del estado ecológico para una vegetación de bosque, en la mayor parte de los monitoreos. Asimismo, en relación a la subcuenca del río Rejo, la estación RTI1 (río Tinte) presentó puntajes muy variables del IMEERA, lo cual va desde una calidad muy pobre hasta una calidad muy buena del estado ecológico del río; mientras que las estaciones RAS2 y RSA3 (ubicadas en el río Shoclla) también mostraron puntajes variables correspondientes a una calidad muy pobre, pobre y moderada del estado ecológico de los ambientes acuáticos. Ver Tabla 3.3.3-34, *Índices IMEERA del Macrobentos en las Diferentes Subcuencas Evaluadas*.

Tabla 3.3.3-34 Índices IMEERA del Macrobenetos en las Diferentes Subcuencas Evaluadas

| Subcuenc a | Microcuenc a | Estación de Muestreo | EH 17 | | | ES 17 | | | EH 18 | | | ES 18 | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | Valor IMEER A | Clasificaci ón | Tipo de Vegetaci ón |
| Quebrada Honda | Quebrada Honda | HCU1 | | | | | | | | | | | | |
| | | HHO3 | 37 | Muy Pobre | Páramo | 46 | Muy Pobre | Páramo | 54 | Pobre | Páramo | 6 | Muy Pobre | Páramo |
| | | HLV1 | 48 | Bueno | Bosque | 50 | Bueno | Bosque | | | | 74 | Bueno | Páramo |
| | | QVIZ | | | | | | | | | | | | |
| | | CP12 | | | | | | | | | | | | |
| | | QPL4 | | | | | | | | | | | | |
| Río Azufre | Río Azufre | CAR1 | | | | | | | | | | | | |
| | | CASup-1 | | | | | | | | | | | | |
| | | CAZ2 | | | | | | | | | | | | |
| | | CAZ3 | | | | | | | | | | | | |
| | | CCH1 | | | | | | | | | | | | |
| | | COM1 | | | | | | | | | | | | |
| | | CQU1 | | | | | | | | | | | | |
| | | LTOT/HB-06 | | | | | | | | | | | | |
| | | QA2 | | | | | | | | | | | | |
| | | QCH | | | | | | | | | | | | |
| | | QHCAR | | | | | | | | | | | | |
| | | QOM | | | | | | | | | | | | |
| QTOT/HB-07 | | | | | | | | | | | | | | |
| Río Grande | Río Grande | PCB1 | 51 | Bueno | Bosque | 78 | Muy bueno | Bosque | 98 | Bueno | Bosque | 67 | Bueno | Bosque |
| | | PEN1 | 36 | Muy pobre | Páramo | - | - | - | 29 | Muy pobre | Páramo | 41 | Muy pobre | Páramo |
| | | PGR3 | 20 | Muy pobre | Bosque | 84 | Muy bueno | Bosque | 22 | Muy pobre | Bosque | 31 | Pobre | Bosque |
| | | PGR4 | 51 | Pobre | Páramo | 52 | Pobre | Páramo | 37 | Muy pobre | Páramo | 43 | Muy pobre | Páramo |
| | | PVI1 | 25 | Pobre | Bosque | 7 | Muy pobre | Bosque | 77 | Muy bueno | Bosque | 46 | Bueno | Bosque |

| Subcuenca | Microcuenca | Estación de Muestreo | EH 17 | | | ES 17 | | | EH 18 | | | ES 18 | | |
|---|---------------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|
| | | | Valor IMEER A | Clasificación | Tipo de Vegetación | Valor IMEER A | Clasificación | Tipo de Vegetación | Valor IMEER A | Clasificación | Tipo de Vegetación | Valor IMEER A | Clasificación | Tipo de Vegetación |
| | | QEN | 37 | Muy pobre | Páramo | 30 | Muy pobre | Páramo | 36 | Muy pobre | Páramo | 12 | Muy pobre | Páramo |
| Río Quinuario | Quebrada La Saccha | QDLS/HB-02 | | | | | | | | | | | | |
| | Quebrada San José | CSJ1 | 26 | Pobre | Bosque | 53 | Bueno | Bosque | 45 | Bueno | Bosque | 66 | Bueno | Bosque |
| | | QSJ/HB-01 | | | | | | | | | | | | |
| Río Rejo | Intercuenca SN2 | RTI1 | 21 | Muy pobre | Bosque | 67 | Bueno | Bosque | 77 | Muy bueno | Bosque | 26 | Pobre | Bosque |
| | Quebrada Chachacomá | RCH1 | | | | | | | | | | | | |
| | | QPCN3 | | | | | | | | | | | | |
| | Río Shoçlla | RSA2 | 13 | Muy pobre | Bosque | 29 | Pobre | Bosque | 26 | Muy pobre | Bosque | 26 | Pobre | Bosque |
| RSA3 | | 31 | Muy pobre | Páramo | 39 | Muy pobre | Páramo | 70 | Moderado | Páramo | 71 | Moderado | Páramo | |
| Fuente: Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018) | | | | | | | | | | | | | | |

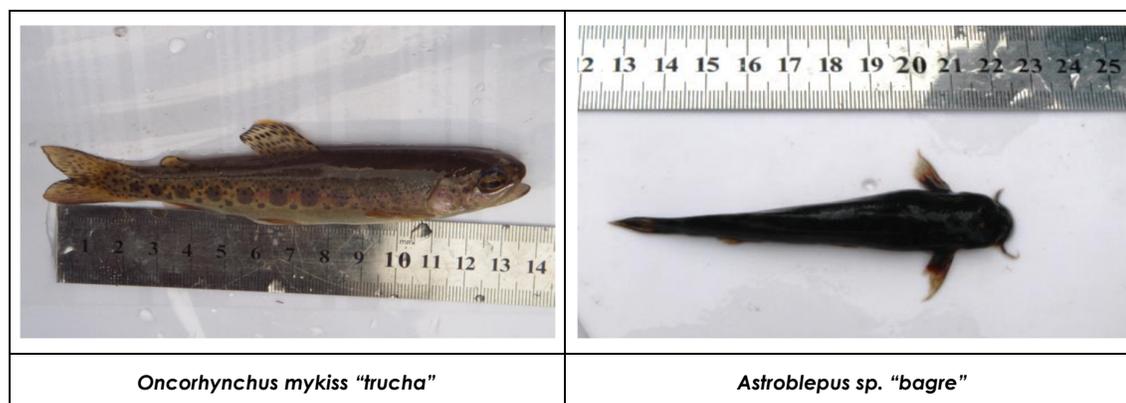
Peces (Necton)

Composición de especies

La comunidad del necton en el área de estudio estuvo representada por dos especies, correspondiente a la "trucha arcoíris" *Oncorhynchus mykiss* (orden Salmoniformes, familia Salmonidae), y al "bagre" *Astroblepus spp.* (orden Siluriformes, familia Astroblepidae); este último incluye las morfoespecies *Astroblepus sp.*, *Astroblepus sp.2*, *Astroblepus sp.3* y *Astroblepus aff. rosei*. Ver la Foto 3.3.3-18, Muestras de Ejemplares de Peces.

La trucha arco iris es una especie invasora que se encuentra en la mayoría de los cuerpos de agua situados a más de 1,500 msnm en el Perú (Mac Crimmon, 1971, Ancieta, 1974) habiendo sido introducida en el Perú entre los años 1925 y 1928 (Cossio, 2010). La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños. En los ambientes naturales a nivel de alevines, sus principales competidores son los peces nativos, luego a medida que va desarrollando preda a los peces nativos, ya que es muy voraz.

Foto 3.3.3-18 Muestras de Ejemplares de Peces



El género *Astroblepus* es característico por su alta resistencia a los ríos de montaña donde son necesarias adaptaciones para resistir las fuertes crecidas de los ríos (Miranda, 2006). Es propio de aguas frías; se encuentra por lo general en las partes altas y medias de las cuencas altoandinas antes de llegar a la zona plana, en ríos que presentan buenas condiciones en la calidad del agua y sustrato; tiene hábitos bentónicos y prefiere los ríos y quebradas con alta pendiente, en donde hay turbulencia y corrientes fuertes; siendo capaz de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que le sirve para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrado (Maldonado *et al.*, 2005), razón por lo cual son denominados "climbing catfishes".

Con pocas excepciones, la mayoría de astroblepídeos tienen distribuciones geográficas restringidas, siendo limitados a porciones de cuencas de drenaje de ríos entre 1,000 y 4,000 msnm (Schaefer, 2003a) y ocurren en áreas con una relativa estacionalidad reducida de temperatura; siendo determinantes la altitud y temperatura en la distribución geográfica de este grupo (Vélez-Espino, 2006). Esta familia constituye un componente principal de la ictiofauna andina, siendo muy rica en especies en diversas zonas de Ecuador y Perú.

Abundancia y Riqueza de especies

Según los resultados de los monitoreos de vida acuática se reportaron ejemplares de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en todas las evaluaciones de la temporada seca de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018. Para el caso del género *Astroblepus spp.* sólo fue capturado en los eventos de monitoreo de los años 2012, 2013 y 2014, siendo la morfoespecie más frecuente *Astroblepus sp.* Ver Tabla 3.3.3-35, Registros de Peces Durante los Eventos de Monitoreo. Adicionalmente, debe considerarse que, en las evaluaciones hidrobiológicas, efectuadas como parte de la línea base de los años 2015 (INSIDEO,

V MEIA SYE) y 2017-2018 (MWH, I MEIA Yanacocha), no se capturaron ejemplares de la ictiofauna en los ambientes lóticos y lénticos establecidos para el muestreo.

De manera referencial, debe indicarse que estas dos especies (*O. mykiss* y *Astroblepus* sp.) han sido registradas anteriormente dentro del área de influencia de la unidad minera Yanacocha, como parte de los estudios de línea base del periodo 2005 (MFG) y los monitoreos hidrobiológicos posteriores que se realizaron entre los años 2006 y 2011; así como en estaciones de monitoreo de vida acuática del periodo 2012-2018, que corresponde a cursos de agua que están localizados fuera del área de estudio para los componentes hídricos de la II MEIA.

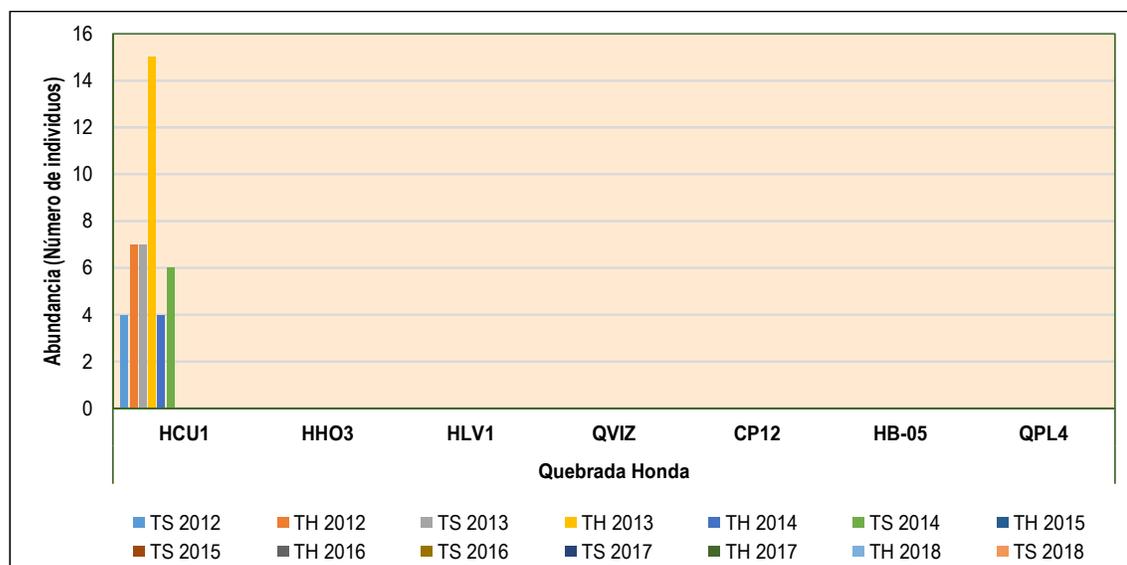
Tabla 3.3.3-35 Registros de Peces Durante los Eventos de Monitoreo

| Orden | Familia | Especie | JJR (2012) | | SNC-Lavalin (2013) | | INSIDEO (2014) | | FCISA (2015) | | FCISA (2016) | | Ausenco (2017) | | Ausenco (2018) | |
|---------------|---------------|--------------------------------------|------------|---|--------------------|---|----------------|---|--------------|---|--------------|---|----------------|---|----------------|---|
| | | | S | H | S | H | H | S | H | S | H | S | H | S | H | S |
| Salmoniformes | Salmonidae | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Siluriformes | Astroblepidae | <i>Astroblepus</i> sp. | X | X | | X | X | X | | | | | | | | |
| | | <i>Astroblepus</i> sp.2 | | | | X | X | X | | | | | | | | |
| | | <i>Astroblepus</i> sp.3 | | | | X | | | | | | | | | | |
| | | <i>Astroblepus</i> aff. <i>rosei</i> | | | X | | | | | | | | | | | |
| Total | | | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Fuente:
 Monitoreo Hidrobiológico (JJR, 2012)
 Monitoreo de vida acuática, Operaciones (SNC Lavalin, 2013)
 Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (INSIDEO, 2014)
 Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (FCISA, 2015-2016)
 Monitoreo de Vida Acuática en el Área de Influencia de Yanacocha (Ausenco, 2017-2018)

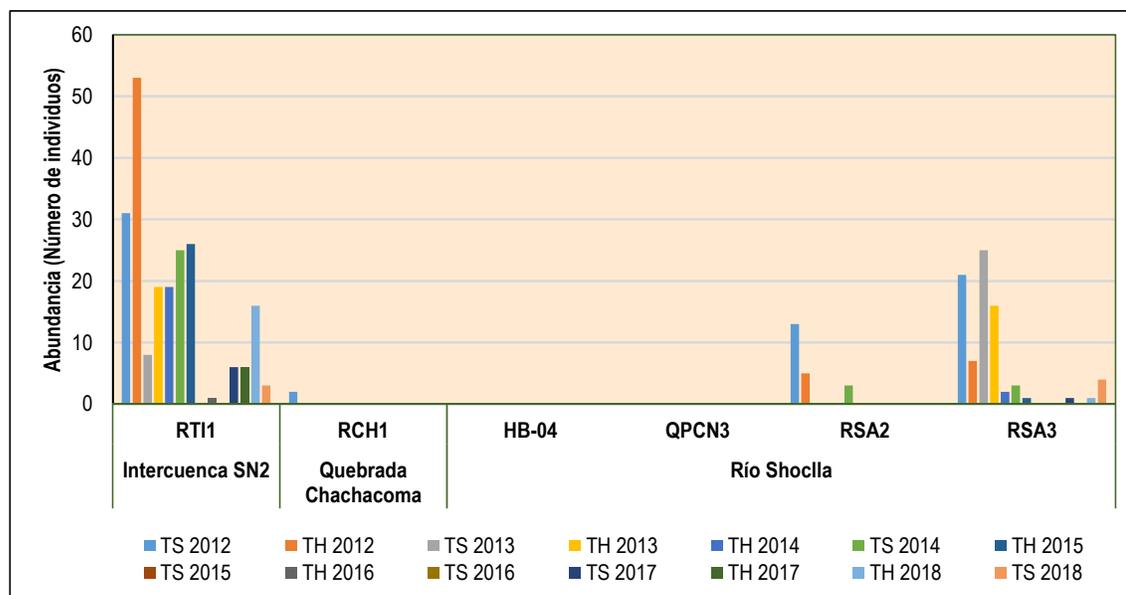
En relación con la riqueza y abundancia por las subcuencas evaluadas, no se registraron ejemplares de peces en las estaciones de las subcuencas del río Azufre, río Grande y río Quinario. Para el caso de la subcuenca de la quebrada Honda, sólo se registraron peces en la estación HCU1 (río Cushuro); la abundancia de peces en este curso de agua varió entre 0 y 15 ejemplares, con un mayor valor durante la temporada húmeda del 2013. Ver Gráfico 3.3.3-229, *Abundancia de Peces en la Subcuenca de la Quebrada Honda*.

Gráfico 3.3.3-229 Abundancia de Peces en la Subcuenca de la Quebrada Honda



En relación con la ictiofauna de la subcuenca del río Rejo, se registraron peces en las estaciones RT11 (río Tinte), RCH1 (quebrada Chachacoma), RSA2 (río Shoclla, parte baja) y RSA3 (río Shoclla, parte alta). Las abundancias en la localidad RT11 fluctuaron entre 0 y 53 ejemplares, con mayores abundancias en las temporadas húmeda y seca del 2012; mientras que en la estación RSA3 fluctuaron entre 1 y 25 individuos, con mayores valores en la temporada seca de los años 2012 y 2013. Las otras estaciones presentaron bajas abundancias durante los periodos de evaluación. Para el caso de las estaciones RSA2 y RSA3, se observa una tendencia en la disminución de la abundancia a lo largo de los monitoreos del periodo 2012-2018. En todas estas estaciones sólo se registraron ejemplares de trucha arco iris *O. mykiss*. Ver Gráfico 3.3.3-230, *Abundancia de Peces en la Subcuenca del Río Rejo*.

Gráfico 3.3.3-230 Abundancia de Peces en la Subcuenca del Río Rejo



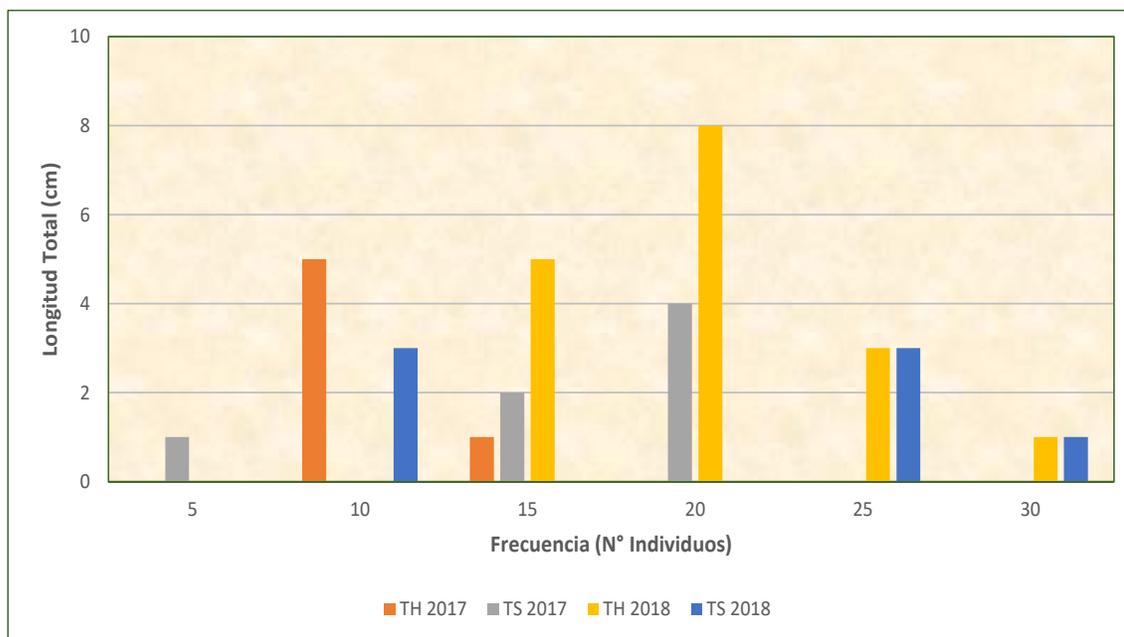
En la mayoría de los cursos de agua más cercanos al área de proyecto no se ha identificado la presencia de peces, debido al bajo caudal de estos ambientes lóticos, principalmente durante la época seca, y a condiciones de pH bajo y altos niveles de algunos metales pesados (ver Sección 3.2.5.3 *Calidad de Agua Superficial*).

La ictiofauna o comunidad de peces de los Andes es considerada como de escasa diversidad taxonómica, estando principalmente representada por especies endémicas pertenecientes a 3 géneros como *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus* (Chocano, 2005). Sin embargo, para nuestro caso se ha registrado como única especie nativa al género *Astroblepus*.

En general, la diversidad de la ictiofauna de los ríos de la sierra está estrechamente relacionada con la altitud (disminuye en sentido altitudinal) y la temperatura, además de la pendiente y la velocidad de la corriente, para lo cual los peces han desarrollado adaptaciones especiales, por lo que son denominados peces torrentícolas (Lowe-McConnell, 1987; Halffter, 1998; Maldonado *et al.*, 2005).

Biometría

Como parte de las características poblacionales de los peces se ha elaborado la estructura de tallas de la trucha *Oncorhynchus mykiss* en base a información registrada en las estaciones del programa de monitoreo de vida acuática durante el periodo 2017-2018. Durante la época húmeda del 2017, el rango de tallas fluctuó entre 5 y 15 cm de longitud, con un promedio de 8.5 cm; mientras que para la época seca del 2017, el rango de tallas fluctuó entre 0 y 20 cm, con un promedio de 14.0 cm. Asimismo, durante la época húmeda del 2018, el rango de tallas fluctuó entre 10 y 30 cm de longitud, con un promedio de 17.7 cm; mientras que para la época seca del 2018, el rango de tallas fluctuó entre 5 y 30 cm, con un promedio de 16.3 cm. El rango más frecuente estuvo entre 10 y 20 cm de longitud. Ver Gráfico 3.3.3-231, *Estructura de Tallas de Ejemplares Colectados de Trucha*.

Gráfico 3.3.3-231 Estructura de Tallas de Ejemplares Colectados de Trucha

Factor de Condición (FC)

Durante las evaluaciones realizadas durante la temporada húmeda del 2012, la trucha *Oncorhynchus mykiss* presentó valores del factor de condición (FC) mayores que 1, a excepción de la estación RT11 (río Tinte) que presentó un FC de 0.71, valor que indica un mal estado de salud del organismo, mientras que en el resto de las estaciones el estado de salud fue óptimo. Durante la temporada seca

del 2012, la "trucha arcoíris" *O. mykiss* presentó valores del FC mayores que 1, lo cual sugiere también que el estado de salud es óptimo. Mientras que la especie *Astroblepus* sp. "bagre" presentó valores de FC superiores a uno en ambas temporadas, en todas las estaciones en las cuales fue registrada, sugiriendo un estado de salud óptimo para dicha especie.

En cuanto a la evaluación durante la temporada seca de 2013, el "bagre" *Astroblepus aff. rosei* presentó valores de FC mayores que uno, en la cual se pueden considerar las condiciones del organismo como aceptables, en el resto de las estaciones, el estado de salud fue óptimo. Mientras que para la "trucha arcoíris" *O. mykiss* se presenta un estado de salud óptimo en cinco de las nueve estaciones en las que se registró dicha especie, un estado de salud aceptable en la estación RT11, ubicada en el río Tinte (FC= 0.97) y un mal estado de salud en las tres estaciones restantes, habiéndose registrado el valor más bajo de FC en la estación RSA3, ubicada en el río Shoclla, parte alta (FC= 0.07). Durante la época húmeda de 2013, se registraron tres especies de "bagre" *Astroblepus* sp., *Astroblepus* sp.2 y *Astroblepus* sp.3, de las cuales la primera y la segunda presentaron un estado de salud entre aceptable y óptimo, mientras que la última presentó un estado de salud óptimo en todas las estaciones donde fue registrada. Asimismo, los valores de FC registrados para la "trucha arcoíris" *O. mykiss*, fueron superiores a uno, en todas las estaciones en las cuales fue registrada, sugiriendo así un estado de salud óptimo para dicha especie.

Durante las evaluaciones en la época húmeda de 2014, las dos especies de "bagre" *Astroblepus* sp. y *Astroblepus* sp.2, presentaron estados de salud entre aceptables y óptimos. Asimismo, la "trucha arcoíris" *O. mykiss* presentó un valor de FC de 0.23 en la estación RSA3 (quebrada Shoclla, parte alta), lo cual indica que en dicha estación la especie presenta un mal estado de salud, mientras que en el resto de estaciones se registraron valores de FC entre 0.93 y 1.62, sugiriendo así un estado de salud óptimo. Además, la estación que presentó valores más altos de FC con 1.62 es HCU1 (río Cushuro), sugiriendo un estado de salud óptimo para la "trucha arcoíris" *O. mykiss*.

Durante las evaluaciones realizadas en la época seca del 2014, al igual que en la época húmeda, las dos especies de "bagre" *Astroblepus* sp. y *Astroblepus* sp.2, registradas en el estudio presentaron estados

de salud entre aceptables y óptimos. En el caso de la "trucha" *O mykiss*, presentó estados de salud entre aceptables y óptimos, siendo la estación RT11 (río Tinte) donde se registró únicamente un estado de salud aceptable (FC= 0.92), mientras que en las demás estaciones la especie presentó un estado de salud óptimo. Por otro lado, la estación que presentó el valor más elevado de FC para trucha fue RSA3 (río Shoclla, parte alta) con un FC= 1.17.

En las evaluaciones de las épocas húmeda y seca del 2015, y de las épocas húmeda y seca del 2016, los individuos de *O. mykiss* "trucha arco iris" colectados, reportaron una condición de salud de aceptable a óptima (FC=0.95 – 1.25). Finalmente, durante los monitoreos de las épocas húmeda y seca del 2017, y de las épocas húmeda y seca del 2016, los ejemplares colectados de trucha mostraron también valores de FC mayores a 1, lo que indica en líneas generales un estado de salud óptimo.

En general, la condición de los peces está influenciada por la edad, sexo, estación, etapa de maduración, totalidad de intestinos, tipo de alimento consumido, cantidad de reserva de grasa y grado de desarrollo muscular. En algunas especies de peces, las gónadas pueden pesar hasta 15% o más del peso corporal total. Una baja en el factor de condición puede reflejar un cambio en los patrones de alimentación que puede ser una respuesta conductual al estrés, menor abundancia de alimentos o un aumento en la tasa metabólica como respuesta al estrés.

Metales en la Biota Acuática

Los metales pesados pueden entrar en los peces por tres posibles vías: a través de las branquias, considerada como la vía más directa e importante, a través de la ingestión de la comida, y, por último, a través de la superficie corporal (Amundsen *et al.*, 1997).

La concentración de metales en el agua superficial contribuye a la acumulación de metales en branquias y riñón de peces. Las branquias se exponen a metales a través del agua ya que están constantemente en contacto directo. Los riñones están expuestos a los metales del agua porque la sangre fluye desde las branquias a la arteria carótida, que aporta sangre al riñón (Farell, 1993).

En relación a metales en los peces, durante los monitoreos de vida acuática del periodo 2012-2018, el registro de especies de peces en los cursos de agua dentro del área de influencia fue baja en la mayoría de los cursos de agua evaluados, sólo con la presencia de las especies *Onchorhynchus mykiss* "trucha arco iris" y *Astroblepus sp.* "bagre". Asimismo, debe considerarse que como parte de estos monitoreos se incluyó como parámetro de evaluación el análisis de metales totales en tejido muscular de la trucha (en las localidades donde se colectó), por ser una especie de potencial consumo humano para los pobladores locales, y la que fue más frecuente en las estaciones de las subcuencas evaluadas.

Los resultados del contenido de metales pesados en tejido muscular de la trucha *O. mykiss*, en algunas estaciones donde fueron capturadas, a lo largo de los monitoreos de vida acuática, son presentados en la Tabla 3.3.3-36, *Contenido de Metales Pesados en Tejido Muscular de Trucha*. Estas concentraciones de metales pesados se compararon con los estándares internacionales (límites permisibles) establecidos para peces destinados al consumo humano por la FAO 1983), MAFF (2005), EC (2001) y CFIA; no existiendo normas nacionales que regulen el contenido de metales en peces.

En la mayoría de los casos, ninguna concentración de metal en muestras de tejido muscular de trucha superó los límites establecidos por las cuatro (04) normas internacionales utilizadas. Sin embargo, se observó una excedencia puntual para el cadmio (Cd) de la norma EC (0.05-0.1 mg/kg) en la muestra de trucha de la estación HCU1 (río Cushuro, microcuenca de quebrada Honda) durante la temporada húmeda del 2013; así como para el plomo (Pb) de las normas FAO (0.5 mg/kg), EC (0.2-0.4) y CFIA (<0.5 mg/kg) en la muestra obtenida en la estación RT11 (río Tinte, microcuenca de quebrada Chachacoma) durante la temporada húmeda del 2013. Asimismo, se reportó una excedencia puntual para el zinc (Zn) en relación a las normas FAO (40 mg/kg) y MAFF (50 mg/kg) para la muestra de trucha en la estación RSA3 (parte alta del río Shoclla, microcuenca del río Shoclla) durante la temporada seca del 2015. Las excedencias muy puntuales encontradas en muestras del río Cushuro y río Shoclla (parte alta), guarda relación con las condiciones de calidad de agua superficial en estos cursos de agua, donde se evidenciaron algunas excedencias metálicas al estándar ambiental, y están asociadas a las condiciones mineralizadas de la parte alta de estas microcuencas, las cuales han sido documentadas también en la etapa de pre-minado (ver Sección 3.2.5.3, *Calidad de Agua Superficial*). Estas condiciones naturales de calidad del agua superficial (altas concentraciones de metales y pH ácido), junto a las variaciones estacionales del caudal, han demostrado ser factores limitantes para la biota acuática en los cursos de agua cercanos al Proyecto. Esta justificación técnica de las excedencias muy puntuales

de metales en 3 muestras de trucha fue evaluado y aprobado como parte de la I MEIA Yanacocha, considerando las normas referenciales del estándar (2019).

De igual forma, los contenidos de metales tóxicos y bioacumulables como arsénico (As), cobre (Cu), cromo (Cr) y mercurio (Hg) fueron bajos en todas las muestras de tejido muscular de trucha. Por tanto, no se esperarían efectos adversos en general a nivel de salud humana por consumo de los peces evaluados en muestras de los cursos de agua evaluados.

Tabla 3.3.3-36 Contenido de Metales Pesados en Tejido Muscular de Trucha

| Año de evaluación | Estación | Concentración de Metales (mg/Kg) | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------------|-------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | Hg | As | Cd | Cu | Cr | Fe | Sn | Mn | Pb | Se | Zn |
| Subcuenca del Río Rejo | | | | | | | | | | | | |
| TS12 | RSA3 | ND | ND | ND | ND | ND | - | ND | <0.1 | ND | ND | 0.6 |
| | RTI1 | ND | ND | 0.069 | ND | 0.8 | - | ND | <0.1 | ND | ND | 0.9 |
| | RSA2 | ND | ND | ND | ND | ND | - | ND | <0.1 | ND | ND | 0.6 |
| TH12 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS13 | RTI1 | <0.002 | <0.1 | <0.02 | 1.32 | <0.2 | <10 | <50 | <0.2 | <0.5 | <0.5 | 5.9 |
| TH13 | RSA3 | 0.069 | 0.57 | <0.020 | 0.91 | <0.20 | 259 | <50 | 29 | 0.228 | <0.50 | 25.95 |
| | RTI1 | 0.092 | 0.98 | 1.009 | 7 | <0.20 | 223 | <50 | 23.7 | 1.009 | 0.68 | 37.16 |
| TH14 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS14 | RSA3 | 0.03 | <0.4 | <0.03 | <0.2 | <0.08 | 20.8 | <0.07 | 3 | <0.4 | <0.6 | 10.11 |
| | RSA2 | 0.04 | <0.4 | <0.03 | 1.1 | <0.08 | 25.7 | <0.07 | <0.3 | <0.4 | <0.6 | 9.07 |
| | RTI1 | 0.05 | <0.4 | <0.03 | <0.2 | <0.08 | 5.3 | <0.07 | <0.3 | <0.4 | <0.6 | 4.56 |
| TH15 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS15 | RSA3 | <0.10 | 0.9 | 0.09 | 2.41 | ND | ND | ND | ND | <0.04 | 1.3 | 66.2 |
| TH16 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS16 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH17 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS17 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH18 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS18 | RTI1 | 0.06 | ND | ND | 0.88 | <0.35 | 13.21 | 0.41 | 0.52 | ND | 0.5 | 2.43 |
| Subcuenca de la Quebrada Honda | | | | | | | | | | | | |
| TS12 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH12 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS13 | HCU1 | <0.002 | <0.1 | <0.02 | <0.1 | <0.2 | | <50 | <0.2 | <0.05 | <0.5 | 3.6 |
| TH13 | HCU1 | 0.052 | <0.10 | 0.133 | 1.01 | <0.20 | 25 | <50 | 3.58 | 0.107 | 0.54 | 24.42 |
| TH14 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS14 | HCU1 | 0.05 | <0.4 | <0.03 | <0.2 | <0.08 | 43.7 | <0.07 | 3 | <0.4 | <0.6 | 13.39 |
| TH15 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS15 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH16 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS16 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH17 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TS17 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| TH18 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |

| Año de evaluación | Estación | Concentración de Metales (mg/Kg) | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----------------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|---------|----|----|
| | | Hg | As | Cd | Cu | Cr | Fe | Sn | Mn | Pb | Se | Zn |
| TS 18 | Sin muestras | | | | | | | | | | | |
| FAO (1983) | | | 0.5 | 30 | | | | | | 0.5 | | 40 |
| MAFF (2005) | | | 0.2 | 20 | | | | | | 2 | | 50 |
| EC (2001) | 0.5-1.0 | | 0.05-0.1 | | | | | | | 0.2-0.4 | | |
| Concentración máxima para consumo humano CFIA | 0.5 | <3.5 | | | | | | | | <0.5 | | |

Notas:
Límites Permisibles según Estándares Internacionales
 FAO (Nauen, 2003): Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products
 MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Reino Unido 2005) Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea
 EC (Comunidad Europea 2001): Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001
 CFIA (Canadian Food Inspection Agency)
 ND: No detectable
 TH: Temporada Húmeda, TS: Temporada seca



Adicionalmente, en relación con el análisis de contenido de metales en otras comunidades acuáticas como perifiton y macrobentos, no fue considerado como parte de los monitoreos de vida acuática de la Unidad Minera Yanacocha; ya que para el análisis de metales en estos organismos se requiere una cantidad muy significativa de ejemplares para alcanzar una muestra mínima y realizar el análisis en el laboratorio, dado el reducido número de los individuos. Asimismo, un esfuerzo mayor de colecta (a lo recomendado por los protocolos de muestreo) podría afectar la diversidad de estas comunidades en los cursos de agua del área de influencia del Proyecto, la cual es limitada por las condiciones naturales de calidad del agua superficial y las variaciones estacionales del caudal.

3.3.4 Ecosistemas Frágiles

3.3.4.1 Definición

Se definen como ecosistemas con características o recursos singulares con baja resiliencia (capacidad de retornar a sus condiciones originales), e inestables ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica (humana), que produce en el mismo, una profunda alteración en su estructura y composición. La condición de fragilidad es inherente al ecosistema y sólo se manifiesta bajo las condiciones de disturbio. Queda establecido que, a mayor fragilidad, mayor es la necesidad de protección del ecosistema (Decreto Supremo N° 009-2013-MINAGRI).

3.3.4.2 Marco Normativo

Con el objeto de identificar y definir los ecosistemas frágiles en el área de estudio se tomará en cuenta, de manera referencial, las siguientes definiciones según el marco normativo nacional:

- Ley General del Ambiente N° 29895 (Artículo 99: De los Ecosistemas Frágiles): según esta ley, en el ejercicio de sus funciones, las autoridades adoptan medidas de protección especial para los ecosistemas frágiles, tomando en cuenta sus características y recursos singulares; y su relación con condiciones climáticas especiales y con los desastres naturales. Los ecosistemas frágiles comprenden, entre otros: desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas altoandinas, lomas costeras, bosques de neblina, bosques relictos, así como paramos y jalcas.
- Decreto Supremo N°004-2015-MINAM (Estrategia Nacional de Humedales): según esta norma se define como humedales a las extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal, dulce, salobre o salado, y que

albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos. Asimismo, se consideran como humedales los siguientes:

- Humedales costeros: manglares, lagunas, estuarios, albuferas, deltas, oasis, pantanos.
- Humedales andinos: lagos, lagunas, manantiales, puquios, turberas, humedales de páramos, kársticos andinos.
- Humedales amazónicos: lagos y lagunas, complejos de orillales, kársticos amazónicos, pantanos amazónicos (aguajales, renacales, pungales, pantanos mixtos de palmeras, pantanos herbáceos, pantanos arbustivos), bosques de tahuampa, sábanas inundables de palmeras, varillales húmedos.

3.3.4.3 Ecosistemas Frágiles Identificados en el Área de Estudio

La Ley General de Ambiente define la mayoría de los ecosistemas en el Perú como ecosistemas frágiles. Sin embargo, basado en el D.S. N° 004-2015-MINAM (*Estrategia Nacional de Humedales*), los principales ecosistemas frágiles identificados en el área de estudio corresponderían a la categoría de humedales andinos (incluye lagunas y humedales altoandinos), debido a su baja capacidad de resiliencia ante potenciales impactos antrópicos.

Por otro lado, se ha reportado la presencia de algunos ejemplares de *Polylepis racemosa* como parte de la vegetación natural (asociada a las unidades de vegetación de pajonal andino y matorral arbustivo) fuera del área efectiva del proyecto, y de pequeños parches del género *Polylepis* como parte de las áreas revegetadas (vegetación antrópica) dentro del área efectiva del proyecto; no constituyendo como tal un bosque relicto o ecosistema frágil dentro del área de estudio, por lo que no ha sido considerado su identificación y caracterización biológica en la presente sección. Las áreas revegetadas (que incluyen ejemplares del género *Polylepis*) serán intervenidas por la implementación de algunos componentes de la II MEIA; y por ello, se ha planteado un plan de manejo, referido a plantación de queñuales como parte de las actividades revegetación durante el cierre del proyecto (ítem Medidas de Rehabilitación en la Subsección 6.1.7.2 *Medidas de Prevención, Minimización, Rehabilitación y Compensación Propuestas*).

Los humedales y lagunas presentes en el área de estudio han sido caracterizados en términos de biota terrestre y acuática. La biota terrestre (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles) de estos ecosistemas fue caracterizada en base a información proveniente de los siguientes eventos de muestreo: 1) Línea de Base Biológica I MEIA - Stantec (Setiembre, 2017); 2) Línea de Base Biológica I MEIA - Stantec (Enero, 2018); 3) Monitoreo de Biodiversidad Terrestre - JJR Servicios Generales (Mayo, 2018); 4) Monitoreo de Biodiversidad Terrestre - JJR Servicios Generales (Setiembre, 2018); 5) ElAsd Proyecto de Exploración San José 2 – Stantec (Octubre, 2017). La biota acuática (comunidades de plancton, perifiton y bentos) fue caracterizada en base a información proveniente de dos eventos de muestreo: 1) Línea de Base Hidrobiológica I MEIA - Stantec (Setiembre, 2017); 2) Línea de Base Hidrobiológica I MEIA - Stantec (Enero, 2018).

Las estaciones de muestreo biológico e hidrobiológico consideradas para la caracterización de los ecosistemas frágiles en el área de estudio se presentan en la Tabla 3.3.4-1, *Ubicación de las Estaciones de Muestreo Consideradas para la Caracterización de Ecosistemas Frágiles*.

Los informes completos con los resultados obtenidos (incluyendo metodologías y esfuerzos de muestreo empleados) en los eventos de monitoreo de biodiversidad terrestre realizados en el año 2018 (mayo y Setiembre, 2018) son presentados en el Apéndice K, *Información Biológica – Anexo K.1, Informes de Monitoreo de Biodiversidad Terrestre*.

Tabla 3.3.4-1 Ubicación de las Estaciones de Muestreo Consideradas para la Caracterización de Ecosistemas Frágiles

| Estación de evaluación | Coordenadas 17M/ UTM WGS 84 | | Altitud (msnm) | Ítem evaluado | Unidad de Vegetación/ Localidad | Fuente |
|------------------------|--------------------------------|---------|-------------------|----------------------|---|--|
| | Norte | Este | | | | |
| BT-05 | 780807 | 9230721 | 4,022 | Flora y fauna | Humedal, laguna Totora | Línea base biológica I MEIA Yanacocha -Eventos de Setiembre 2017 y Enero 2018 (Stantec, 2018). |
| HB-05 | 778455 | 9230612 | 4,099 | Biota acuática | Laguna Maqui 3 | Línea base hidrobiológica I MEIA Yanacocha -Eventos de Setiembre 2017 y Enero 2018 (Stantec, 2018). |
| LTOT/HB-06 | 780743 | 9230123 | 4051 | Biota acuática | Laguna Totora | |
| MM-F127 | 778156 | 9230526 | | Flora | Humedal Maqui | Monitoreo de Biodiversidad Terrestre - JJR Servicios Generales (Mayo y Setiembre, 2018). |
| AA96 | 778107 | 9230404 | | Aves | Humedal Maqui | |
| AA97 | 777930 | 9230328 | | Aves | Humedal Maqui | |
| AA98 | 777754 | 9230430 | | Aves | Humedal Maqui | |
| MM-Mm 13 | 777980 | 9230338 | | Mamíferos | Humedal Maqui | |
| Nva. Parcela MM | 778320 | 9230785 | | Reptiles | Humedal Maqui | |
| T01 | 776247 | 9224407 | 3953 | Flora | Humedal altoandino de <i>Carex pichinchenis</i> | |
| T03 | 777444 | 9224575 | 4008 | Flora | | |
| T04 | 777432 | 9224030 | 3974 | Flora | | |
| MA01 | 776225 | 9223133 | 3839 | Mamíferos | Humedal altoandino, Pajonal, afloramientos rocosos | Evento de Muestreo Biológico del Proyecto de Exploración San José 2 (Stantec, 2017) |
| MA02 | 776519 | 9223862 | 3898 | Mamíferos | Humedal altoandino, Pajonal, afloramientos rocosos | |
| MA03N | 777511 | 9224105 | 3971 | Mamíferos | Humedal altoandino, Pajonal, afloramientos rocosos | |
| PC01 | 776460 | 9224495 | 3973 | Aves | Humedal altoandino | |
| PC02N | 777413 | 9224777 | 4016 | Aves | Humedal altoandino | |
| Laguna San José | 776426 | 9224392 | 3971 | Aves | Espejo de agua de laguna San José | |
| VES01 | 775999 | 9224012 | 3927 | Anfibios reptiles | Y Humedal altoandino | |
| VES02 | 776188 | 9223378 | 3873 | Anfibios reptiles | Y Humedal altoandino | |
| VES03 | 777439 | 9224366 | 4002 | Anfibios reptiles | Y Humedal altoandino | |
| VES04N | 777477 | 9224105 | 3974 | Anfibios reptiles | Y Humedal altoandino | |

Elaborado por: Stantec, 2020.

3.3.4.4 Caracterización de ecosistemas frágiles identificados en el área de estudio

En lo que concierne a la caracterización de los ecosistemas que podrían corresponder como frágiles (por ejemplo, humedales y algunas altoandinas), se presenta primeramente su ubicación, tal como lo

muestra la Figura 3.3.4-1, *Ubicación y Distancia de los Principales Ecosistemas Frágiles en Relación a los Componentes del Proyecto*. Esta figura muestra la delimitación actual de los principales humedales y lagunas altoandinas identificadas y su distancia respecto a los componentes propuestos en la II MEIA. En esta figura se evidencia que ningún componente del Proyecto se superpone con áreas de ecosistema frágil (humedales y lagunas).

Asimismo, se presenta la caracterización de la flora y fauna (terrestre y acuática) presente en estos ecosistemas frágiles en términos de riqueza y composición de especies. Finalmente, se presenta listados de plantas y animales que fueron registrados en el área de estudio y que son endémicos del Perú; y que están protegidos, ya sea por el Estado Peruano (D.S. N° 043-2006-AG/D.S. N° 004-2014-MINAGRI) o por organizaciones internacionales (IUCN y CITES).

En cuanto a las especies de flora protegidas, a nivel Nacional, se ha revisado la “*Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre*”, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG de la Legislación Peruana; y en cuanto a las especies de fauna protegidas, se ha revisado la “*Actualización de la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegidas*”, aprobada mediante el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI de la Legislación Peruana. A nivel internacional, tanto para flora como fauna, se ha revisado la “*Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN*” (2020-2), y los apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), en vigor a partir del 28 de agosto de 2020. Así, se verificó si alguno de los registros obtenidos en las estaciones ubicadas en los ecosistemas frágiles está incluido en alguna de estas listas.

En cuanto al endemismo de las especies registradas en los ecosistemas frágiles ubicados dentro del área de estudio, se ha revisado el *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú* (León *et al.*, 2006) para determinar el endemismo en la comunidad de flora. Para determinar el endemismo en la comunidad de aves, fueron revisadas las siguientes fuentes: *Birdlife International* (2019), *The IUCN Red List of Threatened Species* (2020-2); y *The South American Classification Committee* (SACC, 2019). Además, la página web de *Birdlife International* (2019) fue revisada para identificar especies de aves presentes en los ecosistemas frágiles que sean indicadoras de Áreas de Endemismo de Aves (EBA), o que están presentes en Áreas de Importancia para las Aves (IBA). Para determinar el endemismo en la comunidad de mamíferos, se revisó la *Diversidad y Endemismo de los Mamíferos del Perú* (Pacheco V. *et al.*, 2009); para la comunidad de reptiles, se revisó la base de datos *The Reptile Database* (2018); y para la comunidad de anfibios fue revisada *The IUCN Red List of Threatened Species* (2020-2).

Ecosistemas Frágiles Cercanos a los Componentes de la II MEIA

La Tabla 3.3.4-2, *Ecosistemas Identificados en el Área de Estudio*, muestra de manera referencial los códigos de los ecosistemas frágiles (humedales y lagunas) que se encuentran ubicados más próximos a los componentes del proyecto, los cuales han sido considerados principalmente como parte de la caracterización biológica y como parte de la evaluación potencial de impactos del proyecto.

Tabla 3.3.4-2 Ecosistemas Identificados en el Área de Estudio

| N° Ecosistema Frágil | Descripción |
|----------------------|--|
| 1 | Humedal Maqui Maqui |
| 2 | Lagunas Maqui Maqui |
| 3 | Laguna Totorá |
| 4 | Humedal asociado a la laguna Totorá |
| 5 | Humedal asociado a la Qda. Arnacocha |
| 6 | Humedal asociado a la Qda. La Saccha |
| 7 | Humedal asociado a tributario de la Qda. La Saccha |
| 8 | Laguna San José |
| 9 | Humedal asociado a la Qda. San José |
| 10 | Humedal en la parte alta de la Qda. Encajón |

La Figura 3.3.4-1, *Ubicación y Distancia de los Principales Ecosistemas Frágiles en Relación a los Componentes del Proyecto*, muestra la delimitación actual de los principales humedales y lagunas altoandinas identificados y su distancia respecto a los componentes propuestos en la II MEIA. En general, se incorporan las configuraciones proyectadas de todos los componentes de la presente MEIA; incluyendo los componentes en superficie. Es importancia mencionar que, en esta figura se evidencia que ningún componente del Proyecto se superpone con áreas de ecosistema frágil (humedales y lagunas).

En base a la Figura 3.3.4-1, se ha elaborado la Tabla 3.3.4-3, *Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto*, la cual muestra las distancias de los principales ecosistemas frágiles (humedales y lagunas altoandinos) en relación con todos los componentes de la II MEIA.

Tabla 3.3.4-3 Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto

| Nº Ecosistema Frágil | Descripción | Distancia horizontal (m) |
|--|---|--------------------------|
| 1 | Humedal Maqui Maqui hacia Planta de Tratamiento de Aguas de Exceso (EWTP) | 925 |
| 2 | Lagunas Maqui Maqui hacia Planta de Columnas de Carbón (CIC) | 1,439.00 |
| 3 | Laguna Totora hacia Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A | 2,632.00 |
| 4 | Humedal asociado a la laguna Totora hacia Pila de Lixiviación Carachugo - Etapa 14A | 2,424.00 |
| 5 | Humedal asociado a la Qda. Arnacocha hacia Tajo Chaquicocha - Etapa 3 | 1,228.00 |
| 6 | Humedal asociado a la Qda. La Saccha hacia el Área 3 de las instalaciones superficiales propuestas de Chaquicocha Subterráneo * | 295 |
| 7 | Humedal asociado a tributario de la Qda. La Saccha hacia el Área 7 de las instalaciones superficiales propuestas de Chaquicocha Subterráneo | 115 |
| 8 | Laguna San José hacia Depósito de Desmonte - Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo - Etapa 3 | 205 |
| 9 | Humedal asociado a la Qda. San José hacia Depósito de Desmonte - Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo - Etapa 3 | 634 |
| 10 | Humedal en la parte alta de la Qda. Encajón hacia Depósito de Desmonte - Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo - Etapa 3 | 45 |
| Nota: | | |
| *La distancia entre el polígono de las instalaciones subterráneas proyectadas en superficie y el humedal más próximo (EF6) es de 24 metros; sin embargo, esto no representa la distancia real en superficie. | | |
| Elaborado por: Stantec | | |

En relación con los potenciales impactos sobre los ecosistemas frágiles, es importancia mencionar que, según la Figura 3.3.4-1, *Ubicación y Distancia de los Principales Ecosistemas Frágiles en relación con los Componentes del Proyecto*, ningún componente del Proyecto se superpone con áreas de ecosistema frágil (humedales y lagunas), por lo que se descarta un impacto directo de la MEIA, a nivel superficial sobre estos ecosistemas. Dicha figura muestra la delimitación actual de los principales humedales y lagunas altoandinas identificadas, y su distancia respecto a los componentes propuestos en la II MEIA. Al respecto, se descarta la posible afectación o superposición del componente Depósito de Desmonte Relleno el Tajo (Backfill) Carachugo - Etapa 3 sobre el Humedal ubicado en la parte alta de la Qda. Encajón (ecosistema frágil N°10), donde se estima una distancia de 45 m de dicho componente al ecosistema frágil 10.

Asimismo, cabe precisar que, los ecosistemas frágiles 6 y 7 (ver Tabla 3.3.4-3, *Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto*), correspondientes a los humedales ubicados al sur del componente Chaquicocha Subterráneo, se encuentra localizados a distancias de 295 y 115 m, de las instalaciones superficiales de dicho componente, por lo que se descarta un impacto directo o superposición a nivel superficial sobre estos ecosistemas. Dicha tabla muestra las

distancias estimadas de los ecosistemas frágiles 6 y 7 a las instalaciones proyectadas en superficie de Chaquicocha subterráneo y no hacia el borde del polígono propuesto para dicho componente (que engloba también las galerías subterráneas), ya que se ha desestimado algún impacto de las labores subterráneas a estos ambientes.

De igual forma, se ha descartado algún impacto directo a nivel hídrico referido al desecamiento de los humedales por rebajamiento de la napa freática en caso éstos se encuentren conectados al acuífero, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo hidrogeológico numérico (WSP, 2019), no se ha previsto descensos de los niveles piezométricos (isodescensos) por las actividades propuestas en la II MEIA (incluyendo la explotación del Tajo Chaquicocha); por tanto, no se afectaría ninguna zona de ecosistema frágil.

Cabe resaltar que, para complementar y verificar técnicamente los potenciales impactos de los componentes del Proyecto sobre los ecosistemas frágiles a nivel hídrico, se analizó el potencial de conexión del acuífero con los humedales más cercanos a los componentes propuestos de la II MEIA (ver Figura 3.3.4-1, *Ubicación y Distancia de los Principales Ecosistemas Frágiles en relación con los Componentes del Proyecto*), que son: Humedal ubicado en la parte alta de la Qda. Encajón (ecosistema frágil N° 10 o EF10), Humedal asociado a la Qda. La Saccha (ecosistema frágil N°6 o EF6), y Humedal asociado a tributario de la Qda. La Saccha (ecosistema frágil N°7 o EF7). Debe considerarse que la distancia de estos últimos humedales (EF6 y EF7) al componente Chaquicocha Subterráneo – Etapa 2 corresponde a los componentes en superficie. Para ello, se utilizaron los siguientes métodos los cuales se complementan entre sí:

1. Perfiles Hidrogeológicos de los humedales EF6, EF7 y EF10
2. Niveles de permeabilidad del entorno de los humedales EF6, EF7 y EF10
3. Análisis de los niveles de agua de los piezómetros cercanos a los humedales EF6, EF7 y EF10

Perfiles Hidrogeológicos de los humedales EF6, EF7 y EF10

Humedal en la parte alta de la Qda. Encajón (Ecosistema frágil N°10)

Para verificar un potencial impacto del Proyecto sobre el parche de humedal localizado en la parte alta del río Encajón (ecosistema frágil N°10 o EF10) y a una distancia de 45 m al oeste del Depósito de Desmonte – Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo – Etapa 3 (ver Tabla 3.3.4-3, *Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto*), se ha elaborado un perfil hidrogeológico de dicho ambiente en secciones locales, tal como se observa en el Gráfico 3.3.4-1, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (1-1') – Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)* y el Gráfico 3.3.4-2, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (2-2') – Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)*, donde se muestra que este humedal, ubicado en el sector Carachugo-Marleny, se encuentra sobre los materiales impermeables correspondientes a la unidad hidrogeológica de rocas de baja permeabilidad, lo que favorece que la génesis del humedal se deba a la acumulación de escorrentía superficial en un área deprimida topográficamente respecto al entorno inmediato y cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente, que reduce la percolación del agua acumulada en superficie hacia el sustrato.

Por otro lado, en el sector donde se ubica dicho humedal, el nivel piezométrico se encuentra a una profundidad aproximadamente a 186 m (ver sección local en el Gráfico 3.3.4-1, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (1-1') – Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)* y el Gráfico 3.3.4-2, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (2-2') – Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)*), lo que permite concluir que el origen del humedal no está relacionado con el nivel piezométrico y que no existe ningún aporte hídrico subterráneo al humedal, lo que significa que dicho ecosistema frágil no está conectado al acuífero.

Asimismo, cabe precisar que para la construcción y operación del Depósito de Desmonte – Relleno del Tajo (Backfill) Carachugo – Etapa 3 no se realizará labores de drenaje asociadas a este componente, por lo que la ejecución de la presente II MEIA no producirá ninguna modificación o rebajamiento del nivel piezométrico en este sector Carachugo-Marleny, de acuerdo a los resultados del modelamiento hidrogeológico numérico (WSP, 2019).

Gráfico 3.3.4-1 Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (1-1') - Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)

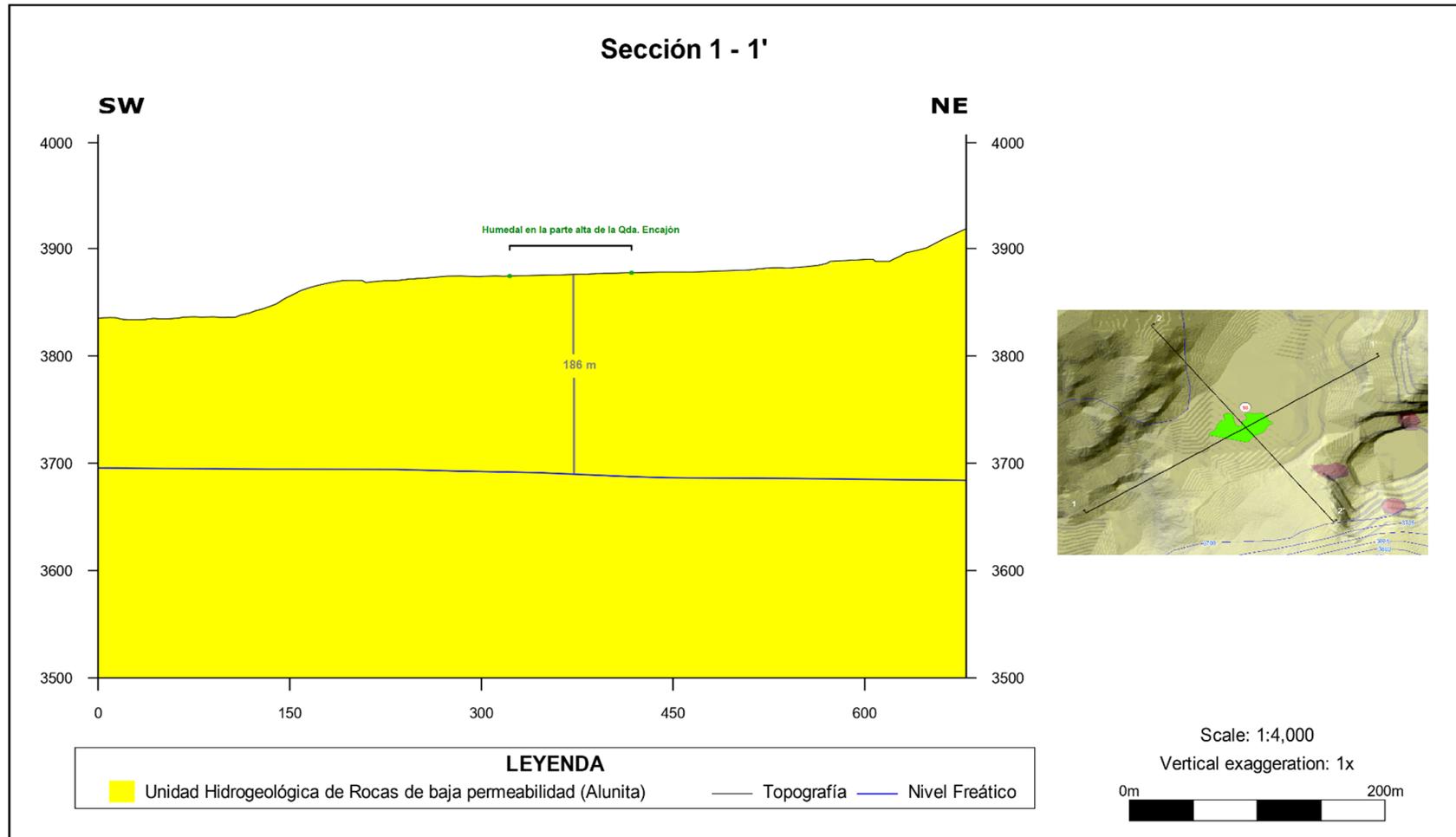
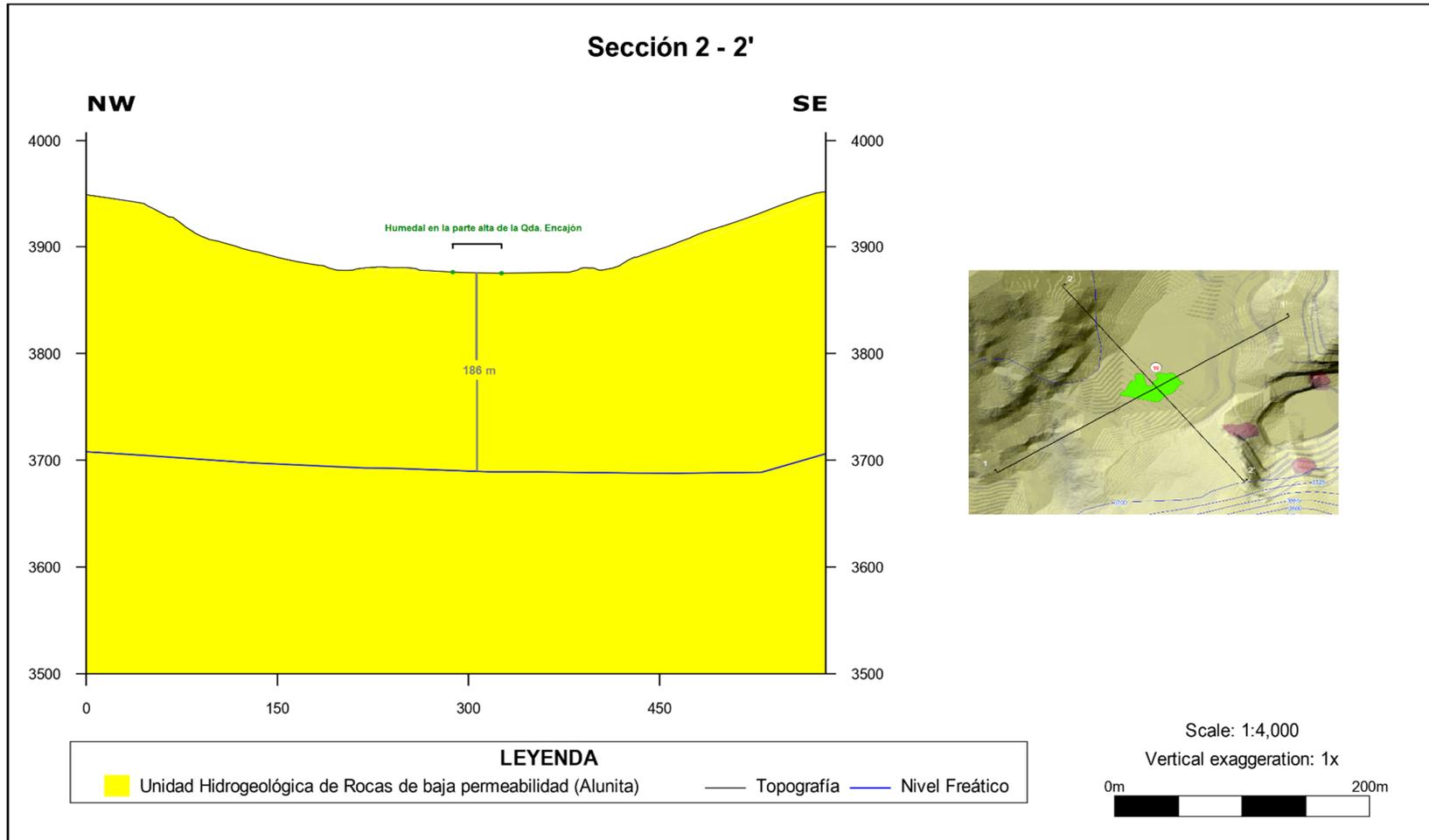


Gráfico 3.3.4-2 Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (2-2') - Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (EF10)



Humedal asociado a la Qda. La Saccha (ecosistema frágil N°6) y Humedal asociado a tributario de la Qda. La Saccha Saccha (ecosistema frágil N°7)

Para verificar un potencial impacto del Proyecto sobre los parches del humedal asociado a la quebrada a La Saccha (EF6) y del humedal asociado a tributario de la quebrada La Saccha (EF7), ubicados a 295 y 115 m de distancia, respectivamente, de las instalaciones superficiales del componente Chaquicocha Subterráneo (ver Tabla 3.3.4-3, *Distancia Horizontal desde los Principales Humedales y Lagunas hacia los Componentes del Proyecto*), se ha elaborado un perfil hidrogeológico de dichos ambientes a escala local (C-C' para el humedal asociado a la quebrada La Saccha, y D-D' para el humedal asociado a tributario de la quebrada La Saccha) tal como se observa en el Gráfico 3.3.4-3, *Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (C-C') – Humedal Asociado a Quebrada La Saccha (EF6)* y el Gráfico 3.3.4-4, *Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (D-D') – Humedal Asociado a Tributario de la Quebrada La Saccha (EF7)*, donde se muestra que ambos parches de humedal (ecosistemas frágiles 6 y 7), ubicados en el sector Chaquicocha, se encuentran sobre los materiales impermeables correspondientes a la unidad hidrogeológica argílica, lo que favorece que la génesis del humedal se deba a la acumulación de escorrentía superficial en un área deprimida topográficamente respecto al entorno inmediato y cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente, tal como se observó en el humedal localizado en la parte alta de la quebrada Encajón.

Complementariamente, en el sector donde se ubica el parche del humedal asociado a la quebrada a La Saccha (EF6), el nivel piezométrico se encuentra a una profundidad cercana a 200 m (ver perfil C-C' o a escala local en el Gráfico 3.3.4-3, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (C-C') – Humedal Asociado a Quebrada La Saccha (EF6)*); mientras que en el sector donde está localizado el humedal asociado a tributario de la quebrada La Saccha (EF7), el nivel piezométrico se encuentra a una profundidad mayor de 87 m (ver perfil D-D' o a escala local en el Gráfico 3.3.4-4, *Secciones Hidrogeológicas Sector Carachugo-Marleny (D-D') – Humedal Asociado a Tributario de la Quebrada La Saccha (EF7)*). Esto permite concluir que el origen de ambos humedales (EF6 y EF7), ubicados en la parte alta de la microcuenca de la quebrada La Saccha, no está relacionado con el nivel piezométrico y que no existe ningún aporte hídrico subterráneo a estos ambientes, lo que significa que dichos ecosistemas frágiles no están conectados al acuífero.

No obstante, en relación con el componente *Chaquicocha Subterráneo*, no está previsto que para el desarrollo o avance de las labores subterráneas se realicen labores de drenaje asociados a este componente, por lo que la ejecución de la presente modificatoria no producirá ninguna modificación o rebajamiento del nivel piezométrico en este sector Chaquicocha, de acuerdo con los resultados del modelamiento hidrogeológico numérico (WSP, 2019). De igual forma, debe indicarse que el tajo Chaquicocha Etapa 3 mantendrá la cota mínima de 3,590 msnm aprobado en el SYE V, por lo que las actividades de desaguado de este tajo como parte de la presente II MEIA no producirá abatimiento o rebajamiento del nivel piezométrico en este sector Chaquicocha.

Gráfico 3.3.4-3 Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (C-C') – Humedal Asociado a Quebrada La Saccha (EF6)

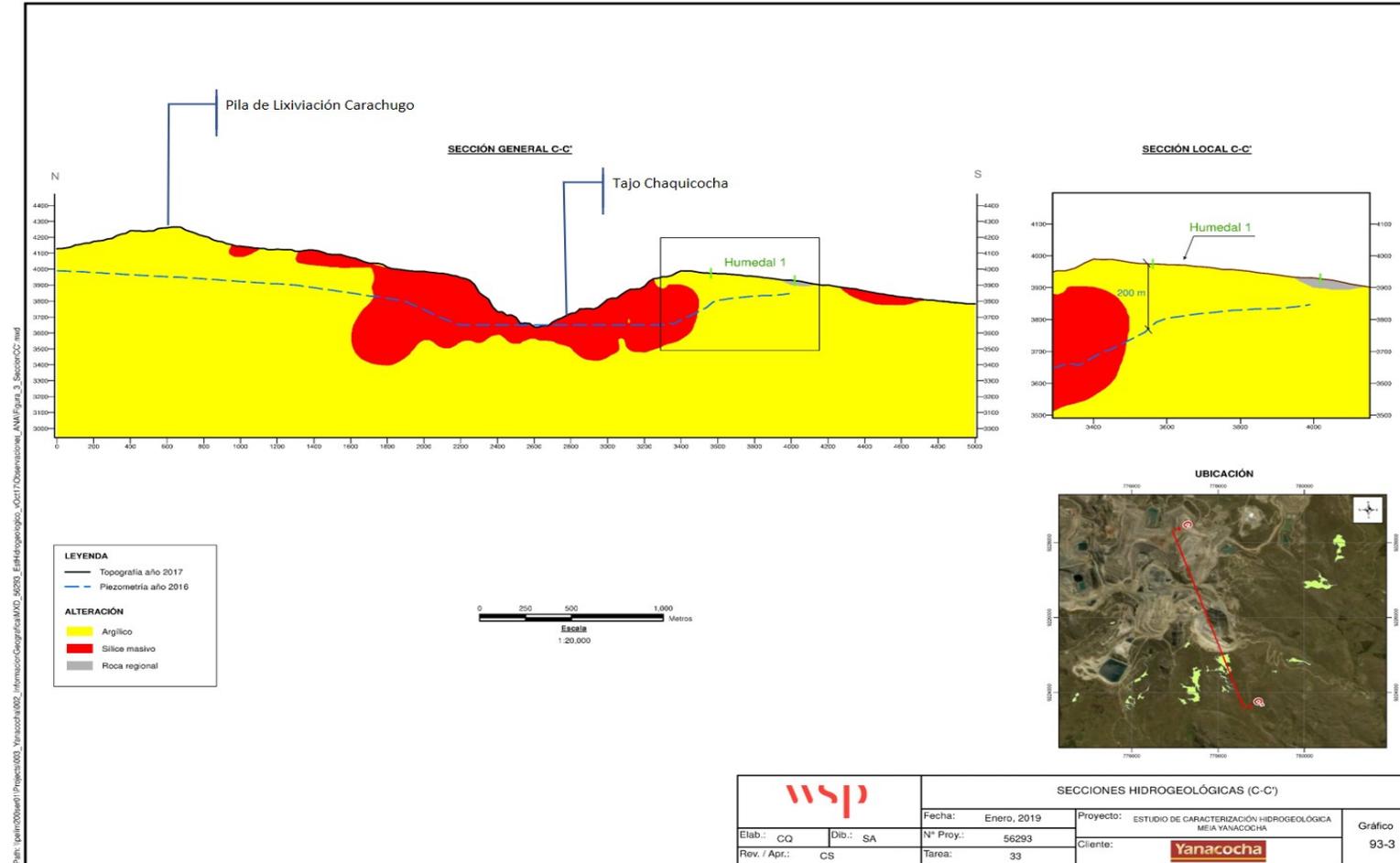
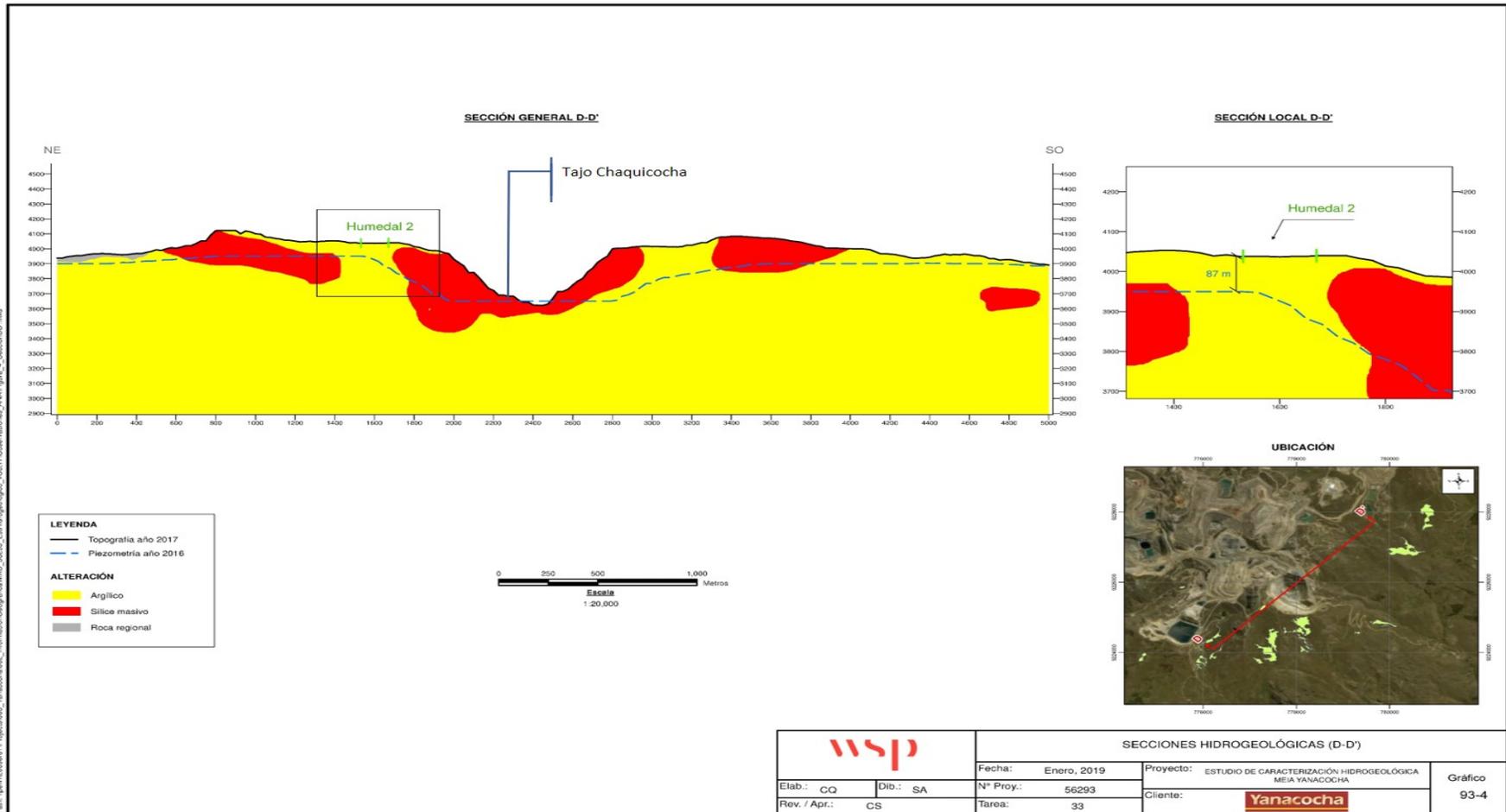


Gráfico 3.3.4-4 Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (D-D') – Humedal Asociado a Tributario de la Quebrada La Saccha (EF7)



Niveles de permeabilidad del entorno de los humedales EF6, EF7 y EF10

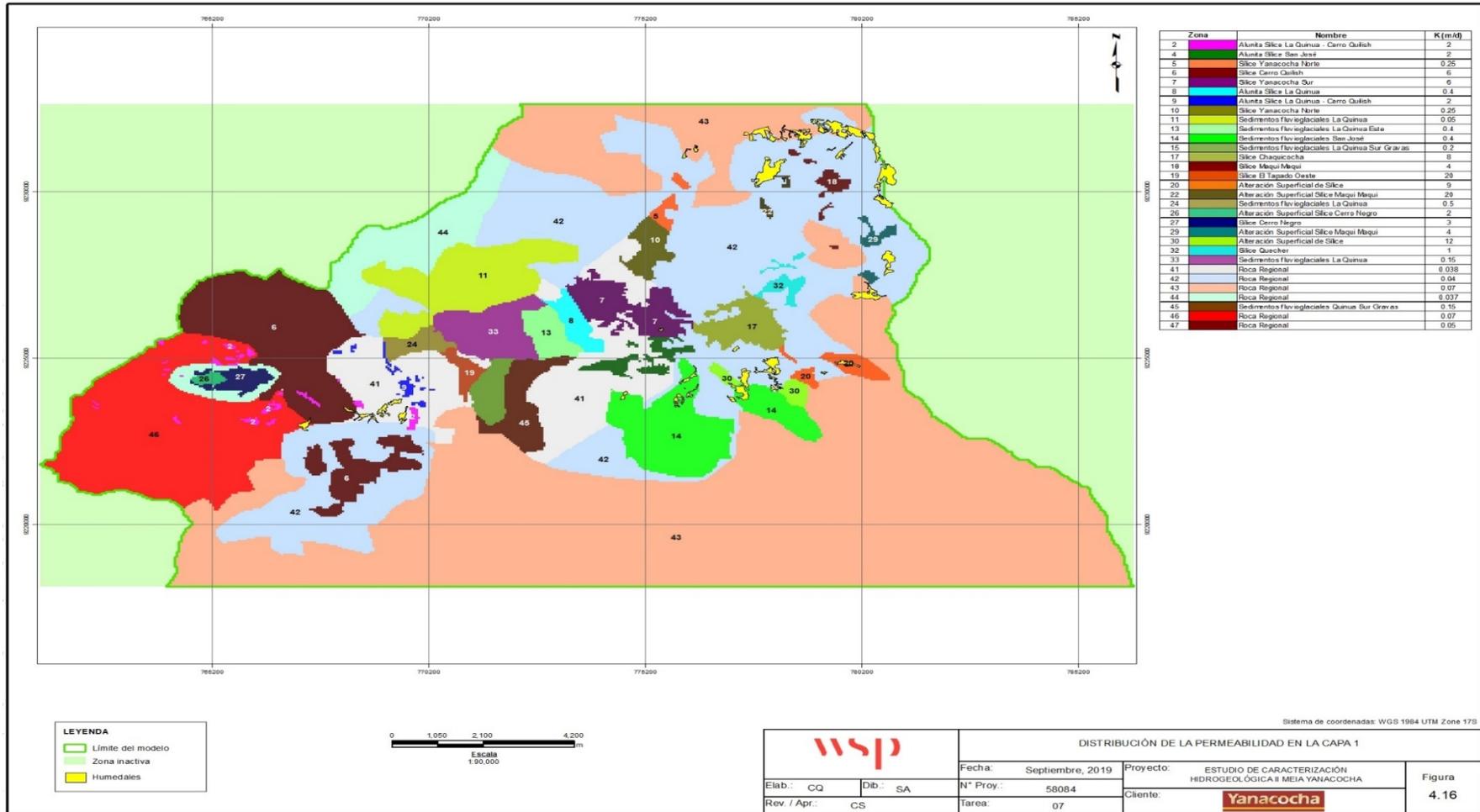
Respecto a los niveles de permeabilidad en el área de estudio, cabe precisar que, al proyectar el área del humedal asociado a la quebrada La Saccha (ecosistema frágil N°6 o EF6) sobre la distribución espacial de las zonas de permeabilidad del modelo numérico presentado en la Figura 4.16 del Anexo F.5 Estudio Hidrogeológico (ver Figura 3.3.4-2, *Proyección de la ubicación de los humedales sobre la distribución de permeabilidad de la capa 1 del modelo*), el 95 % de la superficie de este humedal (EF6) se distribuye sobre las zonas del modelo 42, correspondiente a la unidad de roca regional, calibrada con una permeabilidad de 0,04 m/d y la zona del modelo 14, correspondiente a la unidad de sedimentos fluvio-glaciares de La Quinua, calibrado con una permeabilidad de 0.4 m/d, ambas impermeables. Solo un 5% de esta superficie estaría sobre la zona del modelo 30, correspondiente a la alteración superficial de sílice con una permeabilidad de 12 m/d. No obstante, es importante resaltar que la discretización espacial del modelo corresponde a una malla de 50x50 m, tal como se indica en la descripción de las características del modelo numérico, incluida en el ítem 4 del Anexo F.5; por tanto, el grado de precisión es menor que el que representa la cartografía de las unidades hidrogeológicas utilizada como base para la elaboración del Gráfico 3.3.4-3, *Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (C-C') – Humedal Asociado a Quebrada La Saccha (EF6)*, donde se muestra claramente que la superficie del humedal en ningún punto se distribuye sobre la unidad hidrogeológica del cuerpo de sílice.

Respecto al humedal asociado al tributario de la quebrada La Saccha (ecosistema frágil N°7), al proyectar su área sobre la distribución espacial de las permeabilidades del modelo, se observa claramente que se distribuye en su totalidad sobre la unidad 42 de roca regional calibrado con permeabilidad de 0,04 m/d, que corresponde a una zona impermeable (ver Figura 3.3.4-2, *Proyección de la ubicación de los humedales sobre la distribución de permeabilidad de la capa 1 del modelo*), donde su grado de precisión es menor que lo presentado en el Gráfico 3.3.4-4, *Secciones Hidrogeológicas Sector Chaquicocha (D-D') Humedal Asociado a Tributario de la Quebrada La Saccha (EF7)*. Por ello, se recalca que la referencia cartográfica más precisa corresponde a los mapas de Unidades hidrogeológicas y no a la discretización espacial de las permeabilidades del modelo.

De forma complementaria, se adjunta la Figura 3.3.4-3, *Piezometría y Unidades Hidrogeológicas Sobre Áreas de Ecosistemas Frágiles*, la cual muestra la proyección o distribución de los humedales sobre las unidades hidrogeológicas, donde se puede confirmar la distribución de los humedales sobre las Unidades Hidrogeológicas referidas.

Con base al análisis de permeabilidades de ambos humedales (EF6 y EF7), se evidencia que ambos se encuentran sobre los materiales impermeables correspondientes a la unidad hidrogeológica argílica que favorece que la génesis del humedal se deba a la acumulación de escorrentía superficial en un área deprimida topográficamente respecto al entorno inmediato y cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente. Por ello, se concluye que ambos humedales, ubicados en la parte alta de la microcuenca de la quebrada La Saccha, no están conectados al acuífero.

Figura 3.3.4-2 Proyección de la ubicación de los humedales sobre la distribución de permeabilidad de la capa 1 del modelo



Análisis de los niveles de agua de los piezómetros cercanos a los humedales EF6, EF7 y EF10

La Tabla 3.3.4-4, *Descripción de los Piezómetros Cercanos a los Ecosistemas Frágiles del Área de Estudio*, muestra el código de los piezómetros cercanos a los ecosistemas frágiles (humedales y lagunas) ubicados dentro del área de estudio ambiental; asimismo, la distancia de los piezómetros a la parte central de estos ecosistemas, así como la medición de niveles durante las épocas húmeda y seca. En base a la información de dicha tabla, se evidencia que todos las lagunas y humedales (ecosistemas frágiles) se encuentran desconectados hídricamente del sistema subterráneo, ya que el nivel piezométrico se encuentra a una profundidad que varía entre un mínimo de 12 y un máximo de 383 m de profundidad, por lo que no son elementos que forman parte en el funcionamiento del sistema hidrogeológico, es decir, no existe aporte del agua subterránea a estas zonas húmedas debido a que no constituyen una forma de descarga del sistema hidrogeológico, y por tanto no son simulables en el modelo hidrogeológico de flujo subterráneo, en el que únicamente se incluyen los elementos vinculados al sistema hidrogeológico. Para el caso del humedal asociado a la Qda. La Saccha (EF6), la profundidad del nivel piezométrico se encuentra a una profundidad entre 324 y 321 m; mientras que en el entorno del humedal asociado al tributario de la Qda. La Saccha (EF7) la profundidad se encuentra entre 371 y 383 m. De igual forma, en el humedal en la parte alta de la Qda. Encajón (EF10), la profundidad del nivel piezométrico respecto a la superficie varía entre 169 y 185 m.

Lo descrito en la Tabla 3.3.4-4 guarda relación con la Figura 3.3.4-4, *Ubicación del Ecosistema frágil con Piezometría obtenida en régimen transitorio*, donde se ha superpuesto el mapa de isopiezas (Figura 4.30 del Anexo F.5) con la delimitación de los ecosistemas frágiles (humedales y lagunas) y se evidencia que el nivel freático (profundidad de los piezómetros) en el entorno de los ecosistemas frágiles se encuentra por debajo de la superficie o cota de estos ambientes.

Adicionalmente, cabe indicar que los logueos litológicos de los piezómetros cercanos a los ecosistemas frágiles (humedales y lagunas) identificados en el área de estudio son mostrados en el Apéndice F, *Estudios de Aguas Superficiales y Subterráneas -Anexo F.6, Logueos Litológicos de los Piezómetros*.

En base al análisis de esta información hidrogeológica respecto a los humedales más cercanos a los componentes propuestos de la II MEIA, se evidencia que:

- Humedal en la parte alta de la Qda. Encajón (EF10): este humedal se encuentra distribuido sobre material argílico de la unidad hidrogeológica de rocas de baja permeabilidad correspondiente a materiales impermeables, que favorece que la génesis del humedal se deba a la acumulación de escorrentía superficial en un área deprimida topográficamente respecto al entorno inmediato y cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente. Asimismo, la profundidad del nivel piezométrico respecto a la superficie del EF10 varía entre 169 y 185 m.
- Humedal asociado a la Qda. La Saccha (EF6) y humedal asociado al tributario de la Qda. La Saccha (EF7): estos humedales se encuentran distribuidos principalmente sobre material argílico de la unidad hidrogeológica de rocas de baja permeabilidad y en menor proporción sobre la unidad de sedimentos de la Quinua, correspondiente a materiales impermeables; que favorece que la génesis del humedal se deba a la acumulación de escorrentía superficial en un área deprimida topográficamente respecto al entorno inmediato y cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente. Asimismo, la profundidad del nivel piezométrico respecto a la superficie de EF6 se encuentra a una profundidad entre 324 y 321 m; mientras que en el entorno de EF7, la profundidad se encuentra entre 371 y 383 m respecto a la superficie.
- Esto permite concluir que el origen de los 3 humedales (EF6, EF7 y EF10) no está relacionado con el nivel piezométrico y que no existe ningún aporte hídrico subterráneo a estos ambientes, lo que significa que dichos ecosistemas frágiles no están conectados al acuífero.

Por ello, según el análisis de la información hidrogeológica sobre los humedales más cercanos al Proyecto (EF6, EF7 y EF10) se concluye que el origen de los estos humedales no está relacionado con el nivel piezométrico y que no existe ningún aporte hídrico subterráneo a estos ambientes, lo que significa que dichos ecosistemas frágiles no están conectados al acuífero. Por ello, el origen de estos humedales estaría asociado a la acumulación de escorrentía superficial durante la época húmeda sobre el área deprimida, cuya permanencia a lo largo del año se ve favorecida por la baja permeabilidad de la unidad hidrogeológica subyacente. Con base en ello, se evidencia que estos humedales se alimentan principalmente por precipitación y su permanencia en el entorno se deba

a la baja permeabilidad del material geológico que retiene y/o almacena el agua; lo que descarta como fuente de alimentación a los cuerpos de agua superficiales cercanos o aportes de fuente subterránea.

En forma complementaria, cabe precisar que las microcuencas donde se localizan los cursos de agua (quebradas Encajón y La Saccha) asociados a los humedales EF6, EF7 y EF10 han sido evaluadas en términos de cantidad de agua como parte del Impacto ASF-3: Cambio en el caudal de agua superficial (ver Subsección 5.4.1.5 Impactos sobre los Recursos Hídricos Superficiales). Este impacto es definido a partir del ligero cambio en el caudal que se producirán principalmente en las áreas no disturbadas y de manera puntual y específica en la quebrada Honda. Esta tasa de reducción del caudal medio anual es del orden de 0.01% estimados para un año normal, húmedo y seco asociado básicamente a la pérdida de área de drenaje por la implementación y/o construcción de la poza de agua tratada DCP 1 (Poza Yajayri) en la microcuenca de la quebrada Honda, según las estimaciones del modelo hidrológico SMA (WSP, 2020), mientras que, para las demás microcuencas de interés, la reducción del caudal es Nula. Con base en ello, no se reducirá y/o alterará los caudales de las quebradas Encajón (microcuenca Río Grande) y La Saccha (microcuenca quebrada La Saccha) como parte de la II MEIA.

Tabla 3.3.4-4 Descripción de los Piezómetros Cercanos a los Ecosistemas Frágiles del Área de Estudio

| Humedal | Material | Unidad hidrogeológica | Piezómetro cercano | Este WGS84 | Norte WGS84 | Distancia al piezómetro cercano (m) | Nivel de agua de piezómetro cercano (m.s.n.m) | Fecha | Época | Nivel de agua en el ecosistema frágil modelo calibrado (m.s.n.m) | Cota centro ecosistema frágil (msnm)* | Profundidad del nivel piezométrico con respecto a la superficie del ecosistema frágil** |
|--|-----------------------------------|---|--------------------|------------|-------------|-------------------------------------|---|------------|--------|--|---------------------------------------|---|
| Humedal Maqui Maqui | Argílico /Sedimentos de la Quinua | Rocas de baja permeabilidad/Sedimentos de la Quinua | MMW-03 | 778.644 | 9.230.820 | 331 | 3.963 | 27-03-2018 | Húmeda | 3.935 | 3.950 | 15 |
| | | | | | | | 3.960 | 25-09-2018 | Seca | 3.930 | | 20 |
| Lagunas Maqui Maqui | Argílico | Rocas de baja permeabilidad | MMW-04 | 778.836 | 9.230.486 | 255 | 3.996 | 27-03-2018 | Húmeda | 3.938 | 4.013 | 75 |
| | | | | | | | 3.993 | 25-09-2018 | Seca | 3.936 | | 77 |
| Laguna Totorá | Argílico | Rocas de baja permeabilidad | MMBLPZ-1202 | 780.047 | 9.230.044 | 524 | 3.996 | 27-03-2018 | Húmeda | 4.018 | 4.030 | 12 |
| | | | | | | | 3.998 | 25-09-2018 | Seca | 4.012 | | 18 |
| Humedal asociado a la laguna Totorá | Argílico | Rocas de baja permeabilidad | MMBLPZ-1202 | 780.047 | 9.230.044 | 490 | 3.996 | 27-03-2018 | Húmeda | 4.005 | 4.018 | 13 |
| | | | | | | | 3.998 | 25-09-2018 | Seca | 4.001 | | 17 |
| Humedal asociado a la Qda. Arnacocha | Argílico | Rocas de baja permeabilidad | CHQ3PZ-02_1503 | 778.699 | 9.227.018 | 1260 | 3.845 | 28-03-2018 | Húmeda | 3.839 | 3.855 | 16 |
| | | | | | | | 3.844 | 26-09-2018 | Seca | 3.831 | | 24 |
| Humedal asociado a la Qda. La Saccha | Argílico /Sedimentos de la Quinua | Rocas de baja permeabilidad/Sedimentos de la Quinua | CHQBLPZ-1006 | 777.370 | 9.225.200 | 700 | 3.925 | 25-03-2018 | Húmeda | 3.656 | 3.980 | 324 |
| | | | | | | | 3.923 | 30-09-2018 | Seca | 3.649 | | 331 |
| Humedal asociado a tributario de la Qda. La Saccha | Argílico /Sedimentos de la Quinua | Rocas de baja permeabilidad/Sedimentos de la Quinua | CHQBLPZ-1006 | 777.370 | 9.225.200 | 96 | 3.925 | 25-03-2018 | Húmeda | 3.674 | 4.045 | 371 |
| | | | | | | | 3.923 | 30-09-2018 | Seca | 3.662 | | 383 |
| Laguna San José | Sedimentos de la Quinua | Sedimentos de la Quinua | BC23PZ-02_1501 | 776.048 | 9.225.566 | 580 | 3.706 | 30-03-2018 | Húmeda | 3.738 | 3.973 | 235 |
| | | | | | | | 3.702 | 14-09-2018 | Seca | 3.725 | | 248 |
| Humedal asociado a la Qda. San José | Sedimentos de la Quinua | Sedimentos de la Quinua | BC23PZ-02_1501 | 776.048 | 9.225.566 | 950 | 3.706 | 30-03-2018 | Húmeda | 3.786 | 3.954 | 168 |
| | | | | | | | 3.702 | 14-09-2018 | Seca | 3.779 | | 175 |
| | Argílico | | MSJ2PZ-03 | 775.712 | 9.225.994 | 198 | 3.712 | 30-03-2018 | Húmeda | 3.713 | 3.882 | 169 |

| Humedal | Material | Unidad hidrogeológica | Piezómetro cercano | Este WGS84 | Norte WGS84 | Distancia al piezómetro cercano (m) | Nivel de agua de piezómetro cercano (m.s.n.m) | Fecha | Época | Nivel de agua en el ecosistema frágil modelo calibrado (m.s.n.m) | Cota centro ecosistema frágil (msnm)* | Profundidad del nivel piezométrico con respecto a la superficie del ecosistema frágil** |
|---|----------|-----------------------------|--------------------|------------|-------------|-------------------------------------|---|------------|-------|--|---------------------------------------|---|
| Humedal en la parte alta de la Qda. Encajón | | Rocas de baja permeabilidad | | | | | 3.707 | 28-09-2018 | Seca | 3.697 | | 185 |
| Nota: *La cota del terreno hace referencia al centro de cada ecosistema frágil y ha sido tomada del Google Earth. **La cota o profundidad del nivel piezométrico hace referencia al centro de la superficie del ecosistema frágil. | | | | | | | | | | | | |

Caracterización de Ecosistemas Frágiles

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de la presente caracterización de ecosistemas frágiles correspondientes a humedales y lagunas altoandinas, principalmente de los ambientes más cercanos a los componentes de la II MEIA.

Humedales Altoandinos

Los humedales altoandinos constituyen ecosistemas que brindan una serie de importantes beneficios, como refugio para animales, zonas de reproducción y alimentos. Son grandes reservorios de diversidad ecológica, mantienen el microclima y contribuyen en la captación y emisión de carbono. Se caracterizan por una alta heterogeneidad espacial y alta diversidad de comunidades vegetales cuya estructura depende de los patrones de escorrentía y de las características del sustrato.

Estos ecosistemas constituyen una excelente fuente de agua para uso doméstico, industrial y agrícola, además de actuar en algunos casos como retenedores naturales del líquido, regulando su flujo, evitando inundaciones y permitiendo la recarga de los acuíferos. Asimismo, pueden contribuir a la fijación de sedimentos, lo cual favorece la remoción de nutrientes y tóxicos.

Asimismo, los humedales altoandinos están conformados de comunidades vegetales hidromorfas distribuidas en la región altoandina a partir de los 3,800 msnm. Esta formación se desarrolla en las laderas de relieves inclinados y en extensas planicies. El suelo se caracteriza por estar inundado o saturado de agua (permanente o estacionalmente), con gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Las principales especies predominantes son: *Carex pichinchensis*, *Calamagrostis tarmensis*, *Distichia spp.*, *Aa spp.*, *Plantago tubulosa*, entre otras. Cabe precisar la denominación y descripción de humedal altoandino como ecosistema y cobertura vegetal ha sido presentado en las Subsecciones 3.3.1.1 Diversidad de ecosistemas y 3.3.3.1 Flora terrestre (ítem unidades de vegetación).

La extensión actual de la vegetación de humedal altoandino representa un área de 205.00 ha dentro del área de estudio. Con el objeto de estimar la cantidad aproximada de humedales presentes en el área de estudio se ha delimitado y estimado el área de los parches de humedales identificados asociado a la ubicación de éstos en los cursos de agua o subcuencas (ver Tabla 3.3.4-5, *Ubicación y Extensión de los Humedales en el Área de Estudio*).

Tabla 3.3.4-5 Ubicación y Extensión de los Humedales en el Área de Estudio

| SECTOR | COORDENADAS | | ÁREA (ha) | DESCRIPCIÓN |
|--------|-------------|---------|-----------|--|
| | ESTE | NORTE | | |
| 1 | 768694 | 9223270 | 19.72 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la Qda. Corral Blanco. |
| 2 | 775925 | 9223774 | 10.38 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la parte alta de la Qda. San José. |
| 3 | 777486 | 9224367 | 34.10 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la parte alta de la Qda. La Saccha. |
| 4 | 779749 | 9224861 | 4.20 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la margen derecha de la Qda. Chaquicocha. |
| 5 | 780282 | 9226906 | 22.85 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la Qda. Arnacocha y la Qda. Pachanes. |
| 6 | 780,826 | 9230413 | 24.48 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados alrededor de la Laguna Totora. |
| 7 | 779294 | 9231875 | 61.82 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la Qda Vizcacha. |
| 8 | 778020 | 9230571 | 24.96 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la Qda. Río Colorado. |
| 9 | 776360 | 9231272 | 2.49 | En este sector los humedales altoandinos se encuentran localizados sobre la Qda. Honda. |

| SECTOR | COORDENADAS | | ÁREA (ha) | DESCRIPCIÓN |
|--------|-------------|-------|-----------|-------------|
| | ESTE | NORTE | | |
| TOTAL | | | 205.00 | |

La delimitación de humedales es mostrada en la Figura 3.3.4-5, *Ubicación y Delimitación de los Humedales en el Área de Estudio*. En esta figura, los humedales son mostrados de un color diferente por cada sector. Los principales parches de humedales se encuentran distribuidos en el sector Maqui Maqui, sobre la quebrada Río Colorado (subcuenca de la quebrada Honda) con un área de 24.96 ha, en el sector La Saccha, sobre la parte alta de la quebrada La Saccha (subcuenca del río Quinuario) con un área de 34.00 ha, en el sector de la parte alta de la quebrada Vizcacha (subcuenca de la quebrada Honda) con un área de 61.82 ha, y en el sector asociado a la laguna Totorá (subcuenca del río Azufre) con 24.48 ha. Otros parches menores de humedales se encuentran asociados a las quebradas San José, Chaquicocha, Pachanes-Amacocha, Corral Blanco y Honda.

Es importante mencionar que, en la Figura 3.3.4-5, se evidencia que ningún componente del Proyecto se superpone con áreas de ecosistema frágil (humedales y lagunas) identificadas en el área de estudio.

A continuación, se presenta la caracterización de algunos de los humedales más próximos a los componentes propuestos de la II MEIA (ver Tabla 3.3.4-2, *Ecosistemas Identificados en el Área de Estudio*).

Humedal asociado a la Laguna Totorá (ecosistema frágil N° 4)

Ubicación del Humedal asociado a la Laguna Totorá

Para la caracterización de la biota terrestre de este humedal se utilizó información del punto de evaluación de biodiversidad terrestre BT-05. Dicho punto se encuentra ubicado al Nor-este de la Pila de lixiviación Maqui Maqui (Etapa 4A), en la parte alta de la subcuenca del río Azufre, entre los cerros Sugares y Chungures, en el lado noreste del área de estudio. El componente florístico se evaluó en las zonas del humedal que se encuentran adyacentes y en parte de los bordes de la laguna Totorá. Ver Foto 3.3.4-1, *Estación de Muestreo BT-05 - Humedal Asociado a la Laguna Totorá*.

Foto 3.3.4-1 Estación de Muestreo BT-05 - Humedal Asociado a la Laguna Totorá



Fuente: Stantec, 2017.

Flora y Vegetación del Humedal asociado a laguna Totorá

Según la información de los muestreos realizados por Stantec en agosto del 2017 (época seca) y en enero del 2018 (época húmeda), la vegetación presente en esta zona es típica de humedal altoandino.

Considerando los registros obtenidos en ambos eventos de muestreo, se registró un total de 41 especies, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-6, Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal BT-05. Los muestreos en ambas épocas fueron efectuados en siete estaciones.

Durante el evento realizado en la época seca del 2017, en el humedal asociado a la Laguna Totorá se registró un total de 30 especies, que representan el 34% de la riqueza total registrada en toda el área de estudio (87 especies). Además, la riqueza en el humedal asociado a la laguna Totorá representa el 7% de la riqueza total de flora registrada en los eventos de seguimiento y control, que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control el muestreo se realiza en 22 estaciones.

Las treinta (30) especies de flora registradas en el humedal asociado a la laguna Totorá están distribuidas en 14 familias, 26 géneros y 10 órdenes. La familia más diversa fue Poaceae, con 08 especies (26.67%), seguida de Asteraceae con 07 especies (23.33% cada una), tal como se observa en la Tabla 3.3.4-6, Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal BT-05 y en el Gráfico 3.3.4-5, Riqueza de Familias Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca). Según su hábito de crecimiento, el 93.33% de las especies reportadas fue de hábito herbáceo y el 6.67% fue de hábito subarborescente, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.4-6, Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 - Época Seca.

Tabla 3.3.4-6 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca)

| Orden | Familia | Especie | Hábito | 2017 S | 2018 H |
|----------------|------------------|---|------------|--------|--------|
| Asparagales | Orchidaceae | <i>Aa paleacea</i> | Hierba | X | |
| Asparagales | Orchidaceae | <i>Myrosmodes sp.</i> | Hierba | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Antennaria linearifolia</i> | Hierba | | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Cuatrecasasiella isernii</i> | Hierba | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Hypochaeris taraxacoides</i> | Hierba | X | |
| Asterales | Asteraceae | <i>Hypochaeris sp.</i> | Hierba | | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Loricaria ferruginea</i> | Subarbusto | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Oritrophium limnophilum subsp. punae</i> | Hierba | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Paranephelius uniflorus</i> | Hierba | | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Perezia sp.</i> | Hierba | X | |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria nubigena</i> | Hierba | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria sp.</i> | Hierba | X | |
| Ericales | Ericaceae | <i>Pernettya prostrata</i> | Subarbusto | X | X |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Gentiana sedifolia</i> | Hierba | X | X |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Halenia sp.</i> | Hierba | X | X |
| Gentianales | Rubiaceae | <i>Arcytophyllum filiforme</i> | Hierba | X | |
| Geraniales | Geraniaceae | <i>Geranium humboldtii</i> | Hierba | X | X |
| Lamiales | Orobanchaceae | <i>Bartsia sp.</i> | Hierba | | X |
| Lamiales | Plantaginaceae | <i>Plantago tubulosa</i> | Hierba | X | X |
| Lamiales | Scrophulariaceae | <i>Castilleja pumila</i> | Hierba | X | X |
| Lecanorales | Cladoniaceae | <i>Cladonia sp.</i> | Hierba | | X |
| Lycopodiales | Lycopodiaceae | <i>Huperzia crassa</i> | Hierba | | X |
| Ophioglossales | Ophioglossaceae | <i>Ophioglossum crotalophoroides</i> | Hierba | X | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex boliviensis</i> | Hierba | X | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Uncinia brevicaulis</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Juncaceae | <i>Distichia aff. filamentosa</i> | Hierba | X | |
| Poales | Juncaceae | <i>Distichia muscoides</i> | Hierba | | X |
| Poales | Juncaceae | <i>Juncaceae sp. 1</i> | Hierba | | X |
| Poales | Poaceae | <i>Anthoxanthum sp.</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Poaceae | <i>Bromus cf. hordeaceus L.</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis cf. heterophylla</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis tarmensis</i> | Hierba | X | |

| Orden | Familia | Especie | Hábito | 2017 S | 2018 H |
|---------------|----------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis vicunarium</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca cf. huamachucensis</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca glyceriantha</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca asplundii</i> | Hierba | | X |
| Poales | Poaceae | <i>Poa annua L.</i> | Hierba | X | |
| Polytrichales | Polytrichaceae | <i>Polytrichum sp.</i> | Hierba | | X |
| Ranunculales | Ranunculaceae | <i>Ranunculus peruvianus</i> | Hierba | X | |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla pinnata</i> | Hierba | X | X |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla orbiculata</i> | Hierba | | X |

Nota:
2017S(S): Evento de muestreo realizado en la época seca del año 2017 por Stantec, como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha.
2018H(S): Evento de muestreo realizado en la época húmeda del año 2018 por Stantec, como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha.
Elaborado por: Stantec, 2020
Fuente: Stantec, Agosto (2017 y Enero (2018).

Durante el evento realizado en la época húmeda del 2018, en el humedal asociado a la Laguna Tatora se registró un total de 26 especies, que representan el 27% de la riqueza total registrada en toda el área de estudio (95 especies). Además, la riqueza en el humedal asociado a la laguna Tatora representa el 5% de la riqueza total de flora registrada en los eventos de seguimiento y control, que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control el muestreo se realiza en 22 estaciones.

Las veintiséis (26) especies de flora registradas en el humedal asociado a la laguna Tatora están distribuidas en 14 familias, 25 géneros y 11 órdenes. La familia más diversa fue Asteraceae, con 07 especies (26.92%), seguida de Poaceae, con 03 especies (11.54%), tal como se observa en la Tabla 3.3.4- 6, Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca), y en el Gráfico 3.3.4-5, Riqueza de Familias Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca). Según su hábito de crecimiento, durante la época seca el 93.33% de las especies reportadas fue de hábito herbáceo y el 6.67% fue de hábito subarborescente (ver Gráfico 3.3.4-6, Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época Seca)); mientras que, durante época húmeda el 92% de las especies reportadas fue de hábito herbáceo y el 8% fue de hábito subarborescente, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.4-7, Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época Húmeda).

Gráfico 3.3.4-5 Riqueza de Familias Registradas en el Humedal BT-05 (Épocas Húmeda y Seca)

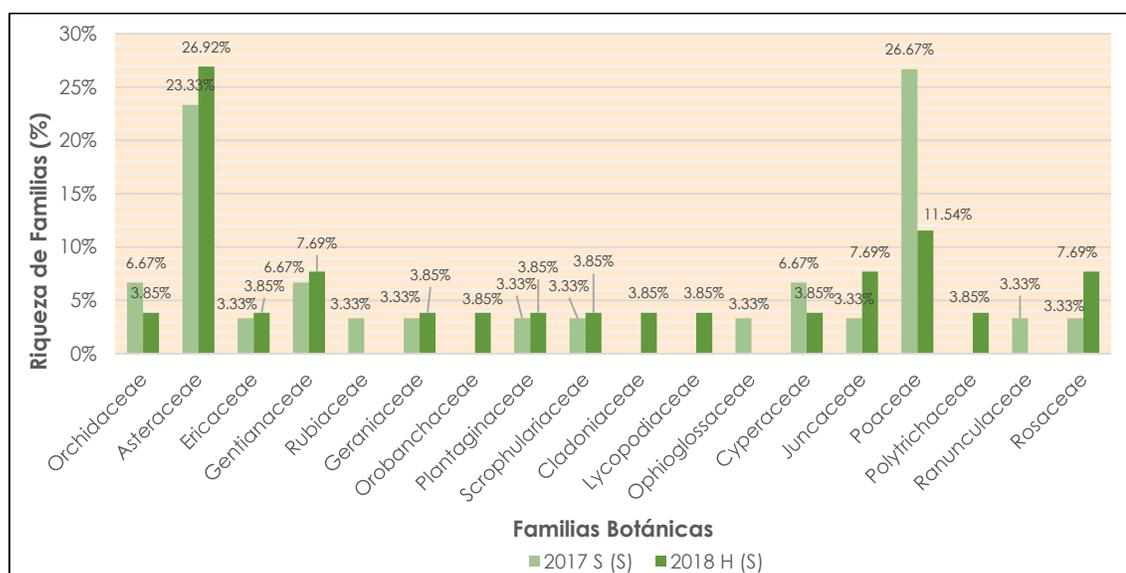
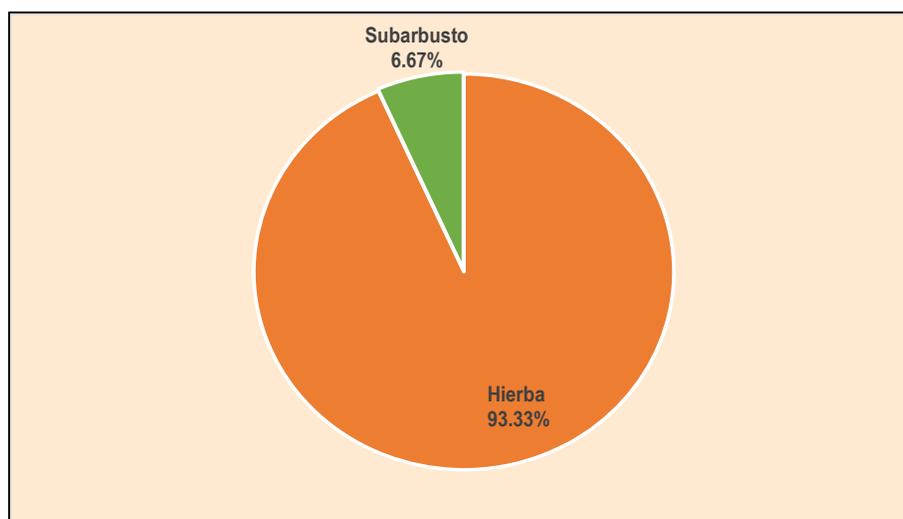
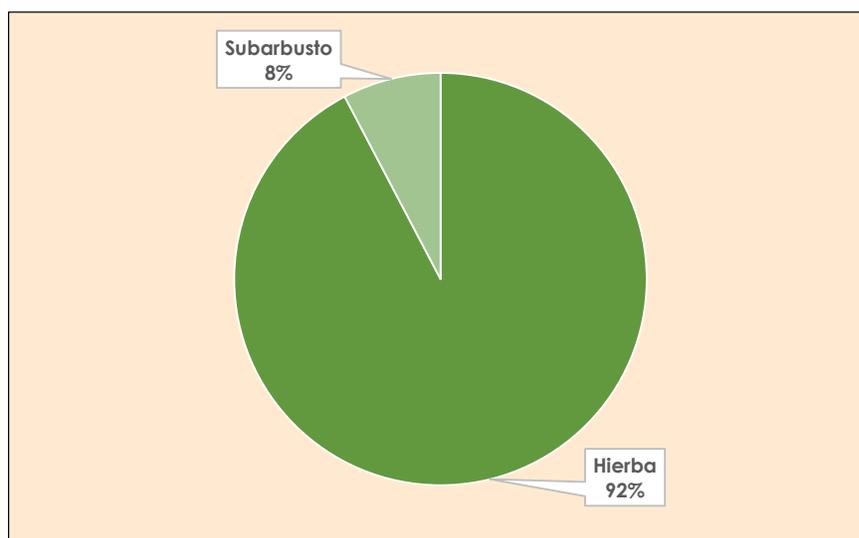


Gráfico 3.3.4-6 Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época seca)**Gráfico 3.3.4-7 Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal BT-05 (Época Húmeda)****Humedal Maqui Maqui (ecosistema frágil N°1)**Ubicación del Humedal del Sector Maqui Maqui

Este humedal se encuentra ubicado en la parte alta de la subcuenca de la Quebrada Honda en el Sector Maqui Maqui, al Oeste del tajo Maqui Maqui Sur. Para la caracterización de la biota terrestre de este humedal se utilizó información de las estaciones de monitoreo MMF127 (para vegetación), AA96, AA97, AA98 (para avifauna), MM-Mm 13 (para mastofauna) y Nva Parcela MM (para herpetofauna) en las épocas húmeda y seca del año 2018 (JJR Servicios Consultores). El monitoreo del humedal altoandino ubicado en el sector Maqui Maqui constituye un compromiso ambiental de la V MEIA Yanacocha Suplementario Este (Insideo, 2016). Imágenes de las estaciones establecidas en el monitoreo del humedal del sector Maqui Maqui son presentadas en la Foto 3.3.4-2, *Estaciones de Monitoreo Biológico Ubicadas en el Humedal del Sector Maqui Maqui*.

Foto 3.3.4-2 Estaciones de Monitoreo Biológico Ubicadas en el Humedal del Sector Maqui Maqui

Estación de monitoreo para avifauna (AA96), Humedal Maqui Maqui.

Fuente: FCISA, 2017.



Estación de monitoreo para mastofauna (MM-Mm 13), Humedal Maqui Maqui.

Fuente: FCISA, 2017.

Flora y Vegetación en el Humedal del Sector Maqui Maqui

Según la información del monitoreo de biodiversidad terrestre de la época húmeda del año 2018 (JJR Servicios Consultores, 2018), en el punto MMF127, correspondiente a un humedal altoandino, se registró un total de 18 especies de flora de las 144 especies reportadas en toda el área de estudio. De esta forma, la riqueza de especies en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui (18 especies) representa el 13% de la riqueza total registrada en el área de estudio (144 especies). Además, la riqueza en este humedal representa el 4% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Las dieciocho (18) especies de flora registradas en el humedal Maqui Maqui están distribuidas en 7 familias y 5 órdenes. La familia más diversa es Poaceae, con 06 especies (33.33%), seguida de las familias Asteraceae y Cyperaceae con cuatro especies cada una (22.22%), tal como se observa en la Tabla

3.3.4-7, *Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)*, y en el Gráfico 3.3.4-8, *Riqueza de Familias Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)*. Según el hábito de crecimiento, el 90.91% de las especies registradas tiene un crecimiento herbáceo y el 9.09% presenta hábito arbustivo, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.4-9, *Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Húmeda, 2018*.

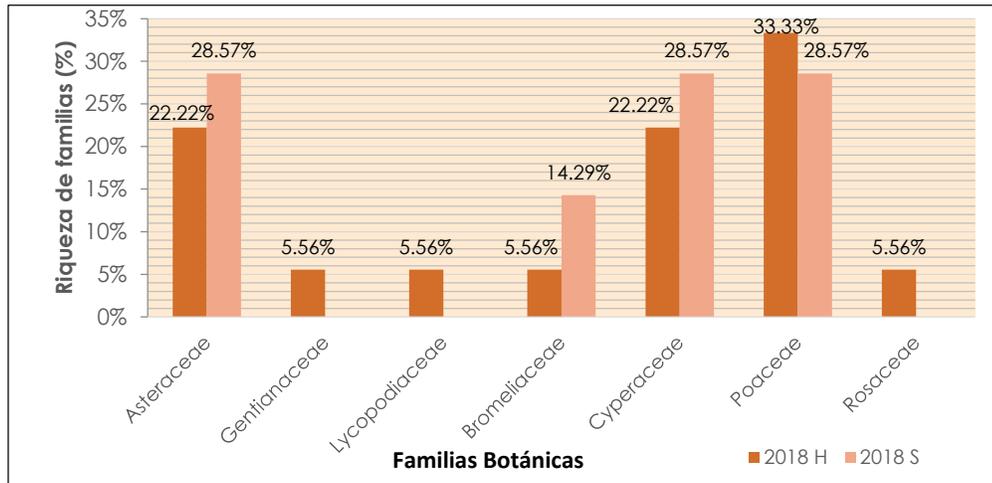
Tabla 3.3.4-7 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)

| Orden | Familia | Especie | Hábito | 2018 H | 2018 S |
|---|---------------|---------------------------------|---------|--------|--------|
| Asterales | Asteraceae | <i>Ascidiogyne sanchezvegae</i> | Hierba | X | |
| Asterales | Asteraceae | <i>Loricaria ferruginea</i> | Arbusto | X | X |
| Asterales | Asteraceae | <i>Senecio hastatifolius</i> | Hierba | X | |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria nubigena</i> | Hierba | X | X |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Halenia brevicornis</i> | Hierba | X | |
| Lycopodiales | Lycopodiaceae | <i>Huperzia crassa</i> | Hierba | X | |
| Poales | Bromeliaceae | <i>Puya fastuosa</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex amicta</i> | Hierba | X | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex bonplandii</i> | Hierba | | X |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex pinchinchensis</i> | Hierba | X | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex pinchinchesis</i> | Hierba | | X |
| Poales | Cyperaceae | <i>Oreobolus goeppingeri</i> | Hierba | X | |
| Poales | Cyperaceae | <i>Scirpus inundatus</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Agrostis tolucensis</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis tarmensis</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Poaceae | <i>Cortaderia sericantha</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca procera</i> | Hierba | X | |
| Poales | Poaceae | <i>Paspalum bonplandianum</i> | Hierba | X | X |
| Poales | Poaceae | <i>Poa pardoana</i> | Hierba | X | |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla vulcanica</i> | Hierba | X | |
| Elaborado por: Stantec, 2020 Fuente: JJR Servicios Consultores (Épocas Húmeda y Seca, 2018). | | | | | |

Según la información del monitoreo de biodiversidad terrestre de la época seca del año 2018 (JJR Servicios Consultores, 2018), en el punto MMF127, correspondiente a un humedal altoandino, se registró un total de 7 especies de flora de las 112 especies reportadas en toda el área de estudio. De esta forma, la riqueza de especies en el humedal altoandino del sector Maqui Maqui (07 especies) representa el 6% de la riqueza total registrada en el área de estudio (112 especies). Además, la riqueza en este humedal representa el 1% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

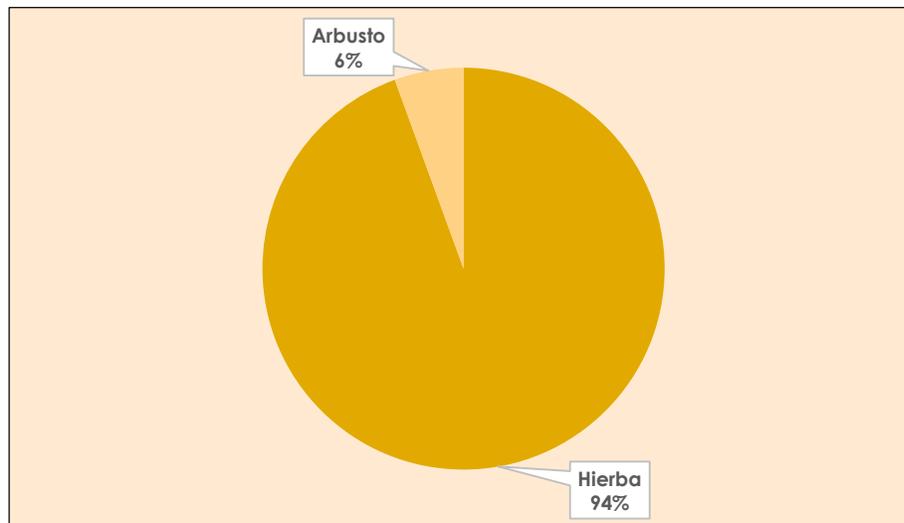
Las siete (07) especies de flora registradas en el humedal Maqui Maqui están distribuidas en 4 familias y 2 órdenes. Las familias más diversas son Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae, con 02 especies cada una (28.57%), seguida de Bromeliaceae con una especie (14.29%), tal como se observa en la Tabla 3.3.4-7, *Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)*, y en el Gráfico 3.3.4-8, *Riqueza de Familias Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)*. Según el hábito de crecimiento, durante la época seca el 94% de las especies registradas tiene un crecimiento herbáceo, y el 6% presenta un hábito arbustivo (ver Gráfico 3.3.4-9, *Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Húmeda, 2018*); mientras que, durante la época seca el 85.71% de las especies registradas presenta un hábito herbáceo y el 14.29%, un hábito arbustivo, tal como se aprecia en el Gráfico 3.3.4-10, *Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Seca, 2018*.

Gráfico 3.3.4-8 Riqueza de Familias Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui (Épocas Húmeda y Seca, 2018)



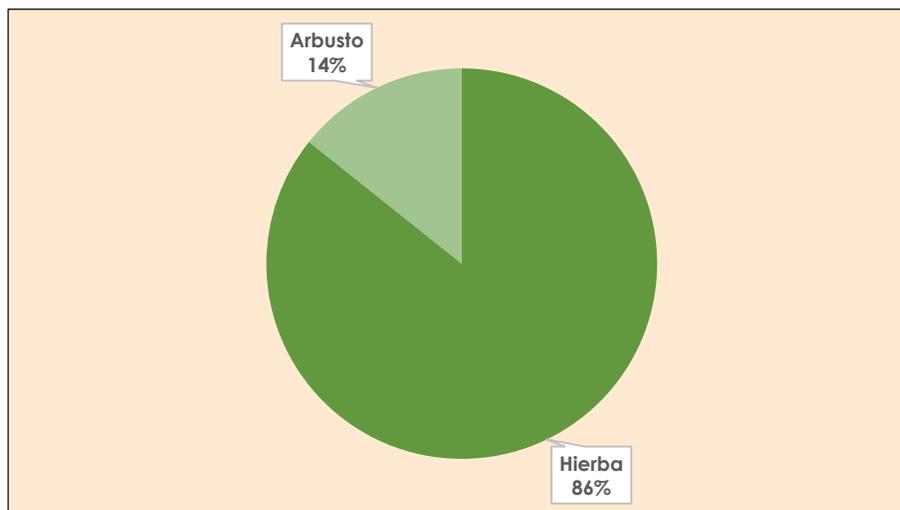
Fuente: JJR Servicios Consultores, 2018.
Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.4-9 Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Húmeda, 2018



Fuente: JJR Servicios Consultores, 2018.
Elaborado por: Stantec, 2020.

Gráfico 3.3.4-10 Hábito de Crecimiento de Plantas Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Época Seca, 2018



Fuente: JJR Servicios Consultores, 2018.

Elaborado por: Stantec, 2020.

Fauna en el Humedal del Sector Maqui Maqui

Según la información del monitoreo de biodiversidad terrestre de la época húmeda del año 2018 (JJR Servicios Consultores, 2018), la fauna se evaluó en las estaciones AA96, AA97, AA98 (para avifauna), MM-Mm 13 (para mastofauna) y Nva Parcela MM (para herpetofauna). Se registró un total de 16 especies de fauna en el humedal altoandino del Sector Maqui Maqui distribuidas en 12 familias, 15 géneros y siete órdenes, tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-8, *Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal del Sector Maqui Maqui*. Esta riqueza es baja comparada con la riqueza presentada en toda el área de estudio, en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 108 especies de fauna (88 spp. de aves, 13 spp. de mamíferos y 7 spp. de anfibios y reptiles).

Tabla 3.3.4-8 Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal del Sector Maqui Maqui

| Grupo Taxonómico | 2018 Húmeda | | | | 2018 Seca | | | |
|------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Orden | Familia | Género | Especies | Orden | Familia | Género | Especies |
| Mamíferos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Aves | 4 | 9 | 12 | 13 | 5 | 9 | 11 | 12 |
| Reptiles | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Anfibios | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 7 | 12 | 15 | 16 | 8 | 12 | 14 | 15 |

Nota:
Durante este monitoreo no se consideró la evaluación de artrópodos.

Fuente:
JJR Servicios Consultores (2018).

Elaborado por:
Stantec, 2020.

A continuación, se describe la riqueza de especies por cada grupo taxonómico evaluado.

Avifauna

Según la información del monitoreo de biodiversidad terrestre de la época húmeda del año 2018 (JJR Servicios Consultores, 2018) se registró un total de 13 especies de aves, distribuidas en nueve familias y cuatro órdenes, siendo la familia más representativa Furnariidae con tres especies, le sigue Thraupidae y Trochilidae, con dos especies cada una, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-9, *Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui*. El punto AA96 presentó la riqueza de

especies más alta, con 12 especies registradas, seguido de los puntos AA97 y AA98, con siete especies registradas en cada uno.

Mastofauna

En el punto MM-Mm 13 se ha registrado solamente una especie de mamífero. Se trata del "ratón campestre de pelo suave" *Akodon mollis*, el cual fue registrado en las épocas húmeda y seca del año 2018.

Tabla 3.3.4-9 Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal del Sector Maqui Maqui – Épocas Húmeda y Seca, 2018

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | 2018 H | | | 2018 S | | |
|-----------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| | | | | AA96 | AA97 | AA98 | AA96 | AA97 | AA98 |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Geranoaetus polyosoma</i> | Aguilucho Variable | | | | | X | X |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas flavirostris</i> | Pato Barcino | | | | X | | |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Colibri coruscans</i> | Oreja-Violeta de Vientre Azul | X | | | | | |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Metallura phoebe</i> | Colibrí Negro | X | | | | | |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano | | X | | | | X |
| Passeriformes | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrion de collar rufo | X | | | | | |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | Canastero Multilistado | X | X | X | X | X | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes humilis</i> | Canastero de Garganta Rayada | X | | X | X | | |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albiventris</i> | Churrete de Ala Crema | X | X | X | X | X | X |
| Passeriformes | Grallariidae | <i>Grallaria andicolus</i> | Antpitta de raya | X | | | | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | <i>Orochelidon murina</i> | Golondrina de Vientre Pardo | X | X | X | | | |
| Passeriformes | Motacillidae | <i>Anthus bogotensis</i> | Cachurla del Páramo | X | X | X | X | X | X |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Catamenia inornata</i> | Semillero Simple | X | X | X | X | | |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus unicolor</i> | Fringilo Plomizo | X | X | X | X | X | X |
| Passeriformes | Troglodytidae | <i>Cistothorus platensis</i> | Cucarachero sabanero | | | | X | X | X |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Agriornis montanus</i> | Arriero de Pico Negro | | | | X | | |
| Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rupicola</i> | Carpintero serrano | X | | | | | X |

Nota:
2018H: Época húmeda del año 2018; **2018S:** Época seca del año 2018.
Elaborado por:
 Stantec, 2020.
Fuente:
 JJR Servicios Consultores, 2018

Herpetofauna

Según los resultados obtenidos en la época húmeda del 2018, en la Nva Parcela MM se reportó dos especies de herpetofauna, una correspondiente a la clase Reptilia: *Stenocercus stigmatosus*, y una a la clase Amphibia: *Pristimantis simonsii* (JJR Servicios Consultores, 2018); mientras que, en la época seca del 2018, en la Nva Parcela MM se reportó también dos especies, la "rana marsupial" *Gastrotheca peruana* y la "lagartija" *Stenocercus stigmatosus*, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-10, *Listado de Especies de Herpetofauna Registrados en el Humedal del Sector Maqui Maqui –Épocas Húmeda y Seca del 2018*.

Tabla 3.3.4-10 Listado de Especies de Herpetofauna Registrados en el Humedal del Sector Maqui Maqui

| Clase | Orden | Familia | Especie | Nombre Común | Nva. Parcela MM | |
|----------|----------|-----------------|--------------------------------|----------------|-----------------|--------|
| | | | | | 2018 H | 2018 S |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus stigmatosus</i> | Lagartija | X | |
| Anfibia | Anura | Hemiphraactidae | <i>Gastrotheca peruana</i> | Rana marsupial | | X |
| Anfibia | Anura | Craugastoridae | <i>Pristimantis simonsii</i> | Rana | X | X |

Nota:
2018 H: Época húmeda del año 2018; **2018 S:** Época seca del año 2018.
Fuente:
 JJR Servicios Consultores (2018).
Elaborado por:
 Stantec, 2020.

Humedal asociado a la quebrada La Saccha (ecosistema frágil N°6)

Ubicación del Humedal asociado a la quebrada La Saccha

Este humedal se encuentra ubicado en la parte alta de la microcuenca de la quebrada La Saccha (subcuenca del río Quinarío) en el entorno del cerro Retratuyoc. Para la caracterización de la biota terrestre se utilizó información de las estaciones de muestreo de flora y fauna, que forman parte de la evaluación del Proyecto de Exploración San José 2 (Stantec, 2017). De esta forma, para la caracterización de este humedal, se utilizó información de 2 transectos (T03 y T04) para flora, 1 estación (PC-02) para aves, 1 transecto (Ma-03) para mamíferos; y 2 transectos (VES-03 y VES-04) para herpetofauna. Ver la Foto 3.3.4-3, *Estaciones de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a La Quebrada La Saccha*.

Foto 3.3.4-3 Estación de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a La Quebrada La Saccha



Estación de muestreo de flora (T-03), Sector Quebrada La Saccha

Fuente: Stantec, 2017.



Estación de muestreo de flora (T-04), Sector Quebrada La Saccha

Fuente: Stantec, 2017.

Flora y Vegetación del Humedal asociado a la quebrada La Saccha

Según la información de la evaluación de flora y fauna terrestre, que forma parte del Proyecto de Exploración San José II (Stantec, 2017), en los puntos de muestreo de flora T03 y T04 ubicados en la quebrada La Saccha, se registró un total de 26 especies de flora, de las 42 especies registradas en el área de estudio definida para el Proyecto de Exploración San José, que básicamente abarcó los sectores asociados a las quebradas San José y La Saccha. El área de estudio de dicho proyecto está conformada por dos unidades de vegetación: humedal altoandino (estaciones de muestreo T01, T03 y T04) y pajonal andino (estaciones de muestreo T02 y T05).

Las veinte y seis (26) especies de flora registradas en este humedal altoandino están distribuidas en 15 familias y doce órdenes, siendo las familias mejor representadas Asteraceae y Poaceae, con cuatro y tres especies respectivamente, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-11, *Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha*. Ambas estaciones (T03 y T04) se distribuyen en una extensa planicie ondulada adyacente a un riachuelo, con vegetación típica de humedal, y con especies de pajonal de porte alto alrededor del humedal. En la estación T03 se registraron 18 especies; la vegetación se diferencia en tres estratos: un primer estrato superior de 90-120 cm de altura dominado por *Carex pichinchensis*; el segundo estrato medio de 50-70 cm de altura con la predominancia de *Festuca asplundii*; y el tercer estrato de especies arrosietadas y en almohadillas como *Oreomyrrhis* sp. y *Distichia* aff. *Filamentosa*. En la estación T04 se registraron 17 especies; la vegetación se diferencia en dos estratos: un primer estrato superior de 90-120 cm de altura dominado por *Carex pichinchensis*; y el segundo estrato inferior con especies en rosetas y almohadillas como *Oritrophium limnophilum* subsp. *punae* y *Distichia* aff. *filamentosa*.

La riqueza en el humedal asociado a la quebrada La Saccha representa el 5% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-11 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha

| Orden | Familia | Especie | Hábito | T03 | T04 |
|-------------|-------------|---|----------|-----|-----|
| Apiales | Apiaceae | <i>Eryngium humile</i> Cav. | Herbáceo | | x |
| Apiales | Apiaceae | <i>Oreomyrrhis</i> sp. | Herbáceo | x | |
| Asparagales | Orchidaceae | <i>Aa paleacea</i> (Kunth) Rchb. f. | Herbáceo | | x |
| Asterales | Asteraceae | <i>Oritrophium limnophilum</i> subsp. <i>punae</i> Cuatrec. | Herbáceo | | x |

| Orden | Familia | Especie | Hábito | T03 | T04 |
|----------------------------------|-----------------|--|------------|-----|-----|
| Asterales | Asteraceae | <i>Paranephelius uniflorus</i> Poepp. | Herbáceo | x | x |
| Asterales | Asteraceae | <i>Perezia pungens</i> (Bonpl.) Less. | Herbáceo | | x |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria nubigena</i> Kunth | Herbáceo | x | |
| Brassicales | Brassicaceae | <i>Nasturtium</i> sp. | Herbáceo | x | |
| Bryophyta | Bryophyta | <i>Bryophyta</i> | Herbáceo | x | x |
| Caryophyllales | Caryophyllaceae | <i>Cerastium</i> sp. | Herbáceo | | x |
| Caryophyllales | Caryophyllaceae | <i>Paronychia</i> sp. | Herbáceo | x | |
| Fabales | Fabaceae | <i>Vicia graminea</i> Sm. | Enredadera | x | x |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Gentiana sedifolia</i> Kunth | Herbáceo | | x |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Halenia</i> sp. | Herbáceo | | x |
| Gentianales | Rubiaceae | <i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl. | Herbáceo | x | |
| Geraniales | Geraniaceae | <i>Geranium humboldtii</i> Willd. ex Spreng. | Herbáceo | x | x |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex pichinchensis</i> Kunth | Herbáceo | x | x |
| Poales | Juncaceae | <i>Distichia aff. filamentosa</i> Buchenau | Herbáceo | x | x |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis cf. heterophylla</i> (Wedd.) Pilg. | Herbáceo | x | x |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca asplundii</i> E.B. Alexeev | Herbáceo | x | |
| Poales | Poaceae | <i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge | Herbáceo | x | x |
| Ranunculales | Ranunculaceae | <i>Ranunculus peruvianus</i> Pers. | Herbáceo | x | |
| Ranunculales | Ranunculaceae | <i>Ranunculus</i> sp. | Herbáceo | | x |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla orbiculata</i> Ruiz & Pav. | Herbáceo | x | |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav. | Herbáceo | x | x |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla procumbens</i> var. <i>andina</i> L.M. Perry | Herbáceo | x | |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | | | |

Fauna del Humedal asociado a la Quebrada La Saccha

Según la información de la evaluación de flora y fauna terrestre, que forma parte de del Proyecto de Exploración San José II (Stantec, 2017), en los puntos de monitoreo de fauna se registró un total de 17 especies de fauna, distribuidas en 7 órdenes 11 familias y 15 géneros, tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-12, *Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha*.

Tabla 3.3.4-12 Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha

| Grupo Taxonómico | Orden | Familia | Género | Especies |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|
| Mamíferos | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Aves | 5 | 9 | 13 | 15 |
| Reptiles | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anfibios | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 7 | 11 | 15 | 17 |
| Nota: Durante este monitoreo no se consideró la evaluación de artrópodos. | | | | |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | | |

A continuación, se describe la riqueza de especies por cada grupo taxonómico evaluado.

Avifauna

En el punto de evaluación PC-02 (10 puntos de conteo) se registraron 15 especies de aves correspondientes a 09 familias y 05 órdenes, siendo la familia más representativa Furnariidae con 04 especies, tal como se puede observar en la Tabla 3.3.4-13, *Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha*. Esta riqueza representa el 17% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 88 especies de aves. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-13 Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre común |
|-----------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| Apodiformes | Trochillidae | <i>Oreotrochilus estella</i> | Estrella Andina |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago andina</i> | Becasina de la Puna |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco femoralis</i> | Halcón Aplomado |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo Americano |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano |
| Passeriformes | Fringillidae | <i>Spinus magellanicus</i> | Jilguero Encapuchado |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | Canastero Multilistado |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes humilis</i> | Canastero de Garganta Rayada |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albiventris</i> | Churrete de Ala Crema |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Geositta tenuirostris</i> | Minero de Pico Largo |
| Passeriformes | Motacillidae | <i>Anthus bogotensis</i> | Cachirla del Páramo |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Catamenia inornata</i> | Semillero Simple |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus unicolor</i> | Fringilo Plomizo |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Polioxolmis rufipennis</i> | Ala-Rufa Canelo |
| Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rupicola</i> | Carpintero Andino |
| Fuente: | | | |
| Stantec, 2017. | | | |

Mastofauna

Se ha reportado una especie de los mamíferos menores (menos de 1kg) perteneciente al orden Rodentia, a la familia Cricetidae, en el transecto Ma-03, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-14, *Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha*. Esta riqueza representa el 8% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 13 especies de mamíferos. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-14 Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha

| Orden | Familia | Especie | Nombre común |
|----------------|------------|----------------------|-------------------------------|
| Rodentia | Cricetidae | <i>Akodon mollis</i> | Ratón campestre de pelo suave |
| Fuente: | | | |
| Stantec, 2017. | | | |

Herpetofauna

Se ha reportado 1 especie de herpetofauna, correspondiente a la clase Amphibia, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-15, *Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha*, siendo en este caso la rana *Gastrotheca peruana* (Stantec, 2017). Esta riqueza representa el 14% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende

a siete especies de herpetofauna. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-15 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada La Saccha

| Clase | Orden | Familia | Especie | Nombre común |
|----------------------------------|-------|----------------|----------------------------|----------------|
| Amphibia | Anura | Hemiphractidae | <i>Gastrotheca peruana</i> | Rana marsupial |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | | |

Humedal asociado a la quebrada San José (ecosistema frágil N°9)

Ubicación del Humedal asociado a la quebrada San José

Este humedal se encuentra ubicado en la parte alta de la microcuenca del río San José (subcuenca del río Quinuario) en el entorno del reservorio San José. Para la caracterización de la biota terrestre se utilizó información de las estaciones de muestreo de flora y fauna, que forman parte de la evaluación del Proyecto de Exploración San José 2 (Stantec, 2017). De esta forma, para la caracterización de este humedal, se utilizó información de 1 transecto (T01) para flora, 1 estación (PC-01) para aves, 2 transectos (Ma-01 y Ma-02) para mamíferos; y 2 transectos (VES-01 y VES-02) para herpetofauna. Ver la Foto 3.3.4-4, *Estaciones de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*.

Foto 3.3.4-4 Estaciones de Muestreo de Flora en el Humedal Asociado a la Quebrada San José



Estación de muestreo de flora (T-01), Sector Quebrada San José.
Fuente: Stantec, 2017.

Flora y Vegetación del Humedal asociado a la quebrada San José

Según la información de la evaluación de flora y fauna terrestre, que forma parte del Proyecto de Exploración San José II (Stantec, 2017), en el punto de muestreo de flora T01, ubicados en la quebrada San José, se registró un total de 13 especies de flora, de las 42 especies registradas en el área de estudio definida para el Proyecto de Exploración San José, que básicamente abarcó los sectores asociados a las quebradas San José y La Saccha. Esta área de estudio está conformada por dos unidades de vegetación: humedal altoandino (estaciones de muestreo T01, T03 y T04) y pajonal andino (estaciones de muestreo T02 y T05).

Las trece (13) especies de flora registradas en este humedal altoandino están distribuidas en ocho familias y seis órdenes, siendo la familia mejor representada Poaceae con cuatro especies, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-16, *Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*. En la estación T01 se registraron 13 especies; la vegetación se divide en tres

estratos: un primer estrato superior de 100-130 cm de altura, dominado por *Carex pichinchensis*; el segundo estrato medio de 20-70 cm de altura con la predominancia de *Werneria nubigena*, *Festuca glyceriantha* y *Calamagrostis eminens*; y el tercer estrato de especies en almohadillas como *Distichia aff. filamentosa*.

La riqueza en el humedal asociado a la quebrada San José representa el 63% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 489 especies de flora. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-16 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José

| Orden | Familia | Especie | Hábito | T01 |
|----------------------------------|--------------|--|----------|-----|
| Asterales | Asteraceae | <i>Aphanactis villosa</i> S.F. Blake | Herbáceo | x |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria nubigena</i> Kunth | Herbáceo | x |
| Brassicales | Brassicaceae | <i>Nasturtium</i> sp. | Herbáceo | x |
| Bryophyta | Bryophyta | <i>Bryophyta</i> | Herbáceo | x |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Gentiana sedifolia</i> Kunth | Herbáceo | x |
| Gentianales | Gentianaceae | <i>Halenia</i> sp. | Herbáceo | x |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex pichinchensis</i> Kunth | Herbáceo | x |
| Poales | Juncaceae | <i>Distichia aff. filamentosa</i> Buchenau | Herbáceo | x |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis eminens</i> (J. Presl) Steud. | Herbáceo | x |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca asplundii</i> E.B. Alexeev | Herbáceo | x |
| Poales | Poaceae | <i>Festuca glyceriantha</i> Pilg. | Herbáceo | x |
| Poales | Poaceae | <i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé | Herbáceo | x |
| Rosales | Rosaceae | <i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav. | Herbáceo | x |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | | |

Fauna del Humedal asociado a la quebrada San José

Según la información de la evaluación de flora y fauna terrestre, que forma parte de del Proyecto de Exploración San José II (Stantec, 2017), en los puntos de monitoreo de fauna se registró un total de 20 especies de fauna, distribuidas en 8 órdenes, 11 familias y 15 géneros, tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-17, *Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*.

Tabla 3.3.4-17 Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José

| Grupo Taxonómico | Orden | Familia | Género | Especies |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|
| Mamíferos | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Aves | 5 | 8 | 12 | 14 |
| Reptiles | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Anfibios | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 8 | 11 | 15 | 17 |
| Nota: Durante este monitoreo no se consideró la evaluación de artrópodos. | | | | |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | | |

A continuación, se describe la riqueza de especies por cada grupo taxonómico evaluado.

Avifauna

En el punto de evaluación PC-01 (10 puntos de conteo) se registraron 14 especies de aves correspondientes a 08 familias y 05 órdenes, siendo la familia más representativa Furnariidae con 04 especies, tal como se puede observar en la Tabla 3.3.4-18, *Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*. Esta riqueza representa el 16% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 88 especies de aves. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-18 Riqueza de Especies de Aves Registradas en el Humedal Asociado a la Quebrada San José

| Orden | Familia | Nombre Científico | Nombre común |
|----------------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|
| Apodiformes | Trochillidae | <i>Oreotrochilus estella</i> | Estrella Andina |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago andina</i> | Becasina de la Puna |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco femoralis</i> | Halcón Aplomado |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo Americano |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | Canastero Multilistado |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes humilis</i> | Canastero de Garganta Rayada |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albiventris</i> | Churrete de Ala Crema |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Geositta tenuirostris</i> | Minero de Pico Largo |
| Passeriformes | Motacillidae | <i>Anthus bogotensis</i> | Cachirla del Páramo |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus unicolor</i> | Fringilo Plomizo |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Agriornis montanus</i> | Arriero de Pico Negro |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Polioxolmis rufipennis</i> | Ala-Rufa Canelo |
| Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rupicola</i> | Carpintero Andino |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | |

Mastofauna

Se ha reportado una especie de los mamíferos menores (menos de 1kg) perteneciente al orden Rodentia, a la familia Cricetidae, en los puntos Ma-02 y Ma-03, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-19, *Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*. Esta riqueza representa el 15% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a 13 especies de mamíferos. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-19 Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José

| Orden | Familia | Especie | Nombre común |
|----------------------------------|------------|-----------------------------|---------------------|
| Rodentia | Cricetidae | <i>Phyllotis cf. andium</i> | Ratón orejón andino |
| Fuente: Stantec, 2017. | | | |

Herpetofauna

Se ha reportado dos especies de herpetofauna, una correspondiente a la clase Reptilia, y una a la clase Amphibia, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-20, *Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José*, siendo la rana *Pristimantis simonsii* la especie más abundante en este humedal (Stantec, 2017). Esta riqueza representa el 29% de la riqueza total registrada en los eventos de seguimiento y control que forman parte del programa de monitoreo de la biodiversidad terrestre, durante el periodo 2012-2018, y que asciende a siete especies de herpetofauna. En estos eventos de seguimiento y control se realizó el muestreo en 22 estaciones.

Tabla 3.3.4-20 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en el Humedal Asociado a la Quebrada San José

| Clase | Orden | Familia | Especie | Nombre común |
|----------|----------|----------------|-------------------------------|--------------|
| Amphibia | Anura | Craugastoridae | <i>Pristimantis simonsii</i> | Rana |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus stigmossus</i> | Lagartija |

Fuente:
Stantec, 2017.

Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón (ecosistema frágil N°10)

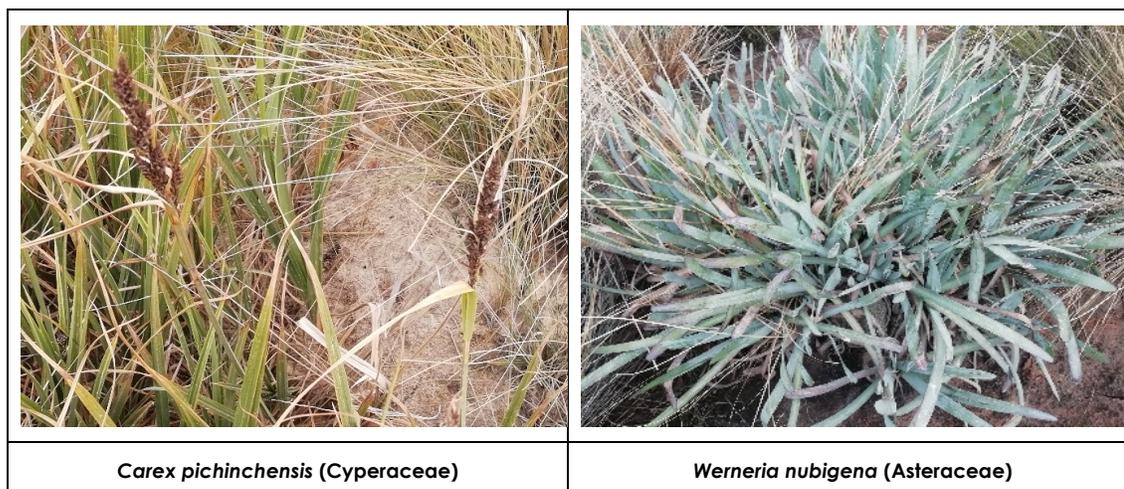
Se logró identificar adicionalmente un pequeño parche de humedal altoandino, correspondiente a una vegetación de ciperáceas. Este parche se ubica en la parte alta de la quebrada Encajón, al sur del tajo Marleny Norte, en las coordenadas 775613 E y 9225863 N, el cual tiene una extensión aproximada de 0.5 ha (Ver la Foto 3.3.4-5, *Humedal en la parte alta de la Quebrada Encajón*). Para la caracterización de la flora terrestre de dicho humedal remanente se utilizó información de la visita de reconocimiento (setiembre, 2018; i MEIA), donde se registró aproximadamente diez (10) especies de flora que forman parte de esta vegetación. Estas especies registradas en el humedal están distribuidas en 5 familias y 4 órdenes. La familia más diversa es Poaceae, con 5 especies, seguida de Asteraceae, con 3 especies; mientras que la familia Cyperaceae fue la más representativa en términos de abundancia, tomando en cuenta la inspección visual, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-21, *Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón* y en la Foto 3.3.4-6, *Especies Representativas Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón*. No se ha registrado especies endémicas o amenazadas en este parche de humedal.

Foto 3.3.4-5 Humedal en la parte alta de la Quebrada Encajón**Tabla 3.3.4-21 Riqueza de Especies de Flora Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón**

| Orden | Familia | Especie | Hábito |
|----------------|--------------|-------------------------------------|------------|
| Asterales | Asteraceae | <i>Gynoxis sp.</i> | Subarbusto |
| Asterales | Asteraceae | <i>Ophryosporus sp.</i> | Hierba |
| Asterales | Asteraceae | <i>Werneria nubigena Kunth</i> | Hierba |
| Caryophyllales | Polygonaceae | <i>Polygonum sp.</i> | Hierba |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex pichinchensis Kunth</i> | Hierba |
| Poales | Cyperaceae | <i>Carex sp.</i> | Hierba |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis sp.1</i> | Hierba |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis sp.2</i> | Hierba |
| Poales | Poaceae | <i>Calamagrostis sp.3</i> | Hierba |
| Solanales | Solanaceae | <i>Nicotiana thyriflora Goodsp.</i> | Subarbusto |

Fuente:
Stantec, 2018

Foto 3.3.4-6 Especies Representativas Registradas en el Humedal en la Parte Alta de la Quebrada Encajón



Por otro lado, debe indicarse que dicha vegetación evaluada constituye un pequeño parche o remanente de humedal andino rodeado de pajonal altoandino y roquedal, que está ubicado cerca de la zona operativa y rodeado de algunos componentes mineros actuales, y se ha mantenido con humedad permanente en el tiempo. Esta cobertura vegetal presenta un estado de conservación bajo a moderado, y por tanto es poco probable que sea un hábitat representativo para la fauna local. Asimismo, no se ha evidenciado usos de este parche de humedal relacionado a lugares de forrajeo y abrevadero para el ganado, considerando el acceso a este ambiente es restringido.

Lagunas Altoandinas

Las lagunas son depósitos naturales de agua, que pueden tener diferentes dimensiones y formarse a partir de la desembocadura de un arroyo o río, o en su defecto, en periodos de inundación por el desborde de uno de ellos y el posterior estancamiento de las aguas. En el Perú se han inventariado para las zonas de cordilleras un total de 8,355 lagunas (ANA, 2014).

La ubicación de las lagunas altoandinas identificadas en el área de estudio es mostrada en la Figura 3.3.3-1, *Mapa de Unidades de Vegetación*, entre las cuales se encuentran las lagunas Maqui Maqui, Totora y San José.

Laguna Totora (ecosistema frágil N°3)

Ubicación de la Laguna Totora

La laguna Totora se encuentra en la parte alta o cabecera de la subcuenca del río Azufre. Para la caracterización de la fauna terrestre y biota acuática se ha utilizado información de las estaciones de muestreo BT-05 (para avifauna, herpetofauna, mastofauna y artropofauna), y LTOT/HB-06 (para las comunidades de plancton, perifiton y bentos), que fueron evaluadas durante la época seca del año 2017 y la época húmeda del 2018. Una imagen panorámica de la laguna Totora se muestra en la Foto 3.3.4-7, *Vista Panorámica de la Laguna Totora*.

Foto 3.3.4-7 Vista Panorámica de la Laguna Tоторa

Fuente: Stantec, 2017.

Fauna de la Laguna Tоторa

Según la información de la evaluación realizada en la época seca del 2017, como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha, se registró en la estación BT-05 un total de 65 especies de fauna, distribuidas en 54 familias, 61 géneros y 20 órdenes, tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-22, *Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en la Laguna Tоторa y Áreas Adyacentes (BT-05)*.

Asimismo, de acuerdo a la evaluación realizada en la época húmeda del 2018, como parte de la línea base biológica de la I MEIA Yanacocha, se registró en la estación BT-05 un total de 63 especies de fauna, distribuidas en 48 familias, 55 géneros y 18 órdenes, tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-22, *Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en la Laguna Tоторa y Áreas Adyacentes (BT-05)*.

Tabla 3.3.4-22 Riqueza Taxonómica de Fauna Registrada en la Laguna Tоторa y Áreas Adyacentes (BT-05)

| Grupo Taxonómico | 2017 Seca | | | | 2018 Húmeda | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Orden | Familia | Género | Especies | Orden | Familia | Género | Especies |
| Aves | 8 | 13 | 18 | 20 | 8 | 12 | 18 | 20 |
| Mamíferos | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Reptiles | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Anfibios | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Insectos | 9 | 38 | 39 | 43 | 7 | 33 | 33 | 41 |
| TOTAL | 20 | 54 | 61 | 67 | 18 | 48 | 55 | 65 |

Elaborado por:
Stantec, 2020.
Fuente:
Stantec (Agosto, 2017 y Enero, 2018).

A continuación, se describe la riqueza de especies por cada grupo taxonómico evaluado.

Avifauna

Consolidando los registros obtenidos en la época seca del 2017 y en la época húmeda del 2018, en la estación BT-05 se ha reportado 22 especies de aves agrupadas en 8 órdenes, 13 familias y 20 géneros en la zona del espejo de agua de la laguna Tоторa y en ambientes alrededor de ella (orillas y zonas adyacentes). La familia más representativa fue Furnariidae, la cual presenta una riqueza de cinco especies, seguida de Anatidae con cuatro especies. En esta zona son comunes las especies de hábitos

acuáticos como los patos (*Oxyura jamaicensis*, *Anas flavirostris*, *Anas georgica* y *Spatula puna*), las gaviotas andinas (*Chroicocephalus serranus*) y el ibis de la Puna (*Plegadis ridgwayi*), tal como se observa en la Tabla 3.3.4-23, *Riqueza de Especies de Aves Registradas en la Laguna Titora y Áreas Adyacentes* (BT-05).

Tabla 3.3.4-23 Riqueza de Especies de Aves Registradas en la Laguna Titora y Áreas Adyacentes (BT-05)

| Orden | Familia | Especies | Nombre común | 2017 S | 2018 H |
|--|-------------------|----------------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas flavirostris</i> | Pato Barcino | X | X |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas georgica</i> | Pato Jergón | X | X |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Spatula puna</i> | Pato de la Puna | X | X |
| Anseriformes | Anatidae | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato Rana | X | X |
| Charadriiformes | Charadriidae | <i>Calidris bairdii</i> | Playerito de Baird | X | |
| Charadriiformes | Laridae | <i>Chroicocephalus serranus</i> | Gaviota Andina | X | X |
| Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago andina</i> | Becasina de la Puna | X | X |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano | X | X |
| Opisthocomiformes | Rallidae | <i>Fulica ardesiaca</i> | Gallareta Andina | X | X |
| Passeriformes | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrion de Collar Rufo | X | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes flammulata</i> | Canastero Multilistado | X | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Asthenes humilis</i> | Canastero de Garganta Rayada | X | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Cinclodes albiventris</i> | Churrete de Ala Crema | | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Geocertbia serrana</i> | Bandurrita peruana | X | X |
| Passeriformes | Furnariidae | <i>Geositta tenuirostris</i> | Minero de Pico Largo | X | X |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Conirostrum cinereum</i> | Pico-de-Cono Cinéreo | X | |
| Passeriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus unicolor</i> | Fringilo Plomizo | X | X |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Agriornis montanus</i> | Arriero de Pico Negro | | X |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola griseus</i> | Dormilona de Taczanowski | X | X |
| Pelecaniformes | Threskiornithidae | <i>Plegadis ridgwayi</i> | Ibis de la Puna | X | X |
| Piciformes | Picidae | <i>Colaptes rupicola</i> | Carpintero Andino | X | X |
| Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podiceps occipitalis</i> | Zambullidor Plateado | X | X |
| Elaborado por: Stantec, 2020. Fuente: Stantec (Agosto, 2017 y Enero, 2018). | | | | | |

Mastofauna

Consolidando los registros obtenidos en la época seca del 2017 y en la época húmeda del 2018, en la estación BT-05 se ha reportado dos especies de mamíferos menores (menos de 1kg) pertenecientes al orden Rodentia y a la familia Cricetidae en las áreas adyacentes a la laguna (pajonales húmedos, roquedales, humedales), tal como se observa en la Tabla 3.3.4-24, *Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Titora* (BT-05). Estas dos especies son abundantes en esta zona. Estas especies están asociadas principalmente a los pajonales húmedos que están cerca de la laguna, y a la zona de humedales que se encuentran adyacentes (Stantec, 2017 y 2018).

Tabla 3.3.4-24 Riqueza de Especies de Mastofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Titora (BT-05)

| Orden | Familia | Especie | Nombre Español | 2017 Seca | 2018 Húmeda |
|--|------------|-------------------------|-------------------------------|-----------|-------------|
| Rodentia | Cricetidae | <i>Akodon mollis</i> | Ratón campestre de pelo suave | X | X |
| Rodentia | Cricetidae | <i>Phyllotis andium</i> | Ratón orejón andino | X | X |
| Elaborado por: Stantec, 2020. Fuente: Stantec (Agosto, 2017 y Enero, 2018). | | | | | |

Herpetofauna

Consolidando los registros obtenidos en la época seca del 2017 y en la época húmeda del 2018, en la estación BT-05 se ha reportado dos especies de herpetofauna, una correspondiente a la clase Reptilia y otra a la clase Amphibia en las áreas adyacentes a la laguna (pajonales húmedos, roquedales, humedales altoandinos), tal como se muestra en la Tabla 3.3.4-25, *Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05)*. La especie más común en la estación BT-05 (laguna Totorá) es el reptil *Stenocercus stigmus* (Stantec, 2017 y 2018).

Tabla 3.3.4-25 Riqueza de Especies de Herpetofauna Registrada en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05)

| Clase | Orden | Familia | Especie | Nombre Español | 2017 Seca | 2018 Húmeda |
|--|----------|----------------|----------------------------|----------------|-----------|-------------|
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | <i>Stenocercus stigmus</i> | Lagartija | X | X |
| Amphibia | Anura | Hemiphractidae | <i>Gastrotheca peruana</i> | Rana marsupial | X | X |
| Elaborado por: Stantec, 2020. Fuente: Stantec (Agosto, 2017 y Enero, 2018). | | | | | | |

Artrópodos

Consolidando los registros obtenidos en la época seca del 2017 y en la época húmeda del 2018, en la estación BT-05 se ha reportado 64 morfoespecies de insectos, distribuidos en 53 familias y diez órdenes, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-26, *Riqueza de Especies de Artrópodos Registradas en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05)*. El orden más representativo fue Diptera con 34 morfoespecies, seguido de Hymenoptera con ocho morfoespecies. Por otra parte, los órdenes menos representativos fueron Opiliones, Orthoptera y Thysanoptera con una sola morfoespecie cada uno de ellos.

Tabla 3.3.4-26 Riqueza de Especies de Artrópodos Registradas en Zonas Adyacentes a la Laguna Totorá (BT-05)

| Clase | Orden | Familia | Especie | 2017 S | 2018 H |
|------------|------------|-----------------|-----------------------------|--------|--------|
| Arachnida | Aranea | Lycosidae | <i>Lycosidae sp1.</i> | X | |
| Arachnida | Aranea | Theridiidae | <i>Theridiidae sp1.</i> | X | |
| Arachnida | Aranea | Zoridae | <i>Zoridae sp1.</i> | X | |
| Arachnida | Opiliones | Opiliones | <i>Opiliones sp1.</i> | | X |
| Collembola | Collembola | Entomobryidae | <i>Entomobryidae sp1.</i> | X | X |
| Collembola | Collembola | Poduridae | <i>Poduridae sp1.</i> | | X |
| Collembola | Collembola | Sminthuridae | <i>Sminthuridae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Coleoptera | Cantharidae | <i>Cantharidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Alticini sp1.</i> | | X |
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | <i>Elateridae sp1</i> | X | |
| Insecta | Coleoptera | Lampyridae | <i>Lampyridae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | <i>Staphylinidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Agromyzidae | <i>Agromyzidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Anthomyiidae | <i>Anthomyiidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Anthomyiidae | <i>Anthomyiidae sp2.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Bibionidae | <i>Bibionidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | <i>Cecidomyiidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | <i>Ceratopogonidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironomidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironomidae sp2.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | <i>Oscinella sp.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | <i>Dolichopodidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Drosophilidae | <i>Drosophilidae sp2</i> | X | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | 2017 S | 2018 H |
|--|--------------|-----------------|-----------------------------|--------|--------|
| Insecta | Diptera | Empididae | <i>Drapetis sp.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Empididae | <i>Empididae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | <i>Ephydriidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Heleomyziidae | <i>Heleomyziidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Lonchaeidae | <i>Lonchaeidae sp1</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Muscidae | <i>Muscidae sp2.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Mycetophylidae | <i>Mycetophylidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Phoridae | <i>Phoridae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Phoridae | <i>Phoridae sp2.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | <i>Pipunculidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | <i>Psychodidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | <i>Sarcophagidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Diptera | Scatophagidae | <i>Scatophaga sp.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Sciaridae | <i>Sciaridae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Sphaeroceridae | <i>Sphaeroceridae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | <i>Syrphidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | <i>Syrphidae sp2.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | <i>Syrphidae sp3.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Tachinidae sp3.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | <i>Tachinidae sp4.</i> | | X |
| Insecta | Diptera | Tephritidae | <i>Tephritidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | <i>Tipula sp.</i> | X | X |
| Insecta | Diptera | Ulidiidae | <i>Ulidiidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | <i>Agallinae sp1.</i> | | |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | <i>Cicadellidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | <i>Cicadellidae sp2.</i> | | X |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | <i>Delphacidae sp1.</i> | | |
| Insecta | Hemiptera | Saldidae | <i>Saldidae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | <i>Alysiinae sp1.</i> | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | <i>Diapriidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Geocoridae | <i>Geocoridae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Ichneumonidae sp1.</i> | X | X |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | <i>Ichneumonidae sp5.</i> | | X |
| Insecta | Hymenoptera | Miridae | <i>Miridae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Psyllidae | <i>Psyllidae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Hymenoptera | Signiphoridae | <i>Signiphoridae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Argyrophorus sp.</i> | X | |
| Insecta | Lepidoptera | Nymphalidae | <i>Satyrinae sp.</i> | | X |
| Insecta | Lepidoptera | Lepidoptera | <i>Lepidoptera sp1.</i> | X | |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | <i>Acrididae sp1.</i> | X | |
| Insecta | Thysanoptera | Phlaeothripidae | <i>Phlaeothripidae sp1.</i> | X | |
| Elaborado por: Stantec, 2020. Fuente: Stantec (Agosto, 2017 y Enero, 2018). | | | | | |

Biota Acuática de la Laguna Totorá

Según la información del muestreo hidrobiológico complementario de la I MEIA Yanacocha (MWH-Stantec 2018), las condiciones del hábitat acuático de la laguna Totorá durante la época seca 2017 se caracterizaron por concentraciones de oxígeno de 6.01 ml/l, pH de 7.5 u.e. y conductividad eléctrica de 94.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que durante la época húmeda 2018 este ambiente léntico presentó concentraciones de oxígeno de 5.63 ml/l, pH de 6.8 u.e. y conductividad eléctrica de 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En relación a la riqueza de plancton, se reportó un total de 14 especies de fitoplancton y 6 especies de zooplancton durante la época seca 2017, con el predominio de los grupos taxonómicos Chlorophyta y Arthropoda, respectivamente; y se registró 11 especies de fitoplancton y 1 especie de zooplancton durante la época húmeda 2018, donde la división Chlorophyta fue dominante en el fitoplancton.

Asimismo, se registró un total de 4 especies y 12 especies de perifiton, para la época seca 2017 y época húmeda 2018, respectivamente, donde destacó la dominancia de la división Cyanobacteria; mientras que para la comunidad del macrobentos, se reportaron sólo dos especies para ambas temporadas de evaluación.

En general, la diversidad del fitoplancton fue media, y la diversidad del zooplancton, perifiton y macrobentos fue baja. No se capturaron ejemplares de peces en este ambiente léntico.

Lagunas Maqui Maqui (ecosistema frágil N°2)

En la evaluación de la línea de base biológica para la modificación del EIA Proyecto Minero Yanacocha (Stantec 2017-2018) se ha identificado a la laguna Maqui Maqui 3, la cual se encuentra en la parte alta de la subcuenca de la quebrada Honda, y forma parte de un conjunto de pequeñas lagunas del sector Maqui Maqui. Para la caracterización de la biota acuática se ha utilizado información de la estación de muestreo HB-05 (para las comunidades de plancton, perifiton y bentos), que fue evaluada durante la temporada seca 2017 (setiembre 2017) y la temporada húmeda 2018 (enero 2018). Ver Foto 3.3.4-8, *Vista Panorámica de la Laguna Maqui Maqui 3*.

Foto 3.3.4-8 Vista Panorámica de la Laguna Maqui Maqui 3



Fuente: Stantec, 2017.

Biota Acuática de la Laguna Maqui Maqui 3

Según la información del muestreo hidrobiológico complementario de la I MEIA Yanacocha (MWH-Stantec 2018), las condiciones del hábitat acuático de la laguna Maqui Maqui 3 durante la época seca 2017 se caracterizaron por concentraciones de oxígeno de 6 ml/l, pH de 5.5 u.e. (ácido) y conductividad eléctrica de 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que durante la época húmeda 2018 este ambiente léntico presentó concentraciones de oxígeno de 5.32 ml/l, pH de 7.9 u.e. y conductividad eléctrica de 59.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En relación con la riqueza de plancton, se reportó un total de 8 especies de fitoplancton y 1 especie de zooplancton durante la época seca 2017; dentro del fitoplancton; y, se registró 5 especies de fitoplancton y 1 especie de zooplancton durante la época húmeda 2018. Dentro del fitoplancton, la división Dinophyta (Myozoa) fue la más abundante durante ambas temporadas de evaluación.

Asimismo, se registró un total de 10 especies y 2 especies de perifiton, para la época seca 2017 y época húmeda 2018, respectivamente, donde destacó la dominancia de la división Bacillariophyta; mientras

que para la comunidad del macrobentos, se reportaron 5 y 3 especies para la época seca 2017 y época húmeda 2018, respectivamente, donde fue abundante la familia Chironomidae.

En general, la diversidad del perifiton fue media, y la diversidad del fitoplancton, zooplancton y macrobentos fue baja. No se capturaron ejemplares de peces en este ambiente léntico.

3.3.4.5 Estado de Conservación de la Flora y Fauna Terrestre

Fauna Terrestre

A continuación, se puede ver las especies de fauna que están en alguna categoría de conservación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) o internacional siguiendo las consideraciones de la UICN y CITES, tal como se observa en la Tabla 3.3.4-27, *Especies de Fauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo*.

Tabla 3.3.4-27 Especies de Fauna Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo

| Especie | Nombre Común | UICN (2020-2) | CITES (2020) | DS N°004-2014-MINAGRI | Endémica del Perú | Área de Registro |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|--|
| <i>Colibrí coruscans</i> | Colibrí rutilante | LC | II | -- | No | AA96 (Humedal Maqui Maqui) |
| <i>Oreotrochillus estella</i> | Estrellita de los Andes | LC | II | -- | No | PC-01 y PC-02 (Humedal asociado a las quebradas San José y La Saccha) |
| <i>Falco femoralis</i> | Halcón aplomado | LC | II | -- | No | PC-02 (Humedal asociado a quebrada La Saccha) |
| <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo Americano | LC | II | -- | No | PC-02 (Humedal asociado a quebrada La Saccha) |
| <i>Phalcoboenus megalopterus</i> | Caracara Cordillerano | LC | II | -- | No | BT-05 (Laguna Tatora), PC-01 (Humedal asociado a quebrada San José) y AA98 (Humedal Maqui Maqui) |
| <i>Pristimantis simonsii</i> | Rana | VU | -- | CR | Si | VES1 y VES2 (Humedal asociado a quebrada San José), MM-HE26 (Humedal Maqui Maqui) |
| <i>Gastrotheca peruana</i> | Rana Marsupial | LC | -- | -- | Si | VES3 (Humedal asociado a quebrada La Saccha), MM-HE26 (Humedal Maqui Maqui), BT-05 (Laguna Tatora) |
| <i>Stenocercus stigosus</i> | Lagartija | LC | -- | -- | Si | VES1 y VES2 (Humedal asociado a quebrada San José), MM-HE26 (Humedal Maqui Maqui), BT-05 (Laguna Tatora) |

| Especie | Nombre Común | UICN (2020-2) | CITES (2020) | DS N°004-2014-MINAGRI | Endémica del Perú | Área de Registro |
|---|--------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Nota: LC: Preocupación menor, CR: Peligro Crítico. Apéndice II: Incluye a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Para conocer el endemismo de las especies de aves se ha revisado diversas fuentes como <i>Birdlife International</i> (2019), <i>The IUCN Red List of Threatened Species</i> (2020-2); y <i>The South American Classification Committee</i> (SACC, 2019). | | | | | | |

a) Especies protegidas por la Legislación Nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI)

Se registró una especie protegida por la legislación nacional, se trata del anfibio *Pristimantis simonsii*, considerada como una especie en Peligro Crítico (CR).

b) Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2020-2

Sólo la especie de anfibio *Pristimantis simonsii* (Craugastoridae) se encuentra categorizada como Vulnerable (VU); las demás especies registradas están catalogadas como de Preocupación Menor (LC), esto quiere decir que estas especies son abundantes y de amplia distribución, y no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo.

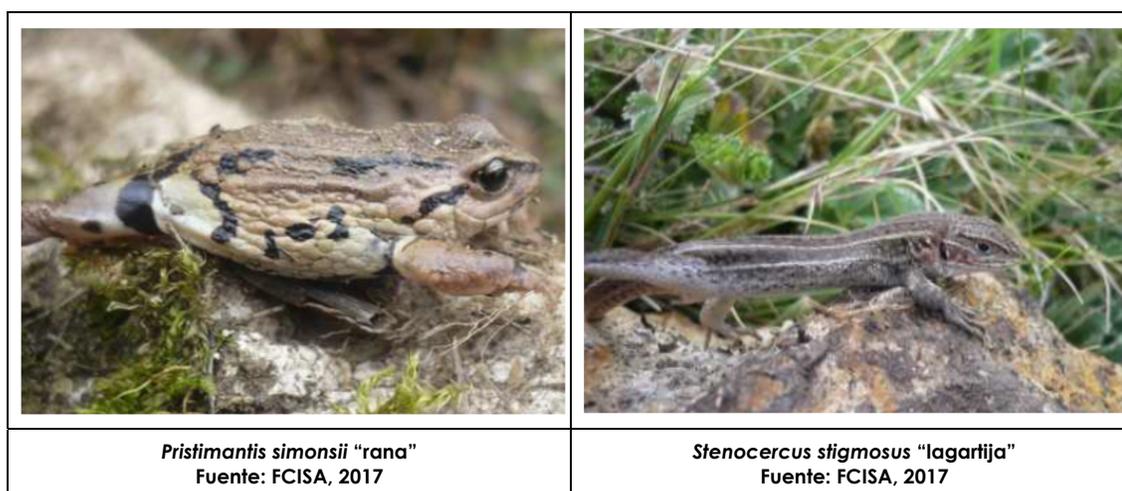
c) Lista CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

Todas las especies registradas de Falconidae (rapaces) como el *Falco sparverius*, *F. femoralis* y *Phalcoboenus megalopterus* y las especies de Trochillidae (picaflores) como *Oreotrochillus estella* y *Colibri coruscans* se incluyen en el apéndice II de la CITES (2020).

d) Especies endémicas

Se registraron dos (2) especies de anfibios *Pristimantis simonsii* (Craugastoridae) y *Gastrotheca peruana* (Hemiphractidae) y una (1) especie de reptil *Stenocercus stigmus* (Tropiduridae). Ver Foto 3.3.4-9, *Especies de Herpetofauna Registradas en los Humedales*.

Foto 3.3.4-9 Especies de Herpetofauna Registradas en los Humedales



Flora Terrestre

A continuación se puede ver las especies de flora que están en alguna categoría de conservación nacional (DS N° 043- 2006-AG) o internacional siguiendo las consideraciones de la UICN y CITES (ver Tabla 3.3.4-28, *Especies de Flora Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo*) y endemismo siguiendo las consideraciones de León *et al.* (2006).

Tabla 3.3.4-28 Especies de Flora Bajo Algún Estatus de Conservación y/o Grado de Endemismo

| Familia | Especie | DS 043-2006 A.G. | IUCN (2020-2) | CITES (2020) | Endémica del Perú | Estaciones de muestreo |
|--------------|-------------------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|--|
| Orchidaceae | <i>Aa paleacea</i> | | | II | | T02 (Humedal asociado a quebrada San José) |
| Poaceae | <i>Festuca glyceriantha</i> | | | | Si | T02 (Humedal asociado a quebrada San José), BT-05 (Humedal asociado a Laguna Totorá) |
| Poaceae | <i>Festuca huamachucensis</i> | | | | Si | BT-05 (Humedal asociado a Laguna Totorá) |
| Gentianaceae | <i>Halenia pinifolia</i> | | | | Si | MMF27 (Humedal Maqui Maqui) |
| Orchidaceae | <i>Myrosmodes sp.</i> | | | II | | BT-05 (Humedal asociado a quebrada Laguna Totorá) |
| Poaceae | <i>Paspalum bonplandianum</i> | | | | Si | T01 y T02 (Humedal asociado a quebrada San José), T03, T04 y T05 (Humedal asociado a quebrada La Saccha) |
| Asteraceae | <i>Werneria pumila</i> | | LC | | | MMF27 (Humedal Maqui Maqui) |

Nota:
 LC: Preocupación menor.
 Apéndice II: Incluye a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
 Para conocer el endemismo de las especies de flora se ha revisado el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú (León et al., 2006).

a) Especies protegidas por la Legislación Nacional (DS N° 043-2006-AG)

No se registró ninguna especie protegida por la legislación peruana.

b) Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2020-2

Se registró una especie del género *Werneria* (*W. pumila*) que esta categorizada en Preocupación Menor (LC), esto quiere decir que estas especies son abundantes y de amplia distribución, no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo.

c) Lista CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

Se registraron dos especies de orquídeas (*Aa paleacea* y *Myrosmodes sp.*) las que están incluidas en el Apéndice II de CITES (2020). Ver Foto 3.3.4-10, *Especies Sensibles de Flora Registradas en los Humedales*.

d) Especies endémicas según el libro de las especies de flora endémica de Perú

Se registraron cuatro especies endémicas: *Paspalum bonplandianum* en el humedal asociado a las quebradas San José y La Saccha, *Halenia pinifolia* en el humedal Maqui Maqui, *Festuca huamachucensis* en el humedal asociado a la laguna Totorá, y *Festuca glyceriantha* en el humedal asociado a la laguna Totorá y asociado a la quebrada San José.

Foto 3.3.4-10 Especies Sensibles de Flora Registradas en los Humedales**3.3.4.6 Estado de Conservación y Usos**

Los ecosistemas tropicales andinos presentan una alta vulnerabilidad al cambio climático (Anderson *et al.* 2010). El cambio climático es cualquier modificación en el estado del clima que pueda evidenciarse en cambios estadísticos en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante periodos de décadas o por más tiempo (IPCC, 2007). La disminución de los humedales continúa en la mayoría de las regiones del mundo.

Para el Perú las amenazas actuales a los humedales se producen principalmente por: la extracción intensiva de los recursos naturales, la utilización inadecuada del agua que contienen, la contaminación sólida y líquida de los humedales, el cambio del uso de suelo, y las actividades productivas cerca de humedales, afectando la composición del suelo, además de modificar el flujo del agua. Estas amenazas traen como consecuencia la disminución de las poblaciones de la flora y fauna que conforman estos ecosistemas y la disminución del espejo de agua. Posiblemente, las regiones más afectadas son las altoandinas. Dentro de las amenazas de las lagunas altoandinas destaca la contaminación por la actividad minera y por las obras de trasvase de aguas hacia otras cuencas o zonas costeras, lo cual incrementa el riesgo de pérdida de estos ecosistemas (Salvador y Cano, 2002).

Los humedales y lagunas identificados y/o caracterizados en el área de estudio se encontraron en un estado de conservación moderado a aceptable durante el periodo de evaluación, en base principalmente a la inspección visual y a la evaluación cualitativa de flora y fauna. Asimismo, no se hallaron residuos sólidos en gran cantidad, ni impactos antrópicos severos que podrían afectarlos significativamente. En relación con el uso de los humedales por los pobladores locales, se observaron actividades limitadas de pastoreo (ganado vacuno) en la vegetación de pajonal y parches del humedal asociado a la laguna Totorá, aunque no se observó ganado local en otras áreas de humedales (sector Maqui Maqui, sector San José y La Saccha). Por tanto, se evidencia un cierto uso de estos ambientes como lugares de forrajeo y abrevaderos por el ganado local.

En relación al uso o importancia ecológica, los humedales y lagunas constituyen abrevaderos y zonas de alimentación, refugio y descanso para la fauna silvestre, principalmente para especies de aves residentes y de amplia distribución. Una imagen panorámica de las aves residentes en la laguna Totorá se muestra en la Foto 3.3.4-11, *Vista Panorámica de Aves Residentes en el Ámbito de la Laguna Totorá*.

Sin embargo, estos humedales son ecosistemas que requieren un adecuado manejo debido a su particularidad y ubicación, ya que están muy cercanos a las áreas de actividades del Proyecto, por lo cual se deben tomar medidas para su protección y prevención de cualquier impacto que pueda generarse por efecto de las actividades del mismo.

Foto 3.3.4-11 Vista Panorámica de Aves Residentes en el Ámbito de la Laguna Totora

Fuente: Stantec, 2017.

3.3.4.7 Servicios Ecosistémicos y Funcionalidad

Desde el punto de vista ecosistémico, se define un humedal como un importante complejo ecosistémico de zonas altoandinas y del altiplano. En ellos se agrupan recursos vegetacionales y acuíferos, que alimentan y son el hábitat tanto de numerosas especies de fauna silvestre, como también del ganado doméstico que es la base de la economía familiar de las comunidades locales (CED, 2004).

Desde el punto de vista florístico o biológico, se define que un humedal altoandino de la Jalca está formado por diferentes subtipos de vegetación (Sánchez-Vega, 1976), que incluyen la vegetación de pajonal húmedo (especies de los géneros *Festuca*, *Aristida* y *Paspalum*), vegetación de plantas hidrófitas (especies del género *Eleocharis*, *Paspalum* y *Ranunculus*) y vega de ciperáceas y juncáceas (especies del género *Eleocharis*, *Carex* y *Juncus*). Se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente, presentando una gran diversidad biológica respecto del entorno; están asociados a cursos de agua superficiales permanentes, generalmente de alta concentración de oxígeno y baja salinidad. Asimismo, constituyen hábitats y nichos para numerosas especies de flora y fauna nativa y tienen una influencia directa en el microclima local; para el caso de las aves son utilizados como lugares de descanso, alimentación y reproducción (Rocha, 2004).

Específicamente, los humedales andinos proveen a la sociedad bienes y servicios que se basan en la estructura y función de los ecosistemas; es decir, servicios ecosistémicos, que son: de soporte (el funcionamiento del ecosistema), de regulación (los procesos que lo mantienen en la escala del paisaje), de provisión (los bienes que la humanidad deriva) y los valores culturales asociados (MEA 2005).

El acceso de las comunidades humanas a los servicios ecosistémicos está mediado por normas y reglas formales o no formales (Adger 1999). Es frecuente, en este sentido, que los humedales altoandinos hayan sido destinados parcialmente a la producción agropecuaria a través de la transformación de su dinámica hidrológica, lo cual limita la presencia y acceso de las comunidades humanas a los demás servicios, y su capacidad adaptativa al clima.

En general, los humedales altoandinos presentan dos servicios ecosistémicos fundamentales, los cuales se detallan a continuación y estarían presentes en los humedales evaluados:

a) Servicios de regulación

- Almacenamiento de agua y recarga de acuíferos subterráneos.

- Protección física contra las fuerzas de corte de flujo y estabilización de suelos, mediante el desarrollo de la vegetación densa.
- Agente purificador hídrico mediante la fijación de sales y metales a través de procesos físicos y químicos, permitiendo la potabilidad del agua para la fauna.
- Fijación de sedimentos y establecimiento y expansión de la cobertura vegetal.

b) Servicios de soporte

- Generación de un hábitat único para especies de plantas y animales.

De acuerdo a lo descrito por Flores *et al.* (2014), los humedales cumplen servicios ecosistémicos asociados a la regulación ambiental, al estar involucrado en la captura de carbono, el control de erosión de suelo, y la regulación de inundaciones; así como la regulación de la calidad de agua, su purificación y sedimentación y carga de nutrientes. De manera similar, constituye un depósito para el almacenamiento de agua, además de influir en la regulación del clima local.

Otros servicios ecosistémicos descritos para los humedales están asociados a servicios de aprovisionamiento (zonas de pastoreo, alimentos, entre otros), y aspectos socio-culturales, proporcionando belleza escénica y paisajística, así como su potencial empleo en actividades recreativas. Sin embargo, estos servicios no han sido identificados en los humedales presentes dentro del área de estudio.

3.3.5 Factores que Amenazan la Conservación de los Hábitats o Ecosistemas Identificados

Entre los potenciales factores que amenazan el estado de conservación actual de las unidades de vegetación y/o hábitats identificados en el área de estudio se encuentran principalmente los impactos derivados de la actividad humana, que se detallan a continuación:

- Las actividades de pastoreo y sobrepastoreo en las zonas con vegetación de pajonal andino, lo cual podría afectar la estructura y composición de la flora nativa. Esto se evidencia por la presencia y dominancia en algunas parcelas de monitoreo de especies invasoras dentro de la composición florística tales como *Rumex acetosella*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum*. Asimismo, el predominio de la especie nativa *Alchemilla orbiculata* en el área de estudio es un indicador de los hábitats alterados, principalmente por el pastoreo.

En este punto cabe señalar que en el área de estudio no existe una problemática relacionada con las especies invasoras. Si bien se ha registrado en los eventos de monitoreo algunas especies introducidas con potencial invasor, los resultados de cobertura vegetal y de abundancia obtenidos en las estaciones de evaluación durante los eventos de monitoreo efectuados hasta la fecha muestran que ninguna de ellas presenta coberturas o abundancias importantes o predominantes.

Es preciso enfatizar que las actividades relacionadas con los componentes propuestos en la II MEIA Yanacocha se restringen cabalmente al área operativa de Yanacocha (ver la Figura 2.3.2.1-2, *Componentes Propuestos de la II MEIA Yanacocha*), por lo que se desestima impacto alguno asociado a las especies invasoras que vaya a ser generado por las actividades del Proyecto.

- La presencia del ganado podría generar una posible competencia con la fauna silvestre. En general, el ganado cambia la estructura de la vegetación y cobertura en formas importantes para los mamíferos pequeños. Así, las especies que están adaptadas a hábitats abiertos no se ven muy afectados por el pastoreo, pero las especies que necesitan de una cobertura más densa son afectadas. Con respecto a los mamíferos grandes, éstos podrían ser afectados más por la competencia y por los cambios en la cantidad y calidad del forraje, provocando así su desplazamiento a otras áreas que no se vean impactadas por el pastoreo.
- Un factor que amenaza la conservación de los hábitats o ecosistemas identificados en el área de estudio es la potencial dispersión hacia otras zonas de las especies invasoras halladas en las

parcelas de monitoreo. Se ha registrado especies invasoras en las parcelas de monitoreo tales como *Rumex acetosella*, *Trifolium repens* y *Lolium multiflorum*, las cuales podrían generar el decremento de la cobertura de las especies nativas dentro de la estructura del pajonal.

- Como parte de las actividades de revegetación en el sector SYE de MYSRL (INSIDEO, 2016), se ha evidenciado siembra de semillas de once variedades de especies introducidas, tales como *Avena sativa*, *A. strigosa*, *Dactylis glomerata* (Amba), *D. glomerata* (Potomac), *Festuca sp.*, *Trifolium pratense* (variedad Quiñequeli), *T. pratense* (variedad Kenland), *T. repens*, *Rye grass* (Andrea, diploide), *Rye grass* (Boxer) y *Rye grass* (Magnum, tetraploide). Estas especies introducidas han provocado el desplazamiento y el decremento de la cobertura de las especies nativas dentro de la estructura del pajonal.
- La quema del pajonal para fines pecuarios, que afecta también la estructura y composición de la flora silvestre (baja cobertura vegetal y menor diversidad). Este tipo de práctica destruye ambientes que son utilizados por los animales como hábitat, afectando principalmente a las especies con menor movilidad, mientras que otros animales se desplazan y pueden escapar del incendio, refugiándose en otras zonas. Los resultados incluidos en el informe de monitoreo de la biodiversidad terrestre del 2014 (época seca) reportan la quema de pajonal en las estaciones YAcO, YAn (ambas ubicadas en el sector Yanacocha), y ARan (ubicada en el sector Arnacocha).
- La incorporación de áreas de cultivos (incluyendo plantaciones forestales) por parte de las comunidades locales, las cuales han ocasionado la alteración y fragmentación del hábitat natural.
- La presencia de vías de acceso, las cuales han ocasionado la alteración y fragmentación del hábitat natural, principalmente en la unidad de vegetación de pajonal altoandino. En el área de estudio esta unidad de vegetación ocupa la mayor cobertura vegetal.
- El vertimiento de aguas residuales domésticas y de residuos sólidos en algunos tramos de los cursos de agua (quebradas y ríos), aguas abajo del Proyecto, por parte de las comunidades locales cercanas, que podrían afectar la calidad del agua superficial y alterar por tanto la biota acuática residente.

3.3.6 Unidades Paisajísticas

El paisaje es la extensión de la superficie terrestre que puede apreciarse desde un sitio o lugar, comprende todo el espacio que ingresa por el campo visual del observador a partir de un determinado punto de observación. El paisaje está compuesto por elementos abióticos (elementos no vivos), bióticos (resultado de la actividad de los seres vivos) y antrópicos (resultado de la actividad humana), los cuales se articulan entre sí en un determinado espacio geográfico.

El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción del observador, poniendo énfasis en el efecto de un paisaje sobre el observador y aunque intervienen los cinco sentidos, el visual es el más relevante (Muñoz-Pedrerros, 2004). El aspecto visual del paisaje, al igual que el resto de los recursos naturales, necesita de una protección acorde con su calidad y fragilidad frente a las actuaciones humanas. Son los valores de calidad y fragilidad los que van a determinar la necesidad de conservación de las características visuales de un paisaje (Orive A., 1992).

La caracterización de las Unidades Paisajísticas del área de estudio correspondiente a la II Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Yanacocha se realizó en base a la información recopilada en campo de la I MEIA de Yanacocha y de la información contenida en los Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA's) aprobados. El estudio como tal, se realiza considerando el enfoque de la estética o de la percepción del paisaje y la descripción de los componentes paisajísticos (i.e. elementos bióticos, abióticos y antrópicos), así como la interacción espacial de estos elementos con la dimensión paisajística.

Asimismo, se ha completado áreas puntuales a partir de información aprobada y existente de las coberturas de uso actual de suelos, unidades de vegetación, geomorfología, fisiografía y la imagen satelital actualizada de alta resolución del 04 de abril del 2019. Como ya se precisó en la

Subsección 3.1.2, *Áreas de Estudio del Proyecto*, el área de estudio no ha sufrido cambios significativos para esta II MEIA con referencia a lo establecido en la MEIA Yanacocha.

3.3.6.1 Metodología

La caracterización del paisaje se realizó aplicando la metodología de Móniz y Schmidt, (1996), el cual agrupa sistemáticamente los elementos paisajísticos. El Análisis de Calidad Visual del Paisaje se efectuó aplicando el método indirecto de valoración aplicado por United States Forest Service (USFS) y el Bureau of Land Management (BLM) de los EE. UU. La Evaluación de la Fragilidad Visual se realizó empleando de la metodología de la Capacidad de Absorción Visual (CAV) (Yeomans, 1986).

Este análisis concluye con la determinación de la accesibilidad visual hacia los componentes del Proyecto propuestos en la presente II Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Yanacocha. El análisis de la accesibilidad visual se realizó a partir de la ubicación de Puntos de Observación Visual (POV), teniendo en consideración los sitios de interés tales como centros poblados, caseríos, vías principales y vías secundarias. Estos puntos de observación permitieron determinar las cuencas visuales, a partir de los cuales se identificaron los componentes paisajísticos para cada punto de observación, dando énfasis a los componentes predominantes en la zona.

El estudio de la cuenca visual y los índices que de ella se derivan constituyen una parte importante del conjunto de herramientas necesarias para el análisis del Paisaje Visual. La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto (Fdez-Cañadas, 1977).

Finalmente, el procesamiento y análisis de la información para determinar las unidades de paisaje, las cuencas visuales y el análisis de la accesibilidad visual, fueron realizados utilizando el software especializado en Sistemas de Información Geográfica ArcGIS 10.3, aplicando los módulos y herramientas de la extensión 3D Analyst.

3.3.6.2 Componentes del Paisaje

Los componentes del paisaje tienen en algunos casos importancia individual por su especial singularidad o dominancia, pero, en general, el carácter del paisaje viene dado por la composición o integración de todos sus componentes. De este modo, los componentes del paisaje pueden articularse en el espacio de diferentes formas, dando lugar a distintas configuraciones espaciales, que definen la estructura general del paisaje y, en estrecha relación, su funcionalidad. Para caracterizar el paisaje en el área de estudio, se describieron e integraron los siguientes componentes paisajísticos propuestos por Móniz y Schmidt (1996) y MMA (2004):

- Componentes naturales: conformados por los elementos físicos y biológicos:
 - Físicos: elementos y procesos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos de relevancia.
 - Bióticos: elementos y procesos biológicos de dimensión paisajística, prestando atención especial a la dominancia de determinados estratos o la cobertura vegetal.
- Actuación humana: obras culturales que destacan visualmente en el paisaje, como centros poblados, infraestructura productiva, caminos u otras modificaciones del entorno de causa o influencia antrópica, como los usos y aprovechamiento del suelo.
- Organización visual del espacio: evalúa y resume la interacción de los componentes naturales y actuación humana de modo que exprese el efecto visual de estas relaciones. Las características visuales básicas son color, forma, línea, textura, escala o dimensiones y carácter espacial (SMARDON, 1979).

A continuación, se describen los componentes del paisaje determinados dentro del área de estudio.

Componentes Naturales

El área de estudio se encuentra localizado sobre la región intermontañosa de la zona Norte de la Cordillera Occidental de los Andes, presenta un paisaje altoandino típico, con presencia de laderas, faldas de cerros, cimas, pendientes convexas, pendientes cóncavas, planicies, afloramientos rocosos y zonas muy escarpadas. El relieve en general es montañoso y las pendientes varían desde ligeramente inclinadas (4-8%) hasta extremadamente empinadas (+75%). La estructura geológica se remonta en algunos casos a la era del paleozoico, sin embargo, existen áreas que están formados sobre rocas de origen volcánico del terciario y sobre rocas sedimentarias del mesozoico. Los suelos, en general, son superficiales y se encuentran conformados por fragmentos de roca, gravas, arcillas y gravillas de naturaleza volcánica y sedimentaria.

La red de drenaje del área de estudio presenta formas dentríticas y centrípetas, el drenaje principal está conformado por la quebrada Honda, el río Azufre, río Paccha, río Grande y río Shoclla. La quebrada Honda se encuentra al Norte del área de estudio, y pertenece a la microcuenca del río Llaucano; en tanto el río Azufre se encuentra al Sureste del área de estudio, y pertenece a la microcuenca del río Chonta. El río Paccha se encuentra al Sureste del área de estudio y presenta una orientación Norte - Sur. El río Grande se encuentra al Suroeste del área de estudio y pertenece a la microcuenca del río Mashcón. Asimismo, el río Grande pertenece a la microcuenca del mismo nombre y presenta una orientación Noreste - Sureste.

En relación a las zonas de vida, el área de estudio presenta cuatro (04) zonas de vida claramente diferenciadas, siendo estas las siguientes: Bosque Húmedo Montano Tropical (bh-MT), Bosque Muy Húmedo Montano Tropical (bmh-MT), Páramo Muy Húmedo Subalpino Tropical (pmh-SaT) y Tundra pluvial - Alpino Tropical (tp-AT). Además, las unidades de vegetación predominantes dentro del área de estudio están conformados por las áreas revegetadas, las plantaciones forestales y el pajonal andino.

Actuación Humana

El elemento antrópico más relevante del área de estudio está constituido por las instalaciones de la Unidad Minera Yanacocha, las cuales comprenden aproximadamente una extensión de 4,866.98 ha, que representan el 57.29 % de la superficie total del área de estudio (8,495.87 ha). Dentro de las instalaciones de la Unidad Minera Yanacocha existen componentes tales como: tajo, depósitos de desmonte, pila de lixiviación, depósitos de relave, depósitos de arenas de molienda, Planta de Procesos, vías de acceso, entre otros. Asimismo, existen embalses y reservorios de agua, como por ejemplo el embalse del río Rejo y el reservorio San José.

Los centros poblados que se encuentran próximos al área de la Unidad Minera son los siguientes: Cushurubamba, Pabellón de Combayo, El Porvenir – Combayo, San José, Quishuar Corral, Cince, Las Vizcachas, La Apalina y Río Colorado. Estos centros poblados se caracterizan por presentar construcciones de adobe en su gran mayoría; sin embargo, también se pueden observar construcciones de material noble con techos de teja a doble agua. La población se dedica principalmente a la ganadería, mientras que la actividad agrícola es la que menos se desarrolla.

La principal vía de acceso está constituida por la vía asfaltada que une las ciudades de Cajamarca, Bambamarca, Chota y Chugur; ésta vía atraviesa el área de estudio por el Este, específicamente entre las instalaciones de la pila de lixiviación Cerro Negro y el Depósito de Arenas de Molienda. Otra vía de acceso de importancia es la carretera afirmada que une la ciudad de Cajamarca con las localidades de Otuzco, El Triunfo, Pabellón de Combayo, El Porvenir – Combayo y Cushurubamba; esta vía se encuentra localizada al Este del área de estudio. Además, existen vías secundarias y vías de acceso comunal que son utilizadas por los pobladores para su desplazamiento.

Organización Visual

La organización visual del paisaje está afectada por la modificación de su configuración original, debido a la intensa actividad antrópica desarrollada dentro del área de estudio. Las actividades antrópicas están relacionadas a las labores realizadas por la Unidad Minera Yanacocha, los cuales influyen sobre el contraste visual de las unidades del paisaje. La organización visual también se complementa con la distribución de los elementos naturales sobre el relieve, principalmente sobre las laderas y colinas; en tal sentido se puede observar la existencia de plantaciones forestales que se manifiestan como parches distribuidos sobre todo en la zona Oeste del área de estudio.

Asimismo, la cobertura vegetal se distribuye sobre las colinas bajas y fondos de valle, donde se observan matorrales de porte medio ubicados en zona de la quebrada Encajón. Del mismo modo, se pueden identificar algunos parches conformados por terrenos hidromórficos, los cuales se encuentran ubicados sobre terrenos de altiplanicie ligeramente inclinados. Además, se puede observar la aparición de afloramientos rocosos localizados sobre todo en las laderas altas con pendientes que van desde moderadamente empinadas hasta muy empinadas. Cabe resaltar que no se encuentra presencia de actividad agrícola en el área de estudio.

La incorporación de nuevos componentes sobre las áreas con presencia de actividad antrópica no alterará la organización actual del paisaje, por lo que la dominancia visual del paisaje seguirá presentando características similares a las áreas intervenidas.

3.3.6.3 Unidades de Paisaje

La unidad de paisaje se define como una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas, producto de la actividad de agentes modeladores del relieve como el agua y el aire, agentes naturales como la flora y la fauna, y las actividades antrópicas producidas por el hombre.

Las unidades de paisaje se delimitan según las estructuras espaciales aparentes del territorio, apoyado en el inventario de recursos visuales y de las configuraciones espaciales individualizadas. Se entenderá por unidades de paisaje las áreas o zonas homogéneas dentro del área de estudio. La homogeneidad puede encontrarse en la repetición de formas o en la combinación de algunos rasgos parecidos, no idénticos, sobre un área determinada. Los límites son definidos por la fisiografía, la cobertura vegetal y grado de antropización.

Las unidades homogéneas de paisaje fueron delimitadas considerando las características de la matriz paisajística tales como la forma, color, textura, dimensión y densidad de la cobertura vegetal. Asimismo, se utilizaron fotografías panorámicas en base a la información recopilada en campo de la I MEIA de Yanacocha, para una mejor identificación de cada unidad de paisaje, delimitando cada unidad a partir de la interpretación de la imagen satelital. Las unidades de paisaje identificadas en el área de estudio son ocho (08), las cuales se pueden observar en la Figura 3.3.6-1, *Mapa de Unidades de Paisaje*. Las unidades de paisaje se listan en la Tabla 3.3.6-1, *Unidades de Paisaje*.

Tabla 3.3.6-1 Unidades de Paisaje

| Código | Unidad de Paisaje | Área (ha) | Porcentaje (%) |
|-------------------------------|---|-----------------|----------------|
| UP-1 | Laderas Altoandinas | 135.20 | 1.59 |
| UP-2 | Pastizales | 1,645.90 | 19.37 |
| UP-3 | Matorral Arbustivo | 91.03 | 1.07 |
| UP-4 | Vegetación de Roquedal | 1,436.47 | 16.91 |
| UP-5 | Plantaciones Forestales | 160.77 | 1.89 |
| UP-6 | Terrenos Hidromórficos | 63.62 | 0.75 |
| UP-7 | Áreas Agrícolas | 63.73 | 0.75 |
| UP-8 | Instalaciones Mineras y Áreas Disturbadas | 4,871.64 | 57.34 |
| Otros | Diques | 14.18 | 0.17 |
| | Cursos y cuerpos de agua (Ríos y Lagunas) | 13.33 | 0.16 |
| TOTAL | | 8,495.87 | 100 |
| Elaboración: Stantec, 2020 | | | |

Caracterización de las Unidades de Paisaje

Dentro de esta descripción se consideran las siguientes características (Smardon, 1979 en MAA, op cit):

- Color: Propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda.

- Forma: Volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente.
- Línea: Camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen fuertes contrastes entre los elementos visuales (color, forma o textura) o cuando los objetos se presentan en una secuencia unidireccional.
- Textura: Manifestación visual de la relación entre luz y sombra, motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto.
- Dimensión y escala: Tamaño o extensión de un elemento integrante del paisaje.
- Configuración espacial o espacio: Elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.
- Dinámicas: El paisaje puede mostrar indicios de las dinámicas resultantes de la interacción de estos elementos.

A continuación, se describen las características visuales de cada una de las unidades de Paisaje, según Swardon, 1979.

Foto 3.3.6-1 Unidad de Paisaje 1 (UP-1): Laderas Altoandinas

| Unidad de Paisaje 1 (UP-1): Laderas Altoandinas | | |
|---|---|--|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada desde el POV-2, localizado cerca de la intersección de la vía principal que conduce al caserío de Cushurubamba y la vía que conduce a Conga. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades de color marrón entre oscuras y claras, presenta algunas tonalidades de color gris los cuales se pueden observar en los afloramientos rocosos. |
| Forma | : | Percepción es tridimensional debido a la influencia del relieve y las formas del terreno. |
| Línea | : | Los elementos lineales presentan bordes definidos, los cuales se pueden observar en las crestas de los cerros, delimitando el plano de las cumbres y los cielos. |
| Textura | : | Las texturas de grano medio, regularidad en grupos y densidad media. |
| Dimensión y escala | : | Los elementos que pueden dar idea de la escala relativa son las vías y caminos. |
| Configuración espacial | : | Integra un paisaje de laderas de colina, donde la pendiente y el relieve definen la configuración. La percepción visual puede cambiar dependiendo de la posición del observador. |

Foto 3.3.6-2 Unidad de Paisaje 2 (UP-2): Pastizales

| Unidad de Paisaje 2 (UP-2): Pastizales | | |
|--|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada desde el POV-8, localizado en el caserío Quishuar Corral. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades frías como el color verde, dependiendo de la estación del año estas tonalidades pueden cambiar de un verde muy oscuro (época de lluvia) a un verde claro amarillento (época seca). |
| Forma | : | La percepción es tridimensional cuando se localizan sobre las laderas, sin embargo, en algunos casos es bidimensional cuando se localiza sobre las llanuras altiplánicas. |
| Línea | : | Los elementos lineales se encuentran claramente definidas por los bordes. |
| Textura | : | Las texturas son principalmente de grano fino, de regularidad ordenada y densidad media a densa. |
| Dimensión y escala | : | Está definido por la superficie que ocupan los pastizales, a mayor extensión la escala de esta unidad será más representativa. |
| Configuración espacial | : | La configuración espacial integra un paisaje sobre las laderas y las altiplanicies, la percepción visual puede cambiar dependiendo de la posición del observador sobre todo en las laderas. |

Foto 3.3.6-3 Unidad de Paisaje 3 (UP-3): Matorral Arbustivo

| Unidad de Paisaje 3 (UP-3): Matorral Arbustivo | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada desde la vía de acceso que cruza la quebrada Quishuar Corral camino al caserío San José. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades frías como el color verde, además presenta algunas tonalidades de marrón claro. La tonalidad depende mucho de la estación del año. |
| Forma | : | La apreciación es tridimensional debido a la influencia del relieve y a la ubicación sobre los fondos de valle generalmente. |
| Línea | : | Los elementos lineales son de tipo silueta, debido a la fragmentación de las unidades, ya que en general se presentan dispersos. |
| Textura | : | Las texturas son principalmente de grano medio a alto, de una regularidad y densidad en grupos. |
| Dimensión y escala | : | Esta unidad se encuentra en general sobre la parte baja de las laderas, ocupando espacios definidos. |
| Configuración espacial | : | Integra un paisaje de fondo de valle y laderas, la percepción visual de la distribución puede cambiar dependiendo de la posición del observador. |

Foto 3.3.6-4 Unidad de Paisaje 4 (UP-4): Vegetación de Roquedal

| Unidad de Paisaje 4 (UP-4): Vegetación de Roquedal | | |
|--|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada desde la vía de acceso que cruza la quebrada Callejón. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades de gris, verde y amarillo. El color gris corresponde a los afloramientos rocosos, mientras que los tonos verdes y amarillos a la vegetación. En época de lluvia la vegetación adquiere una tonalidad fría y presenta colores en tonos de verde oscuro. |
| Forma | : | La percepción es tridimensional por ubicarse en zonas de ladera y presentar una línea que delimita las cumbres de los cerros y el cielo. |
| Línea | : | Los elementos lineales presentan bordes difusos debido a la distribución de esta unidad sobre las laderas. |
| Textura | : | Las texturas son de grano grueso a mediano, presenta una regularidad en grupos y densidad media. |
| Dimensión y escala | : | Los elementos que pueden dar idea de la escala y la dimensión es la distribución de esta unidad sobre las laderas cerros. |
| Configuración espacial | : | La configuración espacial integra un paisaje panorámico con líneas de cumbre. |

Foto 3.3.6-5 Unidad de Paisaje 5 (UP-5): Plantaciones Forestales

| Unidad de Paisaje 5 (UP-5): Plantaciones Forestales | | |
|---|---|--|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada cerca del Campamento Km. 37, donde se aprecian parches extensos de esta unidad de paisaje. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades frías como el color verde oscuro, este color se debe a las hojas de los árboles que conforman los parches de esta unidad. |
| Forma | : | Percepción tridimensional en zonas cercanas y complejas en zonas amplias. |
| Línea | : | Los elementos lineales presentan bordes definidos en forma de líneas y siluetas. Las líneas permiten identificar los parches de las plantaciones de forma clara. |
| Textura | : | Las texturas son de grano grueso, presentan una regularidad en grupos. |
| Dimensión y escala | : | Está definido por la amplitud de los parches que conforman esta unidad de paisaje. |
| Configuración espacial | : | Forma parte del paisaje de las laderas y colinas, se integra espacialmente a la matriz del paisaje predominante formando parches. |

Foto 3.3.6-6 Unidad de Paisaje 6 (UP-6): Terrenos Hidromórficos

| Unidad de Paisaje 6 (UP-6): Terrenos Hidromórficos | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada cerca de las Lagunas Maqui Maqui, localizada en la parte Noreste del área de estudio | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan los tonos fríos y oscuros, como el marón, negro y verde oscuro. Presenta algunos parches donde afloran los cuerpos de agua. En época seca generalmente se encuentra rodeado por vegetación que presenta tonalidades claras como el amarillo. |
| Forma | : | Percepción tridimensional en las zonas de ladera o colina, mientras que en zonas planas son bidimensionales. |
| Línea | : | Los elementos lineales de este paisaje están representados por bordes, en algunos casos presentan también siluetas. |
| Textura | : | Las texturas son de grano fino, presentan una regularidad en grupos y densidad alta. |
| Dimensión y escala | : | Está representado por la superficie que ocupa esta unidad de paisaje. |
| Configuración espacial | : | Configura el paisaje a partir de la integración espacial con los otros elementos de la matriz del paisaje como laderas y colinas. La percepción visual dependerá de la ubicación del observador. |

Foto 3.3.6-7 Unidad de Paisaje 7 (UP-7): Áreas Agrícolas

| Unidad de Paisaje 7 (UP-7): Áreas Agrícolas | | |
|--|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Foto tomada cerca al POV-8, localizado en el caserío Quishuar Corral. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades frías como el color verde, dependiendo de la estación del año estas tonalidades pueden cambiar de un verde muy oscuro (época de lluvia) a un color claro amarillento (época seca). |
| Forma | : | La percepción es tridimensional cuando se localizan sobre las laderas con pendiente empinada, sin embargo, en algunos casos es bidimensional cuando se localiza sobre terrenos con pendientes ligeramente inclinadas. |
| Línea | : | Los elementos lineales se encuentran claramente definidas por los bordes. |
| Textura | : | Las texturas son principalmente de grano fino y densidad media a densa. |
| Dimensión y escala | : | Está definido por la superficie que ocupan las áreas agrícolas, mientras que la escala está representada por la extensión de esta unidad. |
| Configuración espacial | : | La configuración espacial integra un paisaje sobre las laderas, la percepción visual puede cambiar dependiendo de la posición del observador. |

Foto 3.3.6-8 Unidad de Paisaje 8 (UP-8): Instalaciones Mineras y Áreas Disturbadas

| Unidad de Paisaje 7 (UP-7): Instalaciones Mineras y Áreas Disturbadas | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Ubicación: Fotografía de la instalación del Tajo Yanacocha localizada dentro de la Unidad Minera Yanacocha. | | |
| Características visuales | | |
| Color | : | Predominan las tonalidades claras y oscuras, las tonalidades oscuras más representativas son el color marrón y el gris, mientras que las tonalidades claras están representadas por el color amarillo y marrón claro. |
| Forma | : | La percepción es tridimensional y en algunas zonas compleja, debido a las instalaciones construidas y la distribución de los componentes de la Unidad Minera. |
| Línea | : | Los elementos lineales se distinguen en los bordes formando figuras geométricas definidas. Entre estas figuras podemos encontrar elementos rectangulares formados por los bancos y taludes. |
| Textura | : | Las texturas son principalmente de grano grueso y medio, presenta una regularidad en grupos. |
| Dimensión y escala | : | Está definido por la amplitud de esta unidad de paisaje, la cual ocupa la mayor parte del área de estudio. |
| Configuración espacial | : | La configuración espacial comprende las áreas intervenidas localizadas en la parte alta de las laderas y la divisoria de cuencas, representa a la matriz predominante en la zona. |

3.3.6.4 Determinación de la Calidad Escénica

La calidad escénica es una medida de la atracción visual de una extensión de tierra. Se obtiene empleando el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM 1980)¹ que se fundamenta en la valoración de diversos elementos como morfología, vegetación, agua, color, vistas escénicas, rareza, modificaciones y actuaciones humanas.

A cada elemento se les asigna una puntuación de acuerdo con los criterios indicados en la Tabla 3.3.6-2, *Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica*.

Tabla 3.3.6-2 Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica

| Parámetro | Características | Valoración |
|---------------------|---|------------|
| Morfología | Relieve muy montañoso, marcado, prominente y predominante. | 5 |
| | Relieve montañoso, pero no muy marcado ni predominante. | 3 |
| | Relieve llano o con colinas suaves, fondos de valle, etc. | 1 |
| Vegetación | Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante | 5 |
| | Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos | 3 |
| | Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación | 1 |
| Agua | Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara | 5 |
| | Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje | 3 |
| | Ausente o inapreciable. | 0 |
| Color | Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, rocas, agua y nieve | 5 |
| | Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante | 3 |
| | Muy poca variación de color o contraste, colores apagados | 1 |
| Fondo escénico | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual | 5 |
| | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto | 3 |
| | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto | 0 |
| Rareza | Único o poco corriente o muy raro en la región. Posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional | 6 |
| | Característico, aunque similar a otros en la región | 2 |
| | Basamento común en la región | 1 |
| Actuaciones humanas | Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual | 2 |
| | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas o por modificaciones intensas o extensas | 0 |

La suma total de los puntos determina su calidad visual en función de la siguiente clasificación presentada en la Tabla 3.3.6-3, *Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica*.

¹ Yeomans, W.C., 1986, "Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment". Foundations for Visual project analysis.

Tabla 3.3.6-3 Parámetros de Valoración de la Calidad Escénica

| Clase | Calidad Escénica | Descripción | Puntuación |
|-------|------------------|---|------------|
| A | Alta | Áreas con rasgos singulares y sobresalientes | 19 - 33 |
| B | Media | Áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, pero que resulten comunes en la región estudiada y no son excepcionales | 12 -18 |
| C | Baja | Áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. | 0 - 11 |

A continuación, se presenta los valores asignados a cada unidad del paisaje para el área de estudio de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Yanacocha en la Tabla 3.3.6-4, *Evaluación de la Calidad Escénica*.

Tabla 3.3.6-4 Evaluación de la Calidad Escénica

| Parámetro | Valoración de las Unidades de paisaje | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | UP-1 | UP-2 | UP-3 | UP-4 | UP5 | UP-6 | UP-7 | UP-8 |
| Morfología | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Vegetación | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Agua | 0 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| Color | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Fondo escénico | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| Rareza | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Actuaciones humanas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Puntuación | 10 | 12 | 12 | 11 | 12 | 15 | 13 | 8 |

Elaboración:
Stantec, 2020.

En la Tabla 3.3.6-5, *Resumen de Resultados de la Calidad Escénica*, presentamos la síntesis de la puntuación y la clase de la calidad escénica.

Tabla 3.3.6-5 Resumen de Resultados de la Calidad Escénica

| Unidad de Paisaje | Puntuación | Clase | Calidad del paisaje |
|--|------------|-------|---------------------|
| UP-1 Laderas altoandinas | 10 | C | Baja |
| UP-2 Pastizales | 12 | B | Media |
| UP-3 Matorral Arbustivo | 12 | B | Media |
| UP-4 Vegetación de Roquedal | 11 | C | Baja |
| UP-5 Plantaciones Forestales | 12 | B | Media |
| UP-6 Terrenos Hidromórficos | 15 | B | Media |
| UP-7 Áreas Agrícolas | 12 | B | Media |
| UP-8 Instalaciones Mineras y Áreas Disturbadas | 8 | C | Baja |

Elaboración:
Stantec, 2020.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad escénica para cada unidad de paisaje, de acuerdo a los parámetros de calidad escénica tales como: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuaciones humanas, muestran que las unidades paisajísticas de Laderas altoandinas, vegetación de roquedal e instalaciones mineras y áreas disturbadas, presentan una calidad de paisaje de clase "C", es decir de calidad escénica baja, debido a la ausencia de gran variedad de vegetación, a la ausencia del relieve predominante y a la combinación intensa de colores cálidos y variados, al poco aporte a la calidad paisajística y al poco contraste visual que ejercen en general sobre la calidad escénica del paisaje.

Mientras que las unidades de paisaje de pastizales, matorral arbustivo, plantaciones forestales, terrenos hidromórficos y áreas agrícolas, presentan una calidad de paisaje de clase "B", es decir de calidad escénica media, debido a que presentan rasgos con alguna variedad de vegetación, presencia de cuerpos de agua en reposo o movimiento, alguna variedad en la combinación de color y por la influencia que ejercen sobre el paisaje adyacente a estas unidades de paisaje.

3.3.6.5 Determinación de la Fragilidad Visual

La fragilidad visual se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Se entiende como el grado de deterioro que el paisaje percibiría ante la ejecución de un proyecto. Este concepto es similar al de vulnerabilidad visual y opuesto al de Capacidad de Absorción Visual (CAV, Yeomans, 1986²), por lo cual usaremos esta última metodología.

La CAV es la actitud del paisaje para absorber visualmente modificaciones o actuaciones sin que se produzcan variaciones significativas en su carácter; se valora utilizando los valores dados por Yeomans para distintos factores biofísicos, los cuales se integraran en la siguiente expresión matemática:

$$CAV = S * (E + R + D + C + V + FA)$$

Dónde:

S: Pendiente

E: Estabilidad del Suelo

R: Potencial de Regeneración de la vegetación

D: Diversidad de vegetación

C: Contraste color roca - suelo

V: Contraste Suelo – Vegetación

FA: Factor de Antropización

La fórmula de Yeomans está definida para áreas naturales, motivo por el cual no considera el componente cultural. De acuerdo con otros estudios (Proyecto TRAMA, 2006) se ha introducido un nuevo factor denominado FA (Factor de Antropización) de modo que se representen mejor las zonas urbanas o con influencia antrópica. En la Tabla 3.3.6-6, *Parámetros de Valoración de la Capacidad de Absorción Visual*, se presentan los parámetros de evaluación y las características correspondientes.

Tabla 3.3.6-6 Parámetros de Valoración de la Capacidad de Absorción Visual

| Parámetro | Característica | Valoración |
|------------------------------|---|------------|
| Pendiente (S) | Inclinado, pendiente >55% | 1 |
| | Inclinación suave, pendiente entre 25 – 55% | 2 |
| | Poco inclinado, pendiente < 25% | 3 |
| Diversidad de Vegetación (D) | Eriales, prados y matorrales | 1 |
| | Coníferas, repoblaciones | 2 |
| | Diversificada (mezcla de claros y bosques) | 3 |
| Estabilidad del suelo (E) | Restricción alta, derivada del riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial | 1 |
| | Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial | 2 |

² Yeomans, W.C., 1986, "Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment". Foundations for Visual project analysis.

| Parámetro | Característica | Valoración |
|--|--|------------|
| | Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial | 3 |
| Contraste suelo – vegetación (V) | Contraste visual bajo | 1 |
| | Contraste visual moderado | 2 |
| | Contraste visual alto | 3 |
| Potencial de regeneración de la vegetación (R) | Potencial de regeneración bajo | 1 |
| | Potencial de regeneración moderado | 2 |
| | Potencial de regeneración alto | 3 |
| Contraste color roca – suelo (C) | Contraste alto | 1 |
| | Contraste moderado | 2 |
| | Contraste bajo | 3 |
| Factor de antropización (FA) | Fuerte presencia antrópica | 3 |
| | Presencia moderada | 2 |
| | Casi imperceptible | 1 |

Tras aplicar la expresión matemática, clasificaremos la CAV según la Tabla 3.3.6-7, *Clasificación de la Capacidad de Absorción Visual*, que se muestra a continuación.

Tabla 3.3.6-7 Clasificación de la Capacidad de Absorción Visual

| CAV | Puntuación |
|----------|------------|
| Baja | <15 |
| Moderada | 15 – 30 |
| Alta | >30 |

El resultado a obtener no expresa directamente la fragilidad visual, sino el término opuesto, la capacidad de absorción visual, por lo cual la clasificación para la fragilidad se presenta en la Tabla 3.3.6-8, *Clasificación de Resultados del Análisis de Fragilidad*.

Tabla 3.3.6-8 Clasificación de Resultados del Análisis de Fragilidad

| Fragilidad | Puntuación CAV | Clase | Descripción |
|------------------|----------------|-------|--|
| Muy Frágil | <15 | I | Áreas de elevada pendiente y difícilmente regenerables |
| Fragilidad Media | 15 – 30 | II | Áreas con capacidad de regeneración potencial media |
| Poco Frágil | >30 | III | Áreas con perfiles con gran capacidad de regeneración |

En la Tabla 3.3.6-9, *Evaluación de la Capacidad de Absorción Visual*, se presenta la valoración de la Capacidad de Absorción de cada una de las unidades de paisaje determinadas para el presente estudio.

Tabla 3.3.6-9 Evaluación de la Capacidad de Absorción Visual

| Parámetro | Valoración de las Unidades de paisaje | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | UP-1 | UP-2 | UP-3 | UP-4 | UP-5 | UP-6 | UP-7 | UP-8 |
| Pendiente (S) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Diversidad de Vegetación (D) | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Estabilidad del suelo (E) | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Contraste suelo – vegetación (V) | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Potencial de regeneración de la vegetación (R) | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |

| Parámetro | Valoración de las Unidades de paisaje | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | UP-1 | UP-2 | UP-3 | UP-4 | UP-5 | UP-6 | UP-7 | UP-8 |
| Contraste color roca – suelo (C) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Factor de antropización (FA) | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Puntuación CAV | 20 | 20 | 22 | 20 | 24 | 18 | 22 | 10 |
| Elaboración: Stantec, 2020. | | | | | | | | |

En la Tabla 3.3.6-10, *Resumen de Resultados de la Capacidad de Absorción Visual*, se presenta el resumen de puntuación y el tipo de clasificación de la Capacidad de Absorción Visual de cada una de las unidades de paisaje.

Tabla 3.3.6-10 Resumen de Resultados de la Capacidad de Absorción Visual

| Unidad de Paisaje | | Puntuación CAV | CAV | Clase (Fragilidad) | Fragilidad del paisaje |
|---------------------------------------|---|----------------|----------|--------------------|------------------------|
| UP-1 | Laderas altoandinas | 20 | Moderada | II | Media |
| UP-2 | Pastizales | 20 | Moderada | II | Media |
| UP-3 | Matorral Arbustivo | 22 | Moderada | II | Media |
| UP-4 | Vegetación de roquedal | 20 | Moderada | II | Media |
| UP-5 | Plantaciones forestales | 24 | Moderada | II | Media |
| UP-6 | Terrenos hidromórficos | 18 | Moderada | II | Media |
| UP-7 | Áreas Agrícolas | 22 | Moderada | II | Media |
| UP-8 | Instalaciones mineras y Áreas disturbadas | 10 | Baja | I | Muy Frágil |
| Elaboración: Stantec, 2020. | | | | | |

Los resultados obtenidos del análisis de la Capacidad de Absorción Visual (CAV) determinaron que la unidad de paisaje de instalaciones mineras y áreas disturbadas muestra una baja capacidad de absorción visual y por consiguiente una fragilidad visual muy alta, debido a que la alteración original del paisaje difícilmente podrá ser regenerado o revertido a su condición inicial o natural. Esta alteración del paisaje se muestra en la modificación del relieve producto de las operaciones de la Unidad Minera Yanacocha. Cabe mencionar que las instalaciones propuestas en la presente II Modificación de EIA se encuentran dentro del área intervenida y formarán parte de los elementos paisajísticos de esta unidad.

En relación a las unidades de paisaje de Laderas altoandinas, Pastizales, Matorral Arbustivo, Vegetación de roquedal, Plantaciones forestales, Terrenos hidromórficos y Áreas Agrícolas, presentan una Capacidad de Absorción Visual moderada y por ende muestra una fragilidad visual media, es decir presenta una capacidad de regeneración potencial media, que permitirá absorber visualmente alguna modificación dentro de estas unidades.

3.3.6.6 Determinación de la Accesibilidad Visual

La accesibilidad visual (o visibilidad) se estableció utilizando el concepto de cuenca visual, el cual se establece en función a un Punto de Observación Visual (POV), desde el cual se determina la visibilidad en dirección a los componentes del Proyecto con un dominio nítido de la vista humana que tiene un alcance aproximado de 3,000 m.

Los elementos considerados para la determinación y análisis de visibilidad o accesibilidad visual fueron los siguientes:

- Una "localidad clave": Se considera a aquella localidad o área desde la cual se puede visualizar el Proyecto y por ende podría presentar impactos visuales.
- Un "punto de observación": Es un lugar específico desde el cual se analiza la exposición visual de la superficie y se realiza un análisis de la calidad visual de un área en particular. A partir del

punto de observación, se generan líneas de vista rectas que unen al observador con el objeto observado.

- Una "cuenca visual": Abarca todas las áreas sobre la superficie terrestre que se pueden visualizar desde un lugar y a una altura en particular. En forma conservadora, se considera que todos los puntos dentro de la cuenca visual tendrán una línea directa de vista que regresa hacia el punto original desde el cual se genera la cuenca visual.

La accesibilidad visual se determinó a partir de la identificación de los sitios de interés y los potenciales receptores sensibles, desde los cuales se cuenta con accesibilidad visual hacia las instalaciones de la Unidad Minera Yanacocha. En total se han considerado trece (13) puntos de observación visual, localizados sobre los caseríos (sitios de interés puntual) y vías principales (sitios de interés lineal), los cuales se pueden ver en la Figura 3.3.6-2, *Puntos de Observación Visual*. En la Tabla 3.3.6-11, *Puntos de Observación Visual*, se muestra la ubicación y las coordenadas de los puntos considerados.

Tabla 3.3.6-11 Puntos de Observación Visual

| Punto de Observación | Ubicación | Coordenadas UTM ⁽¹⁾ | | Sitio de Interés Visual |
|----------------------|--|--------------------------------|---------|-------------------------|
| | | Este | Norte | |
| POV-1 | Vía Principal hacia caserío Cushurubamba | 778377 | 9233848 | Lineal |
| POV-2 | Vía Principal hacia Conga | 781111 | 9229558 | Lineal |
| POV-3 | Caserío Pabellón Combayo | 782661 | 9226552 | Puntual |
| POV-4 | Caserío San José | 774821 | 9222046 | Puntual |
| POV-5 | Caserío Cince Las Vizcachas | 770518 | 9220422 | Puntual |
| POV-6 | Caserío La Apalina | 769989 | 9231711 | Puntual |
| POV-7 | Caserío Río Colorado | 772803 | 9232173 | Puntual |
| POV-8 | Caserío Quishuar Corral | 772431 | 9222838 | Puntual |
| POV-9 | Vía Principal hacia caserío La Apalina | 767929 | 9229347 | Lineal |
| POV-10 | Vía de acceso hacia Tajo Maqui Maqui | 779190 | 9231242 | Puntual |
| POV-11 | Caserío El Porvenir - Combayo | 783066 | 9224525 | Puntual |
| POV-12 | Vía de acceso Dique río Rejo | 767682 | 9227400 | Lineal |
| POV-13 | Vía Principal Cajamarca - Bambamarca | 768291 | 9224356 | Lineal |

Nota:
Coordenadas UTM WGS84 (Zona 18 Sur).

La delimitación de las cuencas visuales permitió determinar la accesibilidad visual hacia las instalaciones del Proyecto propuestos en la presente II MEIA. Las áreas visibles y no visibles se muestran en la Figura 3.3.6-3, *Zonas de Visibilidad*. Los resultados han permitido identificar que los siguientes receptores presentan accesibilidad visual hacia las instalaciones de la Unidad Minera:

- Caserío Río Colorado;
- La Apalina;
- Vía Principal hacia caserío La Apalina;
- Vía Principal Cajamarca – Bambamarca;
- Caserío Cince Las Vizcachas;
- Caserío Quishuar Corral; y

- Caserío San José.

Los receptores puntuales como los caseríos de Río Colorado, La Apalina, Cince Las Vizcachas, Quishuar Corral y San José pueden ser considerados como receptores sensibles, debido a que presentan cierto grado de accesibilidad visual hacia las instalaciones de la Unidad Minera Yanacocha. En relación a los receptores lineales tales como la vía principal Cajamarca – Bambamarca y la vía principal hacia caserío La Apalina se considera también como receptores sensibles, ya que por estas vías circulan gran cantidad de vehículos y personas. Con respecto a los restantes puntos de observación visual estos no fueron considerados debido a que las laderas y colinas han influenciado como barreras naturales que afectan la accesibilidad visual, dificultando la visibilidad de las instalaciones de la unidad minera desde estos puntos de observación visual.