

INFORME TÉCNICO DE MUESTREO PARA MACROINVERTEBRADOS EN LA QUEBRADA DE CHAULLAYACU.



Blgo. Claudio Crespo.

Tarqui-Cuenca

JULIO 2013

INDICE DE CONTENIDOS

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
3	ANTECEDENTES.....	3
4	OBJETIVOS.....	4
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
5	SITIO DEL ESTUDIO.....	5
6	METODOLOGÍA.....	6
6.1	MUESTREO.....	6
6.2	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	10
7	RESULTADOS.....	12
8	CONCLUSIONES.....	13
9	FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....	14
10	ANEXOS.....	15
11	BIBLIOGRAFÍA.....	23

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	Valoración protocolo de monitoreo EPA	10
Tabla 2.	Valoración del índice ABI.....	11
Tabla 3.	Cuantificación y análisis ABI para macroinvertebrados de la Quebrada Chaullayacu. .	12
Tabla 4.	Caracterización EPA.....	12

INDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1.	Ubicación del muestro.....	5
Fotografía 2.	Remoción del lecho de la quebrada	6
Fotografía 3.	Extracción de la muestra para colecta en funda resellable.....	7
Fotografía 4.	Extracción de macroinvertebrados de la muestra colectada.....	7
Fotografía 5.	Macroinvertebrados en caja Petri.....	7
Fotografía 6.	Identificación de macroinvertebrados.....	8
Fotografía 7.	Larva de libélula (Odonata) en vista de microscopio.....	8
Fotografía 8.	Caracoles (Gasteropoda) en vista de microscopio.....	8
Fotografía 9.	Mediciones en la quebrada.....	9
Fotografía 10.	Uso de flotador.....	10



1 RESUMEN.

El presente estudio de macroinvertebrados acuáticos para complementar los análisis físico-químicos de la calidad del agua, fue realizado en un punto de muestreo de la quebrada de Chaullayacu a una cota de 2624msnm con coordenadas 718002mE y 9669651mS (UTM WGS84). Mediante el análisis en laboratorio se determinó una abundancia total de 337 individuos para los siete órdenes identificados. El 63% de estos individuos pertenecen a la familia Chironomidae y los cuales son los más abundantes (213 individuos) de la muestra colectada. El análisis ABI con un valor de 27 puntos indicó que las aguas se encuentran muy contaminadas; y el valor de 44 puntos obtenido por los parámetros EPA, indica que la calidad del agua es mala. Estos dos resultados indican que el agua de la quebrada de Chaullayacu posee niveles de contaminación considerables. Resultados que son corroborados mediante los parámetros físico-químicos que fueron realizados por el laboratorio de ETAPA-EP y los cuales demuestran una mala calidad del agua.

2 INTRODUCCIÓN.

Los macroinvertebrados acuáticos son animales que pueden ser vistos a simple vista (entre 2 milímetros y 30 centímetros) y que, mediante monitoreo, sirven para determinar el estado de la calidad del agua dulce (Carrera & Fierro, 2001). Estos animales pueden ser encontrados en dos tipos de ecosistemas: Los ecosistemas Lénticos o de aguas tranquilas y Lóticos o de aguas rápidas (cortolima.gov.co, 2006). Este tipo de ecosistemas pueden incluir larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas, chinches, entre otros; además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, camarones de río, cangrejos, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas (Carrera & Fierro, 2001).

Algunos de estos animales requieren agua de buena calidad para sobrevivir, mientras que, otros resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación, por ejemplo: las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada; sin embargo, algunas larvas o gusanos de otras moscas resisten la contaminación y abundan en agua sucia, y muchos de los cuales son vectores de enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas (Carrera & Fierro, 2001).

En resumen, el análisis de los macro invertebrados mediante su monitoreo en ecosistemas de agua dulce, permite conocer el estado de la calidad del agua ya que estos animales funcionan como bioindicadores. Se considera que un organismo es un indicador de calidad del agua, cuando este se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat (Roldán, 1999).

Para visualizar este concepto se usa los siguientes ejemplos: en ríos de montaña de aguas frías, muy transparentes, oligotróficas¹ y muy oxigenadas, es bastante común encontrar poblaciones dominantes de efemerópteros, tricópteros y plecópteros, pero también se puede encontrar en bajas proporciones, odonatos, hemípteros, dípteros, neurópteros, ácaros, crustáceos y otros grupos menores; por el contrario en ríos y quebradas que son contaminadas con materia orgánica, con poco oxígeno y eutróficas, es muy común encontrar oligoquetos, chironómidos y moluscos; pero ocasionalmente, pueden encontrarse pocos individuos que se consideran indicadores de aguas limpias (Roldán, 1999).

¹ Cuando un lago o embalse es pobre en nutrientes (oligotrófico) tiene las aguas claras, la luz penetra bien, el crecimiento de las algas es pequeño y mantiene a pocos animales. Al ir cargándose de nutrientes el lago se convierte en eutrófico. Crecen las algas en gran cantidad con lo que el agua se enturbia. Las algas y otros organismos, cuando mueren, son descompuestos por la actividad de las bacterias con lo que se gasta el oxígeno (Ortega, s.f).



3 ANTECEDENTES.

Debido a la conformación de un nuevo parque industrial (Ecoparque Industrial Chaullayacu) dentro del territorio de la comunidad de Chaullayacu (parroquia Tarqui), se ha dispuesto un Estudio de Impacto Ambiental, en el cual ya fue evaluado, todos los factores de la línea base conformados para este tipo de estudios. Dentro de esta línea base, se analizó el estado de la calidad del agua de la quebrada de Chaullayacu mediante análisis físico-químicos que fueron realizadas por el laboratorio de ETAPA-EP. Los resultados obtenidos de estos análisis fueron comparados con los criterios dispuestos por el TULSMA.

Los análisis físico-químicos son complementados con los análisis biológicos que son de interés para el presente informe. Así, el presente estudio comprende la evaluación de la calidad del agua de un ecosistema léntico (quebrada Chaullayacu) mediante el monitoreo de macroinvertebrados. Este informe formará parte de los estudios técnicos del proyecto “Ecoparque Industrial Chaullayacu” y servirá como instrumento de apoyo para la toma de decisiones y para el control y manejo ambiental del mismo.

4 OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

Complementar los análisis físico-químicos de la calidad del agua para la quebrada de Chaullayacu mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores para la calidad de los ecosistemas de agua dulce.

4.2 Objetivos específicos.

- ▣ Colectar una muestra biológica para macroinvertebrados en las aguas de la quebrada de Chaullayacu.
- ▣ Contabilizar e identificar lo macroinvertebrados colectados.
- ▣ Analizar las condiciones del agua con los macroinvertebrados identificados mediante el uso de los parámetros establecidos por el ABI y EPA.
- ▣ Interpretar y determinar el estado de la calidad del agua para la quebrada de Chaullayacu.

5 SITIO DEL ESTUDIO.

El estudio fue realizado en la quebrada de Chaullayacu ubicada en la parroquia rural Tarqui, al suroeste del cantón Cuenca a una cota de 2624msnm con coordenadas 718002mE y 9669651mS UTM WGS84. Las aguas de esta quebrada desembocan en el Río Tarqui que pertenece a la cuenca del Río Paute. El sitio de estudio pertenece a la zona de vida Matorral Húmedo Montano (Subregión norte y centro, sector sur de los Valles interandinos), según la Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental de Sierra. Además, el sitio en estudio ha sido modificado por la acción del hombre donde el paisaje ha cambiado debido a la deforestación para el desarrollo agrícola y ganadero del sector. Así se tienen pequeños remanentes de bosque donde su dosel no supera los 4 o 5 m de altura lo que genera una formación vegetal arbustiva. La quebrada de Chaullayacu donde fue colectada la muestra biológica está rodeada por especies herbáceas donde la especie dominante es el kikuyo.

Fotografía 1. Ubicación del muestreo.



Elaboración: Equipo consultor.

Fuente: Google Earth.

6 METODOLOGÍA.

6.1 Muestreo.

En el punto de muestreo (718002mE y 9669651mS) se realizó una colecta de organismos bentónicos macroinvertebrados; además, se realizó una caracterización física del ecosistema del de la quebrada analizando el hábitat fluvial utilizando una ficha prediseñada para realizar un análisis integral de la calidad del agua del punto de muestreo.

Colecta de macroinvertebrados: Seleccionada la zona de muestreo, se procedió a utilizar una red de mano/arrastre, con un ojo de malla de 0.25mm, en zonas con sustrato de piedras de un diámetro no mayor a 20cm, hojarasca y otros tipos de sustratos, abarcando el centro y las orillas de la quebrada. El sustrato del lecho de la quebrada fue movido con el uso de un palo de madera durante un minuto y realizando dos réplicas para una muestra. El contenido de la red fue colocado en una funda flexible resellable con agua y alcohol al 75%. La muestra biológica colectada fue llevada al Laboratorio de Limnología de la Universidad del Azuay, donde los individuos de macroinvertebrados fueron colocados en una bandeja plástica para luego ser extraídos mediante pinzas y colocados en una caja petri. Después, fueron contabilizados y finalmente identificados mediante el microscopio y las respectivas claves taxonómicas (Fotografías 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8). Para la fase de laboratorio se contó con el apoyo de la Egres. en Biología Patricia Rodas con respecto a la extracción, conteo, identificación y los análisis respectivos.

Fotografía 2. Remoción del lecho de la quebrada



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 3. Extracción de la muestra para colecta en funda resellable.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 4. Extracción de macroinvertebrados de la muestra colectada.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 5. Macroinvertebrados en caja Petri.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 6. Identificación de macroinvertebrados.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 7. Larva de libélula (Odonata) en vista de microscopio.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 8. Caracoles (Gasteropoda) en vista de microscopio.



Elaboración: Equipo consultor.

Medición de caudales: Se buscó un transecto de cuerpo de agua con la sección lo más homogénea, preferentemente con un flujo laminar para que así el sesgo sea el menor posible (Jáimez, Cuéllar et al. 2002). La fórmula para la obtención del caudal:

$$c = \frac{d \cdot a \cdot p \cdot k}{t}$$

Dónde: d=distancia (2, 3 o más metros) (depende también del ancho del cauce), a=ancho, p=profundidad, k=constante (0,8 canales rugosos y 0,9 canales lisos), t=tiempo. El tiempo se obtiene con el recorrido del flotador en una distancia conocida, con un promedio de 7 repeticiones. El flotador puede ser un palo, procurando en cada repetición que sea más o menos del mismo tamaño y peso.

Aplicando la fórmula se tendría:

$$c = \frac{4 \times 1 \times 0.07 \times 0.8}{10} = 0.0224 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado matemático indica que el agua tiene un recorrido de 0.224 metros cúbico por segundo a una distancia conocida de 4 metros.

Fotografía 9. Mediciones en la quebrada.



Elaboración: Equipo consultor.

Fotografía 10. Uso de flotador.



Elaboración: Equipo consultor.

Caracterización física: Para el análisis físico de riberas se utilizó el protocolo de monitoreo EPA (Environmental Protection Agency) donde se toma en cuenta todos los aspectos físicos y de interacciones bióticas en el hábitat, la calidad del lecho del río, la vegetación riparia y las cuales influyen en la estructura y función de las comunidades acuáticas del mismo. Se realizó un diagnóstico visual al momento del muestreo y en donde están incluidos parámetros físicos calificados con un puntaje, así la sumatoria proporciona una cifra que tiene su respectivo significado acerca de la calidad del agua.

Tabla 1. Valoración protocolo de monitoreo EPA

VALOR	DESCRIPCIÓN
<40	MUY MALO
Entre 40 y 80	MALO
Entre 80 y 120	MEDIO
Entre 120 y 160	BUENO
>160	MUY BUENO

6.2 Procesamiento de datos.

Análisis de Laboratorio de macroinvertebrados: Para obtener una mayor precisión en la muestra de macroinvertebrados, el nivel sistemático al que se identificó los organismos fue (en la medida de lo posible) de género. Las claves taxonómicas utilizadas fueron las de Domínguez (2009), Roldan (1996) y Heckman (2008 & 2011).

Índice biótico: Se utilizó el Andean Biotic Index (ABI) que analiza la composición de los macroinvertebrados acuáticos a nivel de familia y de acuerdo a su tolerancia a la contaminación, asignándole a cada familia un puntaje de acuerdo a su capacidad de supervivencia a distintos niveles de contaminación, 10 a los más sensibles o menos tolerantes y 1 a los tolerantes o resistentes. El puntaje final se obtiene sumando los valores de todos los componentes de cada muestra determinando así la calidad del agua (Mandaville, S.M. 2002) El Índice ABI, resulta de una abundante revisión bibliográfica realizada por Ríos, Acosta y Prat

(2006) en la cual se adaptan los valores del BMWP para alturas superiores a los 2000ms.n.m. en la región de los Andes.

Tabla 2. Valoración del índice ABI.

CLASE	VALOR	SIGNIFICADO	COLOR
	> 120	Aguas Muy limpias	
I	101 – 120	No contaminadas de modo sensible	
II	61 – 100	Evidentes algunos efectos de contaminación	
III	36 – 60	Aguas contaminadas	
IV	16 – 35	Aguas muy contaminadas	
V	15	Aguas fuertemente contaminadas	

7 RESULTADOS.

Macroinvertebrados: En la muestra de macroinvertebrados se encontraron 337 individuos pertenecientes a siete familias y siete géneros distintos. Los resultados encontrados dentro de esta estación según el índice biológico ABI, indican que el estado de calidad de agua se encuentra en la categoría de aguas muy contaminadas. La familia más predominante es Chironomidae con el 86% de dominancia dentro de la muestra; esta familia se caracteriza por vivir en cuerpos de agua someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios (bromeliáceas, axilas de las plantas) (Paggi, 2001). También, se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Son indicadores de agua mesoeutróficas (Roldán, 1996).

Tabla 3. Cuantificación y análisis ABI para macroinvertebrados de la Quebrada Chaullayacu.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	NÚMERO DE INDIVIDUOS	VALORACIÓN ABI
DIPTERA	Chironomidae		213	2
GASTEROPODA	Physidae	<i>Mayabina sp</i>	86	3
OLIGOCHAETA			26	1
BIVALVIA	Sphaeriidae	<i>Pisidium sp</i>	9	3
AMPHIPODA	Hyalellidae	<i>Hyalella sp</i>	1	6
ODONATA	Gomphidae		1	8
EPHEMERPTERA	Baetidae	<i>Andesiops sp</i>	1	4
			337	27

Elaboración: Universidad del Azuay (Egres. Biología Patricia Ródas).

Caracterización física: Según el protocolo de monitoreo EPA, la caracterización física de esta zona se encuentra en la categoría de mala; con características de ser un arroyo altamente intervenido por actividades antropogénicas. Las condiciones para una ecología de arroyo saludable no son las más óptimas y la calidad del agua tampoco.

Tabla 4. Caracterización EPA.

LUGAR	Substrato hábitat que podrían ser colonizados	Partículas que rodean sustrato	Velocidad y profundidad	Acumulación sedimento	Estado flujo del cauce	Alteración del cauce	Frecuencia de rápidos	Estabilidad de la orilla	Protección vegetación riparia	Ancho de vegetación ribereña	Índice EPA/200	Descripción por categoría
Quebrada Chaullayacu	5	6	1	7	5	7	1	4	4	4	44	MALO

Elaboración: Universidad del Azuay (Egres. Biología Patricia Ródas).

La valoración obtenida para la tabla 4 cuatro fue determinada mediante el uso de la tabla de valoración de la calidad del hábitat en arroyos con pendientes alta (Anexo 1). Además, se utilizó una ficha de campo para la caracterización física del ecosistema río (Anexo 2).

8 CONCLUSIONES.

El análisis en laboratorio indica que existe un mayor número de macroinvertebrados que son muy comunes en aguas con poco oxígeno y eutróficas como especies pertenecientes a la familia Chironomidae, Physidae y Sphaeriidae; siendo la más abundante Chironomidae con 213 individuos que representa el 63% de un total de 337 individuos identificados para siete ordenes identificados. Sin embargo, se encontró un individuo perteneciente a la familia Gomphidae (larva de libélula) que generalmente viven en aguas de otras características.

El análisis conjunto de macroinvertebrados y la caracterización física permitieron determinar que la calidad del agua de la quebrada de Chaullayacu no se encuentra en buenas condiciones. Así, se determinó que el análisis de macroinvertebrados mediante los parámetros ABI indica que el agua se encuentra muy contaminada; así mismo, la caracterización física mediante protocolo EPA demuestra que la calidad del agua es mala.

Estos dos métodos aportan al entendimiento de los resultados obtenidos por el equipo consultor al momento de interpretar los resultados físico-químicos otorgados por el laboratorio de ETAPA-EP, indicando que el agua de la quebrada Chaullayacu no puede ser usada para consumo humano, uso pecuario y uso agrícola.



9 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD.

Responsable	Firma
Ing. Víctor Chacón C.	Consultor.
Blgo. Claudio Crespo	Técnico ambiental.

10 ANEXOS.

Anexo 1. Tabla para la valoración de la calidad del hábitat en arroyos con pendientes alta

Parámetros del hábitat	Categoría			
	Óptimo	Subóptimo	Marginal	Pobre
1. Substrato; hábitats que podrían ser colonizados	Más del 70% de los hábitats son favorables para la colonización; mezcla de substratos como son leños sumergidos, piedras, cortes en las orillas u otro hábitat estable que permite la colonización potencial completa (es decir, troncos u obstáculos imprevisto que no han sido de caída reciente y no temporal).	40 -70% de mezcla de hábitats estables; potencial para la colonización completa; hábitat adecuado para el mantenimiento de las poblaciones; presencia de substrato de una caída reciente, pero que todavía no está preparado para la colonización (puede estar al extremo alto de la escala).	20 - 40% de mezcla de hábitats estables; disponibilidad menor de hábitats; los substratos frecuentemente perturbados o removidos.	Menos del 20% de hábitats estables; falta obvia de hábitats; substrato inestable o faltante.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	<u>5</u> 4 3 2 1 0
2. Partículas que rodean al substrato	0 - 25% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino. Estratos de piedra proporcionan una diversidad de espacio del nicho.	25 - 50% de la grava, piedra y rocas grandes rodeadas por sedimento fino.	50 - 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeadas por sedimento fino.	Más del 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeadas por sedimento fino.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 <u>6</u>	5 4 3 2 1 0
3. Velocidad y Profundidad	Todos los cuatro regimenes de velocidad y profundidad lo presentan (lento - profundo, lento - poco profundo, rápido - profundo, rápido - poco profundo). (Lento es <0.3 m/s, profundo	Sólo 3 de las 4 categorías lo presentan.	Sólo 2 de las 4 categorías presentan en el hábitat (rápido - poco profundo o lento - poco profundo están ausentes).	Dominado por 1 velocidad y profundidad (normalmente lento -profundo).



	es > 0.5 m.)			
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 <u>1</u> 0
4. Acumulación de sedimento	Pequeño o ningún agrandamiento de islas o puntos de obstrucción. Menos del 5% del fondo afectado por depósitos de sedimento.	Una formación pequeña de barreras, principalmente de arena gruesa, arena o sedimento fino. 5 - 30% del fondo afectado; deposición ligera en piscinas.	Acumulación moderada de arena gruesa, arena o sedimento fino en barreras anteriores y recientes; 30-50% del fondo afectado; el sedimento es depositado encogiéndose el lecho y curvaturas; deposición moderada de piscinas prevalecientes.	Depósitos altos de material fino, aumento en las barreras; más del 50% del fondo cambian frecuentemente; piscinas casi ausentes debido a la acumulación sustancial de sedimento.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 <u>7</u> 6	5 4 3 2 1 0
5. Estado del Flujo del cauce	Las bases de las dos orillas de la cuenca del río y el sustrato del cauce están expuestas en una cantidad mínima.	El agua llena >75% del cauce disponible; o < 25% de sustrato del cauce es expuesto.	El agua se llena del 25 - 75% del cauce disponible, o los sustratos de los rápidos son principalmente expuestos.	Una muy pequeña cantidad de agua en el cauce y principalmente se presenta como piscinas permanentes.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	<u>5</u> 4 3 2 1 0
6. Alteración del cauce	Canalización o dragado ausentes o mínimos; arroyo con una forma normal.	Presenta algunos canalizaciones, normalmente en áreas de los estribos de los puentes; evidencia una canalización pasada, es decir, dragado	Canalización tal vez extensa; terraplenes o estructuras presentes en ambas orillas; y del 40 al 80% del arroyo canalizado	Las orillas apuntaladas con gaviones o cemento; más del 80% del arroyo canalizado e interrumpido. El hábitat del río



		(hace más 20 años) tal vez presente, pero reciente no está presente la canalización.	e interrumpido en un tramo.	alterado altamente o quitado completamente.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 <u>7</u> 6	5 4 3 2 1 0
7. Frecuencia de rápidos (o recodos)	Presencia de rápidos relativamente frecuente; la proporción entre la distancia de rápidos dividido por ancho del arroyo es < 7:1 (generalmente 5 a 7); la variedad de hábitats es importante. En arroyos donde los rápidos son continuos, la presencia de rocas grandes u otros, obstáculos naturales son importante.	Presencia de rápidos poco frecuentes; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 7 a 15.	Rápidos o recodos ocasionales; los contornos del fondo proporcionan algún hábitat; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 15 a 25.	Generalmente toda el agua es uniforme o rápidos poco profundos; hábitat pobre; distancie entre rápidos dividido por el ancho del arroyo es una proporción >25.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 <u>1</u> 0
8. Estabilidad de la orilla (cuenta cada orilla)	Orilla estable; evidencia erosión de las orillas ausente o mínimo; pequeño potencial para problemas futuros. <5% de banco afectado.	Moderadamente estable; poco frecuente, pequeñas áreas de erosión han sanado principalmente encima. 5 -30% de la orilla tiene áreas de erosión.	Ligeramente inestable; 30 - 60% de la orilla tiene áreas de erosión; alta de erosión potencial durante diluvios.	Inestable; muchos áreas erosionadas; áreas "descubiertas" frecuentan a lo largo de las secciones rectas y curvas; orilla con desprendimientos obvios; 60 - 100% de la orilla tiene marcas de erosión con cicatriz.
Nota: Determine el lado izquierdo o derecho enfrentando río abajo.				
PUNT ____ (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	<u>2</u> 1 0
PUNT ____	Orilla derecha 10	8 7 6	5 4 3	<u>2</u> 1 0



(RB)	9				
9. Protección de la vegetación (cuenta cada orilla)	Más del 90% de la superficie de las orillas del río y las zonas ribereñas inmediatas, cubiertas por vegetación nativa, incluso de árboles, arbustos o macrofitas; interrupciones de la vegetación mínimo o no evidente; casi todas plantas tuvieron un crecimiento natural.	70 - 90% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación nativa, pero una clase de plantas no es bien representa; interrupción evidente pero no afecta el potencial crecimiento de las planta para extenderse; más de la mitad son pequeñas plantas potenciales y el resto altas.	50 - 70% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación; interrupciones obvias; parches de tierra desnuda o la vegetación estrechamente segada común; menos de la mitad de plantas de pequeñas son plantas potenciales y el resto altas.	Menos del 50% de la superficie las orillas de río cubiertas por vegetación; la interrupción de la vegetación en las orillas es muy alta; se ha quitado vegetación a 5 centímetros o menos en media altura del rastrojo.	
PUNT ____ (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	
PUNT ____ (RB)	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	
10. Ancho de la vegetación ribereña (cuenta cada orilla)	Ancho de la zona ribereña > 18 metros; actividades humanas (es decir, parques de estacionamiento, carreteras, cortes claros, césped, o cosechas) no hay una zona impactada.	Ancho de la zona del ribereña 12 - 18 metros; las actividades humanas sólo han impactado la zona mínimamente.	Ancho de la zona ribereña 6 - 12 metros; las actividades humanas han impactado un gran parte a la zona.	Ancho de la zona de ribereña < 6 metros: pequeño o ninguna vegetación ribereña debido a las actividades humanas.	
PUNT ____ (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	
PUNT ____ (RB)	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	

**Anexo 2. Ficha de campo para la caracterización física del ecosistema río**

DATOS GENERALES			
Nombre del arroyo	Quebrada Chaullayacu	Provincia	AZUAY
Código de la estación	Ch-1	Cantón	Cuenca
Localidad	Chaullayacu	Parroquia	Tarqui
Fecha (dd/mm/aa)	12/07/13	Longitud (UTM)	718002mE
		Latitud (UTM)	9669651mS
Altitud	2624m s.n.m.	Orden	<u>1</u> 2 3 4
Zona de vida: Matorral Húmedo Montano			
CONDICIONES DEL CLIMA			
☐	tormenta (lluvia fuerte)	¿Ha existido una lluvia fuerte en los últimos 7 días?	
☐	lluvia (lluvia constante)	Si x	No ☐
☐	llovizna (intermitente)		
☐	nublado %		
x	claro / soleado		
	Otro	_____	
CARACTERIZACIÓN DEL ARROYO			
Subsistema del arroyo		Origen del arroyo	
x	Perenne	☐	Glacial
☐	Intermitente	☐	Montano no glacial
☐	Tidal	x	Alimentado por un afluente
		☐	Mezcla de orígenes
		☐	Fangoso y pantano
		☐	Otro _____
CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO			
Terreno circundante predominante		Polución local de la cuenca del río	
☐	bosque	☐	Comercial
		☐	No evidencia



- | | | |
|---|--|--|
| ☒ campo de pastoreo | ☒ Industrial | ☐ Alguna fuente potencial |
| ☐ agricultura | ☐ Otro | ☒ Fuentes obvias |
| ☐ residencial | | |

Erosión local de la cuenca del río

- | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| ☒ Ninguna | ☐ Moderado | ☐ Alta |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|

VEGETACIÓN RIBEREÑA (18 m de buffer)*Indique el tipo dominante y registre las especies dominantes presentes:*

- | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| ☐ Árboles | ☐ Arbustos | ☒ Pastizal | ☐ Herbáceas |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|

*especies dominantes presentes: kikuyo***CARACTERÍSTICAS DEL ARROYO**

CAUDAL

Cobertura del dosel

- | |
|--|
| ☐ Abierto |
| ☒ Parcialmente abierto |
| ☐ Sombreado |

ANOTAR CAUDAL CON LA FORMULA**QUE ESTABA EN METODOLOGIA**

Rápidos (%) _____

Canalizado ☒ Si ☐ No

Corriente (%) 100

Diques presentes ☐ Si ☒ No

Piscinas (%)

VEGETACION ACUATICA*Indique el tipo dominante y registre la especie :*



- | | | |
|--|--|--|
| ☐ Raíces emergentes | ☐ Raíces sumergidas | ☐ Flotación libre |
| ☐ Raíces flotantes | x Algas adheridas | ☐ Algas flotantes |

Especies dominantes : perifiton

% de vegetación acuática en el tramo muestreado 2 %

CALIDAD DEL AGUA

Olor en el agua

- | | |
|---|-------------------------------------|
| ☐ Normal o ninguno | ☐ Anaeróbico |
| ☐ Químico | ☐ Petróleo |
| x Alcantarillado | ☐ Otro _____ |

Hora tomada: ANOTAR HORA

Aceites en la superficie del agua

Turbiedad

- | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| ☐ Extenso | ☐ Brillo | ☐ Masa pequeña | x Claro | ☐ Un poco turbio | ☐ Turbio |
| ☐ Puntos | x Ninguno | ☐ Otro | ☐ Opaco | ☐ Teñido | ☐ Otro _____ |

SEDIMENTO / SUBSTRATO

Olores

- | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ Normal | x Alcantarillado | ☐ Petróleo | ☐ Otro _____ |
| ☐ Químico | ☐ Anaeróbico | ☐ Ninguno | |

Aceites

- | | | | |
|------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| x Ausentes | ☐ Ligero | ☐ Moderado | ☐ Abundantes |
|------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|

**Depósitos**

x Lodos ☐ Aserrín ☐ Fibras de papel x Arena ☐ Descargas de aceite ☐ Otros _____

¿Mire las piedras que no están hundidas profundamente, parte inferior de una coloración negra?

x Si ☐ No

COMPONENTES DE SUBSTRATOS INORGANICOS			COMPONENTES DEL SUBSTRATO ORGANICO		
(deben sumar el 100%)			(no necesariamente deben sumar el 100%)		
<i>Tipo de sustrato</i>	<i>Diámetro</i>	<i>% de composición del área muestreada</i>	<i>Tipo de sustrato</i>	<i>Características</i>	<i>% de composición del área muestreada</i>
Roca firme/grande	> 256 mm		Detritos (gruesos)	ramitas, madera, los materiales de la planta toscos	
Rocas grandes	< 256 mm				
Piedras	64 - 256 mm		Escombros de barro	el barro: negro, con abundante materia orgánica	80
Grava	2 - 64 mm				
Arena	0,06 - 2 mm (Arenisco)	60	Detritos finos	gris, con fragmentos pequeños de hojarasca	
Limo	0,004 - 0,06 mm	30			
Arcilla	< 0,004 mm	10			

11 BIBLIOGRAFÍA.

- cortolima.gov.co. (2006). Recuperado el 15 de 07 de 2013, de http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro_documentos/coello/2_10_BIODIVERSIDAD.pdf
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, Ecuador: Ecociencia.
- Domínguez, E & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina.
- Heckman, C. (2008). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata-Zygoptera*. Springer, Estados Unidos.
- Mandaville, S. (2002). Benthic macroinvertebrates in freshwater-taxa tolerance values, metrics and protocols.
- Ortega, T. (s.f.). *educa.madrid.org*. Recuperado el 15 de 07 de 2013, de <http://www.educa.madrid.org/web/ies.europa.rivas/biologia/documentos/ctm/bl3/eutrofizacion.pdf>
- Paggi, A. Díptera: Chironomidae. Cap. 8: 167-193. En: Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Domínguez, E y Fernández, H (eds). Editorial Tucuman. Serie: Investigaciones de la UNT. Tucumán, Argentina.
- Parson, J & Mathews, R. (1995). Analysis of the associations between macroinvertebrates and macrophytes in a freshwater pond. Northwest Science.
- Prat, N; Ríos B; Acosta, R; De Wall, R. (2006). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En: Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Domínguez, E y Fernández, H (Eds). Publicaciones especiales. Fundación Miguel Lilo. Tucumán, Argentina.
- Roldán, P. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 23(88), 375-387.
- Roldán, G. (2008). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Depatemaneto de Antioquía, Impreades Presencia S.A, Bogotá-Colombia.