

5.4.6 HIDROBIOLOGÍA

5.4.6.1 GENERALIDADES

Las comunidades hidrobiológicas de agua dulce están conformadas por diversos grupos de organismos asociados y relacionados de acuerdo a características biológicas comunes y que en la mayoría de ellos son particulares de los diferentes hábitats acuáticos presentes en una región. Entre estas comunidades, las más notorias o de mayor relevancia ecológica corresponden al plancton (fito y zoo), los macro invertebrados acuáticos (o bentos) y los peces (que forman parte principal del nécton). Estos organismos viven en estrecha relación con el medio físico acuático, del cual son dependientes en casi la totalidad de los casos (con excepción de algunas pocas especies), y su presencia o ausencia son signos de calidad acuática.

Estas comunidades hidrobiológicas, como las más representativas, son utilizadas como indicadores en diversos estudios ambientales. Dada la relativa facilidad para recolectar muestras de cada una de ellas (siguiendo metodologías estandarizadas empleadas tanto en estudios ambientales como para investigación), estas comunidades se convierten en instrumentos muy útiles de medición para un gran número de impactos ambientales generados por proyectos.

Fuentes de consulta disponibles acerca de la hidrobiología en el área de estudio son muy escasas, están muy esparcidas o simplemente no existen. La mayor parte de la información recopilada trata acerca de peces, mientras que sobre el plancton y el bentos proviene de la experiencia de los especialistas que han venido analizando muestras de ambientes acuáticos altoandinos similares, y cuya información aún no ha sido publicada o está en proceso de publicación.

Recientemente (2004) se han realizado esfuerzos de colecta científica dirigidos a resolver la situación taxonómica de las especies de la familia de bagres andinos *Astroblepidae* (Schaefer com. pers.) o expediciones para inventariar los bagres en un transecto entre la costa de Lima hasta Madre de Dios (Expedición All Catfish Species Inventory, Ortega comunicación personal). Estas investigaciones han incluido hábitats acuáticos similares a los evaluados en este estudio.

En la región andina la diversidad y abundancia de peces es baja, y se caracteriza por presentar un alto grado de endemismo en especies de los géneros *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus* (Chang y Ortega 1996) y que se espera estén presentes en algunos de los ambientes acuáticos evaluados en este estudio. La especie conocida como trucha *Oncorhynchus mykiss* es una forma introducida en el Perú con fines de piscicultura y que en ambientes naturales donde se ha esparcido está causando la extinción local de las poblaciones de especies nativas. La trucha necesita ciertas condiciones del ambiente acuático para sobrevivir de manera óptima como altas concentraciones de oxígeno y aguas torrentosas, por lo que ríos son hábitats propicios para su desarrollo.

5.4.6.2 OBJETIVOS

Evaluar cualitativa (composición) y cuantitativamente (abundancia y diversidad) las comunidades biológicas acuáticas del área de estudio.

5.4.6.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente evaluación correspondiente al tramo 2, Urcos – Puente Inambari (Etapa I), de la carretera Interoceánica, fue realizada en los sectores 1 y 2 de dicho tramo en el trayecto de la carretera Cusco-Madre de Dios. Con el propósito de tener una visión más amplia de la hidrofauna, se establecieron 06 transectos de muestreo en total, de los cuales cuatro (H-03, H-04, H-05 y H-06) están dentro del área del EIA mencionado y dos (H-01 y H-02) están ubicados entre los kilómetros 00 (distrito de Urcos) y 32 (distrito de Ccatcca) del trayecto de la carretera mencionada.

La evaluación de los ambientes acuáticos presentes en el área de estudio incluyó el registro de datos cuantitativos y cualitativos de tres comunidades hidrobiológicas: peces, bentos¹ (o macro invertebrados bentónicos) y plancton². La evaluación de peces se realizó empleando métodos de registro indirecto (encuestas informales a la población local), mientras que la de bentos y plancton se realizó con métodos de colecta estandarizados (ver Anexo 5.4.6-1).

Se evaluó en total cuatro ambientes acuáticos: la laguna Urcos (hábitat léntico³) y los ríos Vilcanota, Ccatcca y Mapacho (hábitats lóuticos⁴). La ubicación de los puntos de muestreo en estos ambientes, consideró dos criterios: cruce con el eje de la vía Interoceánica Tramo 2, Urcos – Puente Inambari (Etapa I) y/o su cercanía al mismo. La lista de puntos de muestreo se presenta en el Cuadro 5.4.6-1.

Cuadro 5.4.6-1 Puntos de muestreo para la evaluación de las comunidades hidrobiológicas

Punto de muestreo	Ambiente acuático	Altitud (msnm)
H-01	Laguna Urcos	3 229
H-02	Río Vilcanota	3 229
H-03	Río Ccatcca (aguas arriba de Ccatcca)	3 830
H-04	Río Ccatcca (aguas abajo de Kcauri)	3 700
H-05	Río Mapacho (aguas abajo de Ocongate)	3 470
H-06	Río Mapacho (aguas arriba de Ocongate)	3 480

Además de los datos sobre las comunidades hidrobiológicas, en los puntos de muestreo se anotó características generales de los hábitats, como: ancho y profundidad de los cuerpos de agua, tipo de corriente, transparencia, color de las aguas y tipo de orilla. Estos datos se presentan en los Anexos 5.4.6-2 y 5.4.6-3, en los que se incluyen descripciones de cada punto de muestreo.

5.4.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA HIDROFAUNA

A continuación, se describe la composición, abundancia y diversidad de cada comunidad hidrobiológica evaluada, sobre la base de los datos cualitativos y cuantitativos registrados en los puntos de muestreo. Dado que la información sobre peces fue cualitativa (encuestas informales), ésta hace referencia principalmente a la composición (sección 5.4.6.4.1) y uso por la población (sección 5.4.6.7). Las descripciones de cada comunidad se han complementado con información bibliográfica (Ortega y

¹ Conjunto de organismos biológicos que viven asociados al fondo de los diferentes ambientes acuáticos. Esta comunidad está constituida principalmente por organismos invertebrados: insectos acuáticos, larvas, crustáceos y gusanos.

² Conjunto de organismos animales y vegetales microscópicos que flotan sobre las aguas saladas o dulces y que están compuestos por diferentes especies que se agrupan en fitoplancton (plancton vegetal) y zooplancton (plancton animal).

³ Hábitats acuáticos sin flujo de agua (corriente). En el área de estudio están representados por lagunas y bofedales.

⁴ Hábitats acuáticos donde existe flujo constante de agua (corriente). En el área de estudio están representados por ríos y quebradas.

Chang 1998, Ortega y Vari 1986, Vari y Harold 1995, Ortega 1992, Riofrio et al. 2003, Chalar et al. 2002, Ortega et al. 2000).

5.4.6.4.1 Composición de Especies

Peces

En general, los ambientes acuáticos andinos y costeros, presentan un menor número de peces en comparación con ambientes similares de la región amazónica. Así, para este tramo se registraron tres (03) especies en total, estas representan el 20 % del total de especies potenciales (15 especies) detalladas en el Anexo 5.4.6-5. Estudios previos (Ortega y Chang 1998) reportan una decena de especies para los ríos costeros y un número menor para los ríos de la región andina. Se presenta a continuación los resultados de la evaluación de peces en el área de estudio.

Se identificó tres especies de peces, correspondientes a tres órdenes (Salmoniformes, Siluriformes y Atheriniformes) y tres familias (Salmonidae, Trichomycteridae y Atherinopsidae). Una especie -bagre *Trichomycterus sp.*- es nativa de las aguas continentales peruanas, mientras que dos son introducidas (pejerrey *Odontesthes bonariensis* y trucha *Oncorhynchus mykiss*). Los peces registrados en los ambientes acuáticos del área de estudio se listan en el Cuadro 5.4.6-2.

Cuadro 5.4.6-2 Peces registrados en el área de estudio

Ambiente acuático	Punto de muestreo	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Laguna Urcos	H-01	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha**
Río Vilcanota	H-02				
Río Vilcanota	H-02	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp.</i>	Bagre
Río Mapacho	H-05				
Río Ccatcca	H-03				
Río Vilcanota	H-02	Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonariensis</i>	Pejerrey**
Laguna Urcos	H-01				

** Especie introducida en el Perú

En el río Vilcanota se registro tres (03) especies de peces, mientras que en la laguna Urcos se registraron dos (02) especies de peces y en el río Ccatcca sólo una. Los bagres habitan ríos y quebradas de aguas torrentosas y de fuerte pendiente que presentan altas concentraciones de oxígeno disuelto. La trucha es una especie nativa de Norteamérica e introducida en nuestro país con fines de piscicultura; ha colonizado de manera exitosa diferentes hábitats acuáticos, principalmente lóticos y también lénticos. Ante la presencia de la trucha las especies nativas han sufrido disminución en sus poblaciones de forma considerable, debido al acelerado incremento poblacional de esta especie, lo cual conlleva a una intensa competencia por recursos (Ortega et al. 2000).

De acuerdo a lo indicado por la población local, el río Vilcanota presentaría una mayor abundancia de peces respecto a los demás ambientes acuáticos evaluados. Según el resultado de las encuestas realizadas, en cuanto a presencia o ausencia de especies y cantidades o volúmenes de las mismas, en el río Vilcanota la especie más abundante sería el pejerrey *Odontesthes bonariensis*.

Bentos

Esta comunidad biológica acuática está constituida principalmente por organismos invertebrados (insectos, larvas, crustáceos y gusanos) que viven asociados al fondo de los diferentes ambientes acuáticos.

Se identificó 23 especies correspondientes a dos phylum (Annelida y Arthropoda), tres clases (Hirudinea, Oligochaeta e Insecta) y siete órdenes (Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera y Díptera). A nivel de clases, Insecta presentó el mayor número de especies 21 que equivale al 91,30 % del total. Hirudinea y Oligochaeta sólo tuvieron una especie cada una (8,70 % en conjunto).

A nivel de órdenes, la mayor riqueza la presentó Díptera con siete especies (30,43 %), seguido de Trichoptera y Coleoptera con cuatro especies cada uno (34,78 % en conjunto), y el orden Ephemeroptera con tres especies (13,05 %). Cada una de las otras clases presentó una sola especie (21,74 % en conjunto). La lista de especies presentes en los ambientes acuáticos evaluados en el área de estudio se detalla en el Anexo 5.4.6-4.

La clase Oligochaeta, así como los órdenes Díptera y Trichoptera de la clase Insecta, estuvieron presente en todos los ambientes acuáticos evaluados (ver Cuadro 5.4.6-3). La clase Hirudinea y los órdenes Odonata, Plecoptera y Hemiptera sólo se registraron en un hábitat. Los dos primeros en la laguna Urcos y los dos últimos en el río Ccatcca. Además, sólo presentaron una especie.

Cuadro 5.4.6-3 Número de especies del bentos por hábitat

Clase	Orden	H-01	H-02	H-03 y H-04*	H-05 y H-06*
		Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Hirudinea	Indeterminada	1	S.R.	S.R.	N.R.
Oligochaeta	Indeterminada	1	1	1	1
Insecta	Odonata	1	S.R.	S.R.	S.R.
Insecta	Plecoptera	S.R.	S.R.	1	S.R.
Insecta	Ephemeroptera	S.R.	1	2	3
Insecta	Hemiptera	S.R.	S.R.	1	S.R.
Insecta	Coleoptera	S.R.	2	3	2
Insecta	Trichoptera	1	2	1	3
Insecta	Díptera	1	3	3	4
Total de especies		5	9	12	13

S.R. = Sin registro de especies

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

El río Mapacho presentó la mayor riqueza de especies 13, seguido del río Ccatcca con 12 y el río Vilcanota con nueve. La laguna Urcos sólo presentó cinco especies. En los ríos, los órdenes Díptera, Trichoptera y Coleoptera fueron los de mayor riqueza, mientras que en la laguna ninguno de los órdenes registrados fue dominante.

En el río Mapacho se evaluó dos puntos de muestreo. El primero se ubicó aguas abajo del poblado de Ocongata (H-05) y el segundo aguas arriba (H-06). Las 13 especies registradas en este río se presentaron en el punto de muestreo H-05. En el otro punto se registró cinco especies menos. El orden

Díptera presentó el mayor número de especies en los dos puntos de muestreo cuatro en H-05 y tres en H-06). Estas especies fueron *Hemerodromia sp.*, *Simulium sp.*, *Tabanus sp.* y una especie de la familia Chironomidae. La única especie de la clase Oligochaeta se presentó en el punto de muestreo H-05.

En el río Ccatcca, los órdenes Díptera y Coleóptera tuvieron el mayor número de especies tres cada uno). Las tres especies del orden Díptera fueron *Ephydra sp.* y *Limnophora sp.* y una especie de la familia Chironomidae. Las del orden Coleoptera fueron *Heterelmis sp.*, *Macrelmis sp.* y *Dytiscus sp.* Los órdenes Trichoptera, Hemiptera y Plecoptera, así como la clase Oligochaeta, sólo presentaron una especie. En este río también se evaluó dos puntos de muestreo. Uno se ubicó aguas arriba del poblado de Ccacta (H-03) y el otro, aguas abajo del poblado de Kcauri (H-04). A diferencia del río Mapacho, las doce (12) especies reportadas en este río se presentaron en el punto de muestreo ubicado aguas arriba (H-03). En el punto aguas abajo (H-04) se registró cinco especies menos.

En el río Vilcanota, el orden Díptera presentó tres especies y fue el de mayor riqueza. Las tres especies de este orden fueron *Ephydra sp.*, *Tipula sp.* y una especie de la familia Chironomidae. El orden Ephemeroptera sólo presentó una especie, igual que la clase Oligochaeta. En la laguna Urcos, todos los órdenes presentes tuvieron una sola especie (ver Anexo 5.4.6-4).

Plancton

En el área de estudio la evaluación del plancton incluyó el análisis del fitoplancton y el zooplancton. Los resultados se presentan a continuación.

Se identificó 29 especies del fitoplancton que corresponden a tres divisiones de algas: Bacillariophyta, Chlorophyta y Cyanophyta. Las diatomeas Bacillariophyta son el grupo con más especies 16, representando 55 % del registro total. Siguen las algas verdes Chlorophyta con 11 especies (38 %) y las algas verde-azules Cyanophyta con dos especies (7 %).

Las algas verdes Chlorophyta estuvieron presentes en todos los ambientes acuáticos evaluados. La mayor riqueza de estas algas se registró en el río Ccatcca (cinco especies), seguido del río Mapacho (cuatro (04) especies). Las diatomeas Bacillariophyta sólo se presentaron en ríos (ambientes lóticos). La mayor riqueza de esta división también se obtuvo en el río Ccatcca (trece (13) especies). Las algas azul-verdosas sólo se registraron en los ríos Ccatcca y Mapacho, con una especie, lo que se observa en el Cuadro 5.4.6-4. El número total de especies de fitoplancton registrado en cada punto de muestreo se detalla en el Anexo 5.4.6-4

Cuadro 5.4.6-4 Número de especies de fitoplancton por tipo de hábitat

Divisiones	H-01	H-02	H-03 y H-04*	H-05 y H-06*
	Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Chlorophyta	3	2	6	4
Cyanophyta	S.R.	S.R.	1	1
Bacillariophyta	S.R.	4	13	6
Total de especies	3	6	20	11

S.R. = Sin registros.

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

El río Ccatcca presentó el mayor número de especies del fitoplancton 20, con una dominancia de algas Bacillariophyta (13 especies). En el punto de muestreo H-04, aguas abajo de Kcauri, se registró 16 especies, mientras que en el punto H-03, aguas arriba de Ccatcca, 12. Del total de especies, siete se presentaron en ambos puntos de muestreo: *Spirogyra sp 1*, *Spirogyra sp.2*, *Cymbella turgida*, *Cymbella ventricosa*, *Diatoma hiemale*, *Gomphonema truncata* y *Melosita distans*. Las dos primeras son de la división Chlorophyta y las dos últimas de Bacillariophyta.

El río Mapacho fue el segundo en riqueza, con 11 especies. De éstas, seis fueron algas Bacillariophyta. El mayor número de especies se presentó en el punto de muestreo H-06, aguas arriba de Ocongate (11 especies). En el punto H-05, aguas abajo de Ocongate, se registró cinco especies menos. Las especies *Spirogyra sp. 1*, *Stichococcus subtilis*, *Ulothrix zonata*, *Cymbella ventricosa*, *Nitzschia sublinearis* y *Synedra ulna*, estuvieron presentes en los dos puntos de muestreo.

En el río Vilcanota se registró seis especies, cuatro Bacillariophyta (*Cymbella sp.*, *Cymbella ventricosa*, *Diatomea hiemale* y *Navicula mutica*) y dos Chlorophyta (*Spirogyra sp. 3* y *Ulothrix subtilissima*). Las tres especies presentes en la laguna Urcos fueron las algas verdes: *Closterium diana*, *Oedogonium sp.* y *Ulothrix subtilissima*.

Se identificó 14 especies de zooplancton que corresponden a nueve grupos: Rotífera, Copepoda, Cladocera, Protozoa, Chironomidae, Nematoda, Oligochaeta, Ostracoda y Tardígrada. Copepoda y Cladocera son los mejor representados con tres especies cada uno (43 % en conjunto), seguido de Protozoa con dos especies (14 %). Cada uno de los otros grupos presentó una sola especie (43 % en conjunto). La predominancia de Cladocera y Copepoda ha sido registrada en sistemas acuáticos continentales, existiendo variaciones en la riqueza y abundancia por factores bióticos y abióticos (Riofrío et al. 2003, Chalar et al. 2002) por lo que estos resultados eran esperados.

Para el zooplancton, ninguno de los cuatro hábitats evaluados presentó los nueve grupos que se registraron en el área de estudio. Los grupos más frecuente fueron Copepoda y Tardígrada, observados en dos de los cuatro ambientes evaluados. El primero en la laguna Urcos y el río Mapacho, y el segundo en los ríos Ccatcca y Mapacho. Si bien Cladocera sólo se presentó en el río Ccatcca, tuvo el mayor número de especies (ver Cuadro 5.4.6-5).

El río Ccatcca presentó el mayor número de especies, destacando Cladocera y Protozoa como los grupos de mayor riqueza (tres y dos, respectivamente). Las especies del primer grupo fueron *Alona sp.*, *Alonella exigua* y *Chydorus sphaericus*, mientras que las del segundo, *Arcella sp.* y *Arcella vulgaris*. De los dos puntos de muestreo evaluados en este río, H-04 –aguas abajo del poblado de Kcauri- fue el de mayor riqueza (nueve especies). En H-03 –aguas arriba de Ccatcca- se registró cuatro especies. En los dos puntos de muestreo se presentaron especies de los grupos Protozoa, Ostracoda y Tardígrada.

Cuadro 5.4.6-5 Número de especies del zooplancton por tipo de hábitat

Grupo	H-01	H-02	H-03 y H-04	H-05 y H-06
	Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Rotífera	S.R.	S.R.	S.R.	1
Copepoda	1	S.R.	S.R.	2
Cladocera	S.R.	S.R.	3	S.R.
Protozoa	S.R.	S.R.	2	S.R.
Chironomidae	S.R.	S.R.	1	S.R.
Nematoda	S.R.	1	S.R.	S.R.
Oligochaeta	S.R.	S.R.	1	S.R.
Ostracoda	S.R.	S.R.	1	S.R.
Tardigrada	S.R.	S.R.	1	1
Total de especies	1	1	9	4

S.R. = Sin registros

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

El río Mapacho fue el segundo en riqueza con cuatro especies. De este total, sólo una del grupo Copepoda estuvo presente en los dos puntos de muestreo evaluados en este río (H-05 y H-06). Las demás, se registraron en el punto de muestreo H-05 (*Sinantherina semibullata* [Rotífera] y *Harpacticoida sp.* [Copepoda]) o H-06 (especie del orden Tardígrada). En el río Vilcanota y la laguna Urcos sólo se presentó una especie, un nematodo y un copépodo, respectivamente.

5.4.6.4.2 Abundancia y Diversidad

Peces

Los índices de abundancia y diversidad para el grupo biológico de peces no se pudo determinar, ya que los datos obtenidos para peces fueron mayormente en base a encuestas.

Bentos

Se registraron un total de 2 564 individuos en el área de estudio. De este total 46 % (1 168 individuos) corresponden a insectos del orden Díptera, 39% (998 individuos) a insectos del orden Trichoptera y 8 % (214 individuos) a insectos del orden Ephemeroptera. El 7 % restante (184 individuos) incluye a individuos de los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Plecoptera, Odonata, un orden indeterminado de la clase Oligochaeta y un orden indeterminado de la clase Hirudinea. El número de individuos por clases para cada hábitat se presenta en el Cuadro 5.4.6-6.

Cuadro 5.4.6-6 Número total de individuos por hábitat

Clase	Orden	H-01	H-02	H-03 y H-04*	H-05 y H-06*
		Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Hirudinea	Indeterminada	1	S.R.	S.R.	S.R.
Oligochaeta	Indeterminada	7	3	15	1
Insecta	Odonata	1	S.R.	S.R.	S.R.
Insecta	Plecoptera	S.R.	S.R.	1	S.R.
Insecta	Ephemeroptera	S.R.	2	15	197
Insecta	Hemiptera	S.R.	S.R.	42	S.R.
Insecta	Coleoptera	S.R.	11	94	8
Insecta	Trichoptera	1	43	927	27
Insecta	Diptera	8	43	1 058	59
Total de individuos		18	102	2 152	292
Total del área de estudio		2 564			

S.R. = Sin registró de especies

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

La mayor abundancia se presentó en el río Ccatcca con dos mil ciento cincuenta y dos (2 152) individuos (84% del total del área de estudio). Destacan los insectos de los órdenes Díptera y Trichoptera con mil cincuenta y ocho (1 058) y 927 individuos, valores que representan 49% y 43% del total registrado en este río. Como se indicó anteriormente, en este río se evaluó dos puntos de muestreo (H-03 y H-04). La abundancia en H-04 -aguas abajo del poblado de Kcauri- fue de mil doscientos cuarenta y uno (1 241) individuos, mientras que en H-03 -aguas arriba del poblado de Ccatcca- fue de 911 individuos. La especie más abundante en H-04 fue un insecto de la familia Chironomidae con 941 individuos, seguido de *Ochrotrichia sp.*, insecto de la clase Trichoptera que tuvo 212 individuos. En el punto H-03 estas especies también fueron las más abundantes. *Ochrotrichia sp.* presentó 715 individuos y el insecto de la familia Chironomidae, 103 individuos. La abundancia de individuos de la familia Chironomidae se considera indicador de presencia de carga orgánica por lo que su abundancia, en comparación con otros grupos de organismos en el mismo hábitat, estaría relacionada a procesos de descomposición de materia orgánica.

El río Mapacho fue el segundo en abundancia con 292 individuos, valor que representa 11 % del total del área de estudio. A diferencia del río Ccatcca, los insectos del orden Ephemeroptera fueron los más abundantes con 197 individuos (67 % del total para este río). En segundo y tercer lugar estuvieron los órdenes Díptera y Trichoptera con 59 y 27 individuos (20 % y 9 % respectivamente). En este río también se evaluó dos puntos de muestreo (H-05 y H-06). Los macroinvertebrados bentónicos fueron más abundantes en H-05 -aguas abajo de Ocongate- con 231 individuos. En H-06 -aguas arriba de Ocongate- el número de individuos fue 61. La especie más abundante en ambos puntos de muestreo fue *Baetis sp.* (H-05 = 147 individuos, H-06 = 21 individuos) y la menos abundante *Tabanus sp.* con un sólo individuo.

La diversidad –expresada con el índice de Shannon-Wiener o H' - fue mayor en los ríos Vilcanota y Mapacho, con un valor de $H' = 2,24$ bits/individuo. A pesar que en el río Ccatcca presentó un alto número de especies e individuos, la diversidad fue la más baja del área de estudio (Cuadro 5.4.6-7). Este resultado estaría relacionado con la dominancia de dos (02) especies (*Ochrotrichia sp.* y una especie de la familia Chironomidae), cuyo alto número de individuos, reduce la heterogeneidad en la distribución de las especies y, por lo tanto, el valor de diversidad.

Cuadro 5.4.6-7 Índice de Shannon-Wiener por tipo de hábitat

Hábitat	Número de especies	Número de individuos	Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')
Laguna Urcos	5	18	1,74
Río Vilcanota	9	102	2,24
Río Ccatcca*	12	2 152	1,53
Río Mapacho*	13	292	2,24

* Calculado con los datos de dos puntos de muestreo

Plancton

Bacillariophyta fue la división de algas más abundante en el área de estudio (2 188 organismos/ml). La densidad de estas algas es muy alta y constituye 67 % de la abundancia total de fitoplancton. Las algas verdes Chlorophyta están en segundo lugar con novecientos noventa y nueve (999) organismos/ml (31 % del total). La división Cyanophyta fue muy escasa (sólo 2 %). El número total de organismos registrados fue de tres mil doscientos cuarenta y nueve (3 249).

Como se observa en el Cuadro 5.4.6-8, las diatomeas Bacillariophyta fueron las más abundantes, en especial en el río Ccatcca, donde se registró mil quinientos setenta y cinco (1 575) organismos/ml. Las algas verde-azules Cyanophyta sólo se presentaron en los ríos Ccacta y Mapacho, y sus abundancias fueron las más bajas del área de estudio (21 y 41 organismos/ml respectivamente).

Cuadro 5.4.6-8 Abundancia de fitoplancton (organismos/ml) por tipo de hábitat

Divisiones	H-01	H-02	H-03 y H-04*	H-05 y H-06*
	Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Chlorophyta	102	79	603	215
Cyanophyta	S.R.	S.R.	21	41
Bacillariophyta	S.R.	252	1 575	361
Total de organismos	102	331	2 199	617
Total para el área de estudio	3 249			

S.R. = Sin registros

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

El río Ccatcca presentó la mayor abundancia de fitoplancton, con un total de dos mil ciento noventa y nueve (2 199) organismos/ml (68 % del total del área de estudio). De los dos puntos de muestreo evaluados en este río, H-04 -aguas abajo del Kcauri- presentó mil seiscientos veintisiete (1 627) organismos, mientras que H-03 -aguas arriba de Ccatcca- tuvo quinientos setenta y dos (572) organismos. La especie más abundante fue *Nitzschia sigmaidea* (Bacillariophyta) con doscientos setenta y cinco (275) organismos/ml y sólo se registró en el punto de muestreo H-04. Las especies menos abundantes fueron *Oscillatoria ornata* (Cyanophyta) y *Rhopalodia gibba* (Bacillariophyta). La primera se registró en el punto de muestreo H-03 y tuvo una densidad de veintiuno (21) organismos/ml. La segunda, con treinta y cuatro (34) organismos/ml, se presentó en H-04.

La abundancia de fitoplancton en el río Mapacho fue la segunda del área de estudio. Las diatomeas Bacillariophyta también fueron dominantes (361 organismos/ml). La especie *Cymbella ventricosa* tuvo la mayor densidad (110 organismos/ml), mientras que *Surirella linearis* fue la menos abundante (21

organismos/ml). El punto de muestreo H-06 presentó un mayor número de organismos 389 respecto al punto de muestreo H-05 (228 individuos). En H-06 el alga verde *Stichococcus subtilis* fue la más abundante (51 organismos/ml) y en H-05, la diatomea *Cymbella ventricosa* (62 organismos/ml).

La laguna Urcos tuvo la menor abundancia de fitoplancton. Los organismos registrados fueron algas verdes incluidas en tres especies. La más abundante fue *Oedogonium sp.* con 53 organismos/ml. Las otras dos fueron *Closterium diana* y *Ulothrix subtilissima*, con 27 y 22 organismos/ml, respectivamente.

Los grupos de zooplancton más abundantes fueron Protozoa y Cladocera (109 y 68 organismos/ml respectivamente), seguidos de Ostracoda y Copepoda (56 y 47 organismos/ml, respectivamente). El grupo más escaso fue Rotífera (tres organismos/ml) y sólo estuvo presente en el río Mapacho (punto de muestreo H-05).

De los ambientes acuáticos evaluados, el río Ccatcca fue el de mayor abundancia de zooplancton con 264 organismos/ml (79 % del total). El número de individuos en los demás hábitats varió entre 42 y doce (12) organismos/ml. Este último valor se presentó en la laguna Urcos (ver Cuadro 5.4.6-9).

Cuadro 5.4.6-9 Número de organismos de zooplancton registrados en cada tipo de hábitat

Grupo	H-01	H-02	H-03 y H-04*	H-05 y H-06*
	Laguna Urcos	Río Vilcanota	Río Ccatcca	Río Mapacho
Rotífera	S.R.	S.R.	S.R.	3
Copepoda	12	S.R.	S.R.	35
Cladocera	S.R.	S.R.	68	S.R.
Protozoa	S.R.	S.R.	109	S.R.
Chironomidae	S.R.	S.R.	15	S.R.
Nematoda	S.R.	16	S.R.	S.R.
Oligochaeta	S.R.	S.R.	6	S.R.
Ostracoda	S.R.	S.R.	56	S.R.
Tardigrada	S.R.	S.R.	10	4
Total de especies	12	16	264	42
Total para el área de estudio	334			

S.R. = Sin registros

* Datos totales que incluyen los resultados de dos puntos de muestreo

De manear similar al fitoplancton, la mayor abundancia del zooplancton se presentó en el río Ccatcca, con 264 organismos/ml (79 % del total del área de estudio). En este río el grupo Protozoa fue el más abundante con 109 organismos/ml, seguido de Cladocera (68 organismos/ml) y Ostracoda (56 organismos/ml). Las especies más abundantes fueron *Arcella sp.* del grupo Protozoa (57 organismos/ml) y una especie del grupo Ostracoda (56 organismos/ml). De los dos puntos de muestreo evaluados en el río, H-04 presentó el mayor número de individuos (210 organismos/ml).

En el río Mapacho la abundancia fue menor respecto al río Ccatcca. Copepoda es el grupo más abundante con 35 organismos/ml. En los dos puntos de muestreo que se evaluaron en este río, la abundancia fue la misma (21 organismos/ml). El número de individuos en el río Vilcanota y la laguna Urcos fue también bajo. En el río el valor de abundancia corresponde a una especie del grupo Nematoda, mientras que en la laguna corresponde a la especie *Paracyclops sp.* del grupo Copepoda

(12 organismos/ml). La baja presencia de zooplancton en el río Mapacho y Vilcanota, posiblemente se deba a las corrientes moderadas que no favorecen un adecuado establecimiento de estos organismos.

El análisis de índices de diversidad muestra que el río Ccatcca presenta la mayor diversidad, tanto para el zooplancton como para el fitoplancton. El registro de una especie de zooplancton en la laguna Urcos y el río Vilcanota, determina que la diversidad sea nula (sin valor). Para el fitoplancton estos cuerpos de agua presentan un mayor número de especies, no obstante, los índices de diversidad son bajos, respecto a los otros ambientes acuáticos evaluados. (Ver Cuadro 5.4.6-10).

Cuadro 5.4.6-10 Índice de Shannon-Wiener por tipo de hábitat

Hábitat	Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H')	
	Fitoplancton	Zooplancton
Laguna Urcos	1,02	S.V.
Río Vilcanota	1,74	S.V.
Río Ccatcca*	4,07	2,79
Río Mapacho*	3,29	1,37

* Calculado con los datos de dos puntos de muestreo

5.4.6.5 ESPECIES PROTEGIDAS POR LA LEGISLACIÓN NACIONAL

La legislación nacional actual no incluye especies acuática en peligro o amenazadas.

5.4.6.6 ESPECIES INCLUIDAS EN CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN INTERNACIONAL

Las listas de conservación internacional (IUCN, CITES) no incluyen a las especies de peces registradas en este estudio.

5.4.6.7 ESPECIES EMPLEADAS POR LAS POBLACIONES LOCALES

De acuerdo a conversaciones con los lugareños, en los puntos de muestreo evaluados, tres especies se estarían empleando para consumo local y comercio (ver Cuadro 5.4.6-11). De éstas, una es nativa (bagre) y dos introducidas (trucha y pejerrey). En el río Vilcanota se presentan las tres (03) especies. La población local indicó que en este río el pejerrey es más abundante que la trucha y el bagre. Asimismo, refirieron que los bagres son de tamaño pequeño.

Cuadro 5.4.6-11 Especies utilizadas por las poblaciones locales y hábitat en el área del estudio

Especie	Nombre Común	Río Ccatcca	Río Vilcanota	Laguna Urcos
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha		A, C	A, C
<i>Trichomycterus sp.</i>	Bagre	A	A	
<i>Odontesthes bonariensis</i>	Pejerrey		A	A

A = alimentación, C= comercial