

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022.

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA CARRERA EN DESARROLLO AMBIENTAL

### **AUTOR**

Cuenca Camacho Pablo Xavier

### **DIRECTORA**

Ing. Zoila Fabiola Martínez Gonzaga

Loja, mayo de 2022

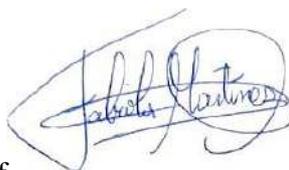
**Certificación****Ing.**

Fabiola Martínez G.

**DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN****CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022” el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizó su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, mayo 2022



f. \_\_\_\_\_

**Ing. Fabiola Martínez Gonzaga**

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de manera muy especial:

A mis padres Ángel Cuenca y Gloria Camacho, que siempre me apoyaron desde el inicio de la carrera hasta el final, estando para mí en todo momento brindándome todo lo necesario para que logre concretar esta etapa de mi vida.

A mi tutora de Tesis Ing. Fabiola Martínez, que supo brindarme todo su conocimiento académico y esmero que me ayudó en gran manera a desarrollar este trabajo de investigación para el fin de mi carrera.

A mi hermano Ángel Bladimir y hermanas Diana, Sandra y Andrea que me apoyaron dándome ánimos y estuvieron conmigo en cada momento.

Pablo Xavier Cuenca Camacho

### **Agradecimiento**

Al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano por brindarme la oportunidad de cursar mis estudios Superiores, que me ofreció una educación de calidad siendo un entorno muy agradable para el aprendizaje.

A mis padres por haberme apoyado de inicio a fin para que yo pudiese cursar por esta etapa de mi vida enseñándome que lo más valioso que puede poseer el ser humano es una buena educación y eso me lo supieron brindar desde mis inicios en la vida.

A todos mis docentes que al cursar cada ciclo supieron brindarme su sabiduría para que me prepare hasta llegar a este punto y poder realizar este trabajo investigativo.

A mis compañeros de curso que siempre entre risas supieron hacer más ameno el reto de aprender.

Pablo Xavier Cuenca Camacho

## **Acta de Cesión de Derechos**

### **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - La Ing. Fabiola Martínez Gonzaga, por sus propios derechos en calidad de Directora del proyecto de investigación de fin de carrera; Pablo Xavier Cuenca Camacho mayor de edad, por sus propios derechos de calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera, emite la presente acta de cesión de derechos.

SEGUNDA: Declaratoria de autoría y política institucional.

Uno. -Pablo Xavier Cuenca Camacho realizó la investigación “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA

DURANTE EL AÑO 2021-2022”, para obtener el título de Tecnólogo en Desarrollo Ambiental, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. Fabiola Martínez Gonzaga.

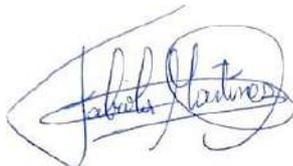
DOS. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

TERCERA. - Los comparecientes Ing. Fabiola Martínez Gonzaga, en calidad de Directora del Proyecto de investigación de fin de carrera y, Pablo Xavier Cuenca Camacho, como autor, por el medio del presente instrumento, tiene a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022”

A favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, concede autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA. - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscribe la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de abril 2022.



.....  
Ing. Fabiola Martínez Gonzaga

**DIRECTORA**

C.I.: 1104334493



.....  
Pablo Xavier Cuenca Camacho

**AUTOR**

C.I.: 1900775006

## Declaración juramentada

Loja, mayo de 2022

**Nombres:** Pablo Xavier

**Apellidos:** Cuenca Camacho

**Cédula de Identidad:** 1900775006

**Carrera:** Desarrollo Ambiental

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** octubre 2021- abril 2022

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022”.

En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de

investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja.



.....  
Pablo Xavier Cuenca Camacho

C.I.: 1900775006

## INDICE

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>V</b>
<b>DECLARACIÓN JURAMENTADA .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>2. ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>3. PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>16</b>
<b>4. TEMA.....</b>	<b>18</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>6. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
6.1 OBJETIVOS GENERAL .....	21
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>7. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
7.1 MARCO INSTITUCIONAL.....	22
7.1.1 Breve Reseña Histórica .....	22
7.1.2 Misión, Visión y Valores .....	25
7.1.3 Referencias Académicas .....	25
7.1.4 Políticas Institucionales .....	26
7.1.5 Objetivos Institucionales.....	27
7.1.6 Políticas Institucionales .....	28
7.1.7 Plan Estratégico de Desarrollo .....	28
<b>8. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>30</b>
8.1 ECOSISTEMAS.....	30
8.1.1 Concepto.....	30
8.1.2 Hidrografía .....	31
8.1.3 Estudio del agua .....	34
<b>9. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....</b>	<b>40</b>
9.1 MÉTODOS.....	40
9.1.1 Método Fenomenológico.....	40
9.1.2 Método Hermenéutico.....	40
9.1.3 Método Practico Proyectual.....	40
9.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	41

9.2.1	Muestra.....	41
9.2.2	Población.....	41
9.2.3	Observación.....	41
9.2.4	Entrevista .....	41
<b>10.</b>	<b>FASES METODOLÓGICAS .....</b>	<b>42</b>
10.1	FASE I: PRELIMINAR.....	42
10.1.1	Descripción del área de estudio.....	42
10.1.2	Diagnostico Ambiental.....	42
10.1.3	Diagnóstico de la Microcuenca.....	43
10.1.4	Entrevista.....	45
10.2	FASE II: MUESTREO Y MONITOREO .....	46
10.2.1	Establecimiento de puntos de muestreo.....	46
10.2.2	Monitoreo Biológico.....	47
10.2.3	Colecta de macroinvertebrados.....	48
10.2.4	Muestreo de agua.....	51
10.3	FASE III: GUÍA DIDÁCTICA.....	52
10.4	FASE IV: SOCIALIZACIÓN.....	53
<b>11.</b>	<b>MÉTODOS Y TÉCNICAS.....</b>	<b>54</b>
11.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	54
11.1.1	Muestreo de agua.....	54
11.2	FACTOR ABIÓTICO .....	56
11.3	FACTOR BIÓTICO.....	58
11.4	FACTOR SOCIOECONÓMICO.....	59
11.5	DIAGNÓSTICO DE LA QUEBRADA EL CARMEN .....	59
11.5.1	Aplicación de la formula.....	60
11.6	ENTREVISTA .....	62
11.6.1	Aplicación de la Entrevista .....	62
11.7	MUESTREO Y MONITOREO .....	63
11.7.1	Establecimiento de punto de muestreo .....	63
11.7.2	Definición de puntos de muestreo.....	64
11.7.3	Monitoreo biológico.....	65
11.7.4	Técnica utilizada para realizar la colecta de macroinvertebrados.....	66
11.7.5	Recolección manual de macroinvertebrados .....	67
11.7.6	Colecta de macro invertebrados.....	67
11.7.7	Identificación taxonómica .....	68
11.7.8	Identificación a través de orden y familia. ....	68
11.8	MÉTODO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.....	69
11.8.1	Resultados del índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichóptera) .....	70
11.8.2	Calidad de agua .....	75
11.8.3	Resultados del índice de sensibilidad .....	78
11.9	MUESTREO DE AGUA.....	81
11.9.1	Establecimiento de puntos de muestreo.....	81
11.9.2	Recolección de muestras.....	83
11.9.3	Etiquetado de muestras .....	83
11.9.4	Transporte de muestras .....	84
11.9.5	Análisis de laboratorio .....	84
<b>12.</b>	<b>PROPUESTA DE ACCIÓN.....</b>	<b>85</b>
12.1	GUÍA DIDÁCTICA. (CAPÍTULO DE LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE MACRO INVERTEBRADOS ACUÁTICOS).....	85
	<b>CRÉDITOS.....</b>	<b>87</b>

<b>ÍNDICE DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>88</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>90</b>
<b>ANÁLISIS DE INVERTEBRADOS.....</b>	<b>91</b>
<b>ACTIVIDAD AUTÓNOMO 4 .....</b>	<b>102</b>
1. <i>Evalué la calidad del agua por el método de BMWP del siguiente ejercicio. Recuerde colocar los puntajes con base a la Ficha Nro.1.....</i>	<i>102</i>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>105</b>
12.2 SOCIALIZACIÓN .....	108
12.2.1 <i>Organización.....</i>	<i>108</i>
12.2.2 <i>Objetivos de la Socialización .....</i>	<i>109</i>
12.2.3 <i>Desarrollo de la Socialización .....</i>	<i>109</i>
12.2.4 <i>Desarrollo de la Socialización .....</i>	<i>109</i>
12.2.5 <i>Asistentes de la Metodología .....</i>	<i>110</i>
12.2.6 <i>Resultados .....</i>	<i>110</i>
<b>13. CONCLUSIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>14. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>113</b>
<b>16. ANEXOS .....</b>	<b>116</b>
16.1 ANEXO 1 APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO.....	116
16.2 ANEXO 2 CERTIFICADO DE AUTORIZACIÓN .....	117
16.3 PRESUPUESTO.....	118
16.3.1 <i>Presupuesto para el primer objetivo.....</i>	<i>118</i>
16.3.2 <i>Presupuesto para el segundo objetivo.....</i>	<i>119</i>
16.3.3 <i>Presupuesto para el tercer objetivo.....</i>	<i>119</i>
16.3.4 <i>Presupuesto para el cuarto objetivo.....</i>	<i>120</i>
16.3.5 <i>Presupuesto final .....</i>	<i>120</i>
16.4 CRONOGRAMA.....	121
16.5 PARÁMETROS, CARACTERÍSTICAS Y VALORES PARA LA EVALUACIÓN VISUAL.....	123
16.6 ACTA ENTREGA-RECEPCIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA .....	124
16.7 RESULTADOS DE LABORATORIO PARTE ALTA .....	125
16.8 RESULTADOS DE LABORATORIO PARTE BAJA .....	127
16.9 CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL ABSTRACT .....	129
16.10 CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE BORRADOR POR PARTE DE TUTORA DE TESIS. ....	131

## Índice de Figuras

Figura 1	Elemento grafico que identifica a la Institución .....	22
Figura 2	Estructura del modelo pedagógico.....	28
Figura 3	Elemento grafico referente a un ecosistema .....	30
Figura 4	Elemento referente a Cuenca Hidrográfica.....	31
Figura 5	Elemento referente a Divortium Aquarium en general.....	32
Figura 6	Elemento que hace referencia a Aguas Subterráneas de manera clara .....	33
Figura 7	Imagen referente a individuo del grupo de macroinvertebrados .....	35
Figura 8	Fases Metodológicas.....	42
Figura 9	Formato desarrollo Guía.....	52
Figura 10	Mapa de la quebrada El Carmen.....	54
Figura 11	Mapa área de influencia.....	55
Figura 12	Armadillo .....	59
Figura 13	Aplicación entrevista al morador voluntario .....	63
Figura 14	Recorrido realizado y determinación de la parte media .....	64
Figura 15	Mapa de puntos de monitoreo.....	64
Figura 16	Monitoreo siendo realizado con implementos necesarios .....	65
Figura 17	Materiales de campo para monitoreo biológico, estaca pintada para que resalte mejor. ....	66
Figura 18	Red surber para realizar monitoreo.....	66
Figura 19	Recolecta manual de macro invertebrados con red surber .....	67
Figura 20	Revisión de macro invertebrados en la malla de la red .....	68
Figura 21	Macro invertebrado observado por medio de microscopio .....	68
Figura 22	Macro invertebrado claramente visible para observar sus partes .....	69
Figura 23	Familias encontradas .....	70
Figura 24	Número de individuos en la Zona Alta.....	71
Figura 25	EPT presentes Zona Alta .....	72
Figura 26	Número de individuos en la Zona Media .....	73
Figura 27	EPT Presentes Zona Media.....	73
Figura 28	Individuos encontrados en la Zona Baja.....	74
Figura 29	Individuos encontrados en la Zona Baja.....	74
Figura 30	EPT presentes en la Zona Baja. ....	75
Figura 31	Gráfico del total de EPT encontrados en la quebrada El Carmen .....	75
Figura 32	Mapa de las dos zonas donde se tomó la muestra .....	82
Figura 33	Recipientes con muestras de agua .....	83
Figura 34	Transporte de muestras por medio de un cooler.....	84
Figura 35	EPT Presentes en la zona control.....	93
Figura 36	EPT presentes .....	94
Figura 37	Puntuaciones de cada familia.....	96
Figura 38	Hoja de identificación del índice de sensibilidad .....	97
Figura 39	Valores del índice de BMWP .....	101
Figura 40	Ficha No 1 de la calidad del agua .....	102
Figura 41	Ejercicio para evaluar la calidad del agua .....	103
Figura 42	Exposición mediante Meet a jóvenes de la carrera de Desarrollo Ambiental.....	108
Figura 43	Desarrollo de la Socialización .....	109

## Índice de Tablas

Tabla 1	Tabla de sensibilidad de macroinvertebrados ante cambios a su entorno.....	36
Tabla 2	Materiales necesarios para la implementación de diferentes métodos de estudio. ....	38
Tabla 3	Calidad del agua según índice de ETP.....	39
Tabla 4	Cómo voy a realizar el Diagnóstico Ambiental .....	43
Tabla 5	Ítems a evaluar según el protocolo de SVAP.....	44
Tabla 6	Hoja de interpretación del diagnóstico de la quebrada minas.....	45
Tabla 7	Materiales de campo y laboratorio a utilizar.....	47
Tabla 8	Análisis EPT para calidad de agua.....	49
Tabla 9	Hoja de identificación del índice de sensibilidad.....	50
Tabla 10	Hoja de interpretación de resultados .....	51
Tabla 11	Tabla de temas utilizados para dar a conocer métodos de valoración de calidad de agua.....	53
Tabla 12	Puntos georreferenciales de cada una de las zonas de monitoreo.....	56
Tabla 13	Rango de Precipitaciones máximas y mínimas del Cantón Loja .....	57
Tabla 14	Diversidad de Fauna.....	58
Tabla 15	Ítems a evaluar según el protocolo de SVAP.....	60
Tabla 16	Hoja de interpretación del diagnóstico de la quebrada minas.....	61
Tabla 17	Materiales utilizados en el campo para el monitoreo biológico.....	65
Tabla 18	Individuos encontrados en la Zona Alta. ....	71
Tabla 19	Individuos encontrados en la Zona Media. ....	72
Tabla 20	Parte Alta de la Quebrada El Carmen. ....	76
Tabla 21	Parte media de la quebrada EL Carmen.....	77
Tabla 22	Parte Baja de la quebrada El Carmen.....	78
Tabla 23	BMWP parte alta quebrada El Carmen.....	79
Tabla 24	BMWP parte media quebrada El Carmen.....	80
Tabla 25	BMWP parte baja quebrada El Carmen.....	81
Tabla 26	Análisis EPT para calidad de agua.....	92
Tabla 27	Índice que se analiza con los órdenes EPT .....	93
Tabla 28	Puntuaciones totales del IBMWP .....	95
Tabla 29	Índice de BMW? .....	100
Tabla 30	Comparación de los puntajes en cada zona de muestreo .....	101
Tabla 31	Asistentes de jóvenes a la Socialización.....	110
Tabla 32	Presupuesto para el cumplimiento de la primera fase del proyecto .....	118
Tabla 33	Presupuesto para el cumplimiento de la segunda fase del proyecto .....	119
Tabla 34	Presupuesto para el cumplimiento de la tercera fase del proyecto .....	119
Tabla 35	Presupuesto para el cumplimiento de la cuarta fase del proyecto.....	120
Tabla 36	Presupuesto para el cumplimiento de la quinta fase del proyecto .....	120

## 1 Resumen

El recurso agua es un elemento de suma importancia para el ecosistema así mismo como para el funcionamiento óptimo de cada una de sus funciones, llegando a ser indispensable para los seres vivos en su cadena trófica, pero al realizar algunas actividades se produce alteraciones, las cuales provocan que este recurso pueda verse comprometido por causas tanto naturales como antrópicas.

Debido a estas alteraciones que se producen por actividades relacionadas al ser humano, se ha visto conveniente realizar el estudio “evaluación de la calidad del agua mediante el estudio de macro invertebrados acuáticos como bioindicadores en la quebrada elcarmen, cantón loja, provincia de loja durante el año 2021-2022” para determinar la calidad del agua utilizando macro invertebrados bentónicos.

Dicho proyecto se encuentra ubicada en el sector del barrio del mismo nombre en la Ciudad de Loja, Cantón Loja en la Provincia de Loja para conocer si es conveniente para realizar actividades recreacionales en el sector antes mencionado.

El objetivo a implementar “Evaluar la calidad del agua presente en la microcuenca elCarmen, mediante un estudio de macro invertebrados acuáticos como bioindicadores para conocer el estado actual en el que se encuentra”, se llevó a cabo mediante la metodología de índices tanto de BMWP como EPT, para los cuales se realizó monitoreos en tres puntos distintos y posterior a ello, los especímenes recolectados fueron llevados a laboratorio para su respectiva identificación taxonómica.

Con la información recolectada se realizó una guía metodológica para dar a conocer a los jóvenes cómo realizar un estudio completo de estudio de la calidad del agua mediante la aplicación de macro invertebrados, lo cual será de gran beneficio para futuros proyectos investigativos.

La calidad del agua de la quebrada El Carmen se encuentra en un rango aceptable para la ejecución de actividades de recreación. Al realizar el monitoreo biológico tener en cuenta el tiempo atmosférico el día que se va a salir a campo, si está muy lluvioso considerar reprogramar debido a posibles crecidas que puedan amenazar la seguridad del personal que va a realizar la actividad.

**Palabras Claves:** Agua, Recursos hídricos, índices.

## 2 Abstract

The Water resource is an element of great importance for the ecosystem, as well as for the optimal functioning of each of its functions, becoming indispensable for living beings in their trophic chain, but when some activities are carried out, alterations occur, which cause this resource to be compromised by both natural causes

Due to these alterations caused by human-related activities, it has been deemed convenient to carry out the study "Evaluation of water quality through the study of aquatic macroinvertebrates as bioindicators in El Carmen stream, Loja canton and province during the year 2021-2022" to determine water quality using benthic macroinvertebrates.

This project is located in the sector of the neighborhood of the same name in the city of Loja, Loja canton and province to find out if it is convenient to implement recreational activities in this sector.

The objective to implement is "To evaluate the quality of the water present in El Carmen micro-watershed, through a study of aquatic macroinvertebrates as bioindicators to know its current state". It was carried out through the methodology of both BMWP and EPT indexes, for which monitoring was carried out at three different points, after that, the specimens collected were taken to the laboratory for their respective taxonomic identification.

Therefore, with the information collected, a methodological guide was prepared to show the young people how to carry out a complete study of water quality through the application of macroinvertebrates, which will be of great benefit for future research projects.

Finally, the water quality of El Carmen stream is in an acceptable range for recreational activities. Therefore, when carrying out biological monitoring, it is important to take into account the weather on the day of the field trip. If there is a heavy rain, consider rescheduling due to possible flooding that could threaten the safety of the staff that will carry out the activity.

**Key words:** Water, Water resources, indexes.

**Traducido por:** Lic. Jordy Christian Granda F., Mgs. – 0967352473-Docente Inglés ISTS

### 3 Problemática

Actualmente los niveles de agua que puede consumir el ser humano se ven afectados por las diversas alteraciones a la calidad que presentan, esto afecta a continentes enteros y hace que disminuya el volumen de agua que puede ser aprovechada a nivel global, en un futuro incluso puede llegar a escasear en muchas regiones trayendo problemas de ocupación de territorios por personas en busca de este sustento vital que sólo se encontrará en ciertos lugares.

El Universo, (2017) Afirma:

En nuestro país los niveles de calidad de agua presentan un problema, en la actualidad este recurso hídrico presenta un 79,3% de agua que no se encuentra contaminada y que puede ser utilizada por el ser humano para sus actividades cotidianas, el cual, aunque parezca un número abundante, es una cifra un tanto reducida teniendo en cuenta los años anteriores, por el contrario, el porcentaje de agua contaminada llega a los 20,7%, siendo una cifra sorprendente debido a que se distribuye en varios sectores.

Además, se puede evidenciar que del total de barrios urbanos que se encuentran en el país tenemos un 84,6% de agua no contaminada que es aprovechada directamente por los habitantes, de lo contrario, el 15,4% del agua que se encuentra en las urbes ya se encuentra comprometida bajo las influencias de algún contaminante y ya no puede ser implementada a las actividades frecuentes y necesarias que son realizadas día a día, adicional a esto, en estos sectores urbanos encontramos un tercer elemento, el cual es el agua embotellada o envasada que equivale un 28,6% del total de agua presente (El Universo, 2017).

Díaz, (2018) Menciona:

En el cantón de Loja, el Municipio constantemente se encuentra realizando monitoreos las plantas de tratamiento de agua, teniendo como resultado que Loja se beneficia con el consumo de agua bastante buena, aunque no cuenta con el sello de agua de calidad, al menos el agua que tiene a disposición de su población se encuentra en unos niveles bastante buenos de agua sin contaminar, esto se da a notar tanto en los sectores urbanos como rurales, puesto a que en los segundos mencionados

también se realiza un control riguroso para que la mayor parte de los moradores puedan hacer uso de este servicio vital, llegando a la increíble cantidad del 93,19% de la población lojana que tiene a su alcance este bien común. Además, es importante evidenciar que esto hace referencia al agua que se consume gracias a los servicios de potabilización, de modo que, el agua que se encuentra en las microcuencas no cuenta con los mismos tratamientos llegando en algunos sectores a estar bastante comprometida su calidad, alterando a varios ecosistemas acuáticos.

Mazón & Esparza Godoy, (2017) Hace Mención:

Las microcuencas se ven afectadas principalmente por las actividades antrópicas, tales como son el incremento y avance de las zonas pobladas, así mismo la ganadería, cultivos, los cuales traen consigo grandes impactos a los sectores comprometiendo la calidad del agua de las mismas, a su vez, afectan directamente a las comunidades de macro invertebrados, los cuales se ven reducidos en números debido a los contaminantes que son disueltos directa o indirectamente en las aguas de dichas microcuencas. Esto llega a alterar a los ecosistemas nativos, trayendo impactos negativos que perjudican y compromete la estabilidad energética en las cadenas tróficas que actualmente ya están siendo afectadas.

Además, estos organismos macro invertebrados son necesarios, debido a que tienen un papel de suma importancia en las microcuencas, se encargan de procesar toda la materia orgánica que se encuentra disuelta en el agua, esta es liberada por los organismos fotosintéticos (plantas acuáticas), sin la presencia de estos organismos este eslabón se rompe y puede llegar a resultar en una eutrofización abundante, alterando la composición del agua y por consecuencia el ecosistema entero, afectando a otros organismos acuáticos llegando a incluso reducir su número (Mazón & Esparza Godoy, 2017).

#### **4 Tema**

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE  
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA  
MICROCUEENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA  
DURANTE EL AÑO 2021-2022

## 5 Justificación

El presente estudio de investigación tiene como objetivo, dar cumplimiento a uno de los reglamentos académicos establecidos por la nueva ley de educación superior previa a la obtención de titulación en la Tecnología Superior en Desarrollo Ambiental del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano. De esta manera también podemos aportar con los conocimientos adquiridos en estos años de formación, así mismo seguir adquiriendo destrezas para nuestra vida profesional los cuales nos permitirán desenvolvemos en los diferentes campos que ejerzamos como profesionales ambientales.

Con la investigación se contribuirá con un documento el cual servirá como base para futuras investigaciones, con fundamentos sólidos, basados en la realidad de un sector, con información tomada in situ, que beneficiará en estudios que se planifiquen en el ámbito de formación académica generando una fuente bibliográfica a nivel local con datos reales, registrados in situ y con instrumentos y metodologías enmarcados en la normativa ambiental vigente.

En lo profesional la investigación aportará con información actualizada para todo aquel que busque un recurso de ayuda como soporte para proyectos a realizarse, adicional fomenta el crecimiento en este ámbito para todos quienes son partícipes en la elaboración del proyecto de investigación, de esta manera asegurando que después serán una gran adición al mundo profesional para la realización adecuada de todos aquellos aportes en los diferentes campos ocupacionales a los que asistan.

En el ámbito social va a fomentar el conocimiento del estado actual en el que se encuentra la microcuenca El Carmen por parte de los moradores colindantes a las riberas de dicho lugar, permitiendo que puedan tomar acciones oportunas para el manejo adecuado de su recurso hídrico para así garantizar el bienestar futuro de sus generaciones venideras, adicional a esto, garantizar el desarrollo social del sector al contar con un recurso hídrico adecuado para sus actividades cotidianas.

En lo ambiental, fomenta la salud adecuada de los ecosistemas presentes en la microcuenca El Carmen, mediante el planteamiento de medidas adecuadas para el cuidado oportuno de dicho recurso hídrico, garantizando el desarrollo de las especies que lo habitan, en especial a los organismos tan importantes como son los

macroinvertebrados, que a nivel de recurso hídrico permiten un diagnóstico en tiempo real del estado actual de las microcuencas.

Los macroinvertebrados son un grupo de biota acuática que permite diagnosticar el estado actual de las aguas es un método biológico práctico, confiable y económico; grupos taxonómicos son muy sensibles a la contaminación y van desapareciendo, en cambio los que son tolerantes a la presencia de contaminantes proliferarán, estos desequilibrios ecológicos son capaces de provocar alteraciones en los eslabones de la cadena trófica, por ende la importancia de conocer la dinámica poblacional en cuanto a su abundancia y sensibilidad.

Hablando más del bienestar de los ecosistemas, esto se logrará teniendo en consideración el estado actual en el que se encuentra la calidad de agua con la que cuenta el sector, si se encuentra con buena calidad el entorno va a desarrollarse de una buena y óptima manera, pero si se encuentra en presencia de sustancias contaminantes, se puede implementar un sistema de medidas que van a intentar precautelar el bienestar y la integridad del medio que se encuentra.

Económicamente, al saber el estado actual en el que se encuentra la microcuenca los moradores pueden hacer uso adecuado de la misma, desarrollando actividades productivas las cuales van a aportar con el rápido crecimiento económico del sector, permitiendo desarrollar en conjunto varios ámbitos y permitiendo la subsistencia de los habitantes del sector, además de la flora y fauna ya sea representativa o introducida por los mismos moradores.

## **6 Objetivos**

### **6.1 Objetivos General**

Evaluar la calidad del agua presente en la microcuenca el Carmen, mediante un estudio de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para conocer el estado actual en el que se encuentra.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico ambiental, a través de la observación in situ para determinar el estado actual del área de estudio y los factores que alteran la calidad del agua de la microcuenca EL Carmen.
- Evaluar la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos, utilizando el índice de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) e IBWP (Iberian BioMonitoring Water Procediment) para determinar la calidad del agua.
- Elaborar una guía didáctica sobre los métodos de valoración de la calidad del agua, utilizando los resultados obtenido in situ, para dar a conocer una fuente de investigación bibliográfica local.
- Socializar los resultados obtenidos in situ, a través de un webinar a los estudiantes de la TS en Desarrollo Ambiental para dar a conocer los métodos de valoración de la calidad del agua.

## 7 Marco teórico

### 7.1 Marco institucional

*Figura 1*

*Elemento grafico que identifica a la Institución*



#### 7.1.1 Breve Reseña Histórica

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de:

- Contabilidad Bancaria
- Administración de Empresas, y;
- Análisis de Sistemas.

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas. Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

- Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y;
- Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

- Administración Empresarial
- Secretariado Ejecutivo Trilingüe

- Finanzas y Banca, y;
- Sistemas de Automatización

Con oficio circular Nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de: Diseño Gráfico y Publicidad. Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

- Gastronomía
- Gestión Ambiental
- Electrónica, y;
- Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio. Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano han gestionado el proceso de rediseño curricular de sus carreras: Tecnología Superior en Mecánica Automotriz RPC-50-08-No.116-2019, Turismo RPC-5S0-15-No.220-2018, Administración Financiera RPC- SO-12. No.174-2018, Gastronomía RPC-SO-42-No- 174-2018, Electrónica RPC-SO-42-No.769-2017, Diseño Gráfico RPC-SO-42-No.769- 2017,Desarrollo Ambiental RPC-SO-42-No.769-2017,Desarrollo de Software RPC-SO- 05-No.063-2018, Talento Humano RPC-SO-12-No.173-2018, Gestión de Talento Humano RPC-SO-04-No.107-2021, Gestión de la Innovación Empresarial RPC-SO-07- No.205-202, Contabilidad y Asesoría Tributaria RPC-SO-04-No.107-2021, Comercio Digital y Logística RPC-SO-07-No.205-2021, Administración Financiera RPC-SO-04- No.107-2021, Técnico Superior en Enfermería RPC-SO-26-No.2912-2020, Tecnología Superior en Ciberseguridad RPC-No 2073-550611C01-S-1101- Desarrollo de Aplicaciones Móviles, Big Data e Inteligencia de Negocios, Prevención de Riesgos Laborales en procesos de aprobación, con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

#### Principios Institucionales

- Aprendizaje permanente
- Educación con calidad y calidez
- Educación en valores
- Convivencia armónica
- Educación para el cambio
- Libertad
- Enfoque de derechos
- Igualdad de género
- Educación para la democracia
- Comunidad de aprendizaje
- Participación ciudadana
- Corresponsabilidad

- Motivación
- Evaluación
- Flexibilidad
- Cultura de paz y solución de conflictos
- Investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos.
- Equidad e inclusión
- Integralidad
- Laicismo
- Interculturalidad y plurinacionalidad

### **7.1.2 Misión, Visión y Valores**

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

#### **Misión:**

“Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje”.

#### **Visión:**

Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”.

#### **Valores:**

Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio

### **7.1.3 Referencias Académicas**

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano:

autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Ms. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villa Marín coronel. - Vicerrector Académico. El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005.

Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Caria manga, Macará, Analiza, Zumba, Zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

#### **7.1.4 Políticas Institucionales**

Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador:

- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.

- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

### **7.1.5 Objetivos Institucionales**

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.
- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión

institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.

- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

### 7.1.6 Políticas Institucionales

*Figura 2*

*Estructura del modelo pedagógico*



*Nota:* Obtenido de la Secretaría de la Institución

### 7.1.7 Plan Estratégico de Desarrollo

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención a los que se refiere en lo siguiente:

- Optimización de la gestión administrativa
- Optimización de recursos económicos
- Excelencia y carrera docente
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad

- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular.
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico.
- Automatizar sistemas para operatividad y agilizar procedimientos.
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo.
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio del trabajo; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general.
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

## 8 Marco conceptual

### 8.1 Ecosistemas

#### 8.1.1 Concepto.

Ecosistema es el conjunto de relaciones que se desarrollan en un área en específico y en tiempo determinado, realizado por un grupo de especies que interactúan con su entorno biótico y abiótico formando comunidades que dan paso a algunas actividades ocupacionales que pueden ser de beneficio individual como mutuos, en muchos de los casos suelen ser individuales llegando a generarse competencias por la ocupación de territorios o por los recursos alimenticios (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2020).

*Figura 3*

*Elemento grafico referente a un ecosistema*



*Nota:* Obtenida de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2020)

En cada ecosistema se desenvuelven relaciones que van a variar de las condiciones en las que se encuentre cada uno, algunas de las relaciones que pueden darse son la depredación, parasitismo, la competencia por los recursos, la simbiosis. Cada una de estas va a ocupar un lugar en el desarrollo habitual diario que va a influir directa e indirectamente en cómo pueda fluir el futuro de las especies que se encuentran habitando allí en ese momento y lugar determinado.

Cada una de estas funciones se encuentra ubicada en un lugar correspondiente de la denominada cadena trófica, la cual se encarga a su vez del movimiento del flujo de la energía en la naturaleza para que se cumpla el ciclo de la vida, llegando a cumplir los procesos químicos y biológicos para que se cumpla el flujo de materia (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2020).

## 8.1.2 Hidrografía

**8.1.2.1 Cuencas Hidrográficas.-** Adicional de los ecosistemas podemos tomar en consideración a las cuencas hidrográficas, las cuales en realidad son extensiones de terreno en donde las cuales se desplazan las escorrentías superficiales que fluyen sobre la superficie de la tierra siguiendo un curso el cual suele llegar hasta desembocar en los mares y océanos en parte y alguna de esta agua que se desplaza por ellas pasa a formar parte del ciclo del agua mediante la evaporación por acción del calor del medio y posteriormente se precipita en forma de lluvia para volver a seguir su curso hasta el mar (Valdivieso, iAgua, 2021).

*Figura 4*

*Elemento referente a Cuenca Hidrográfica*



*Nota:* Imagen obtenida de (Valdivieso, 2021.)

Aquellas Cuencas Hidrográficas se forman por la recirculación del agua la cual pasa de estar en charcos, humedales, u algún otro lugar a convertirse en vapor de agua que va a elevarse a la atmósfera y cuando se condensa lo suficiente va a producirse la precipitación la cual cae sobre el suelo y dependiendo de las condiciones geográficas va a tomar un recorrido generándose una corriente de agua que con el tiempo y la suficiente cantidad de agua superficial y agua subterránea va a crear un recorrido fijo hasta llegar a convertirse en ríos (Valdivieso, iAgua, 2021).

(Valdivieso, iAgua, 2021) hace referencia:

Las Cuencas Hidrográficas tienen uno de los papeles de más importancia para el medio, son las encargadas de la regulación y del flujo del agua para los ecosistemas, al tener las cuencas en pleno funcionamiento se evitan problemas en los suelos como son las inundaciones y estancamientos de aguas, adicional al uso que se aprovecha para las actividades antrópicas como en el ámbito energético con la implementación de centrales hidroeléctricas para llevar energía eléctrica a cada una de las viviendas de cada persona que hace uso de ella.

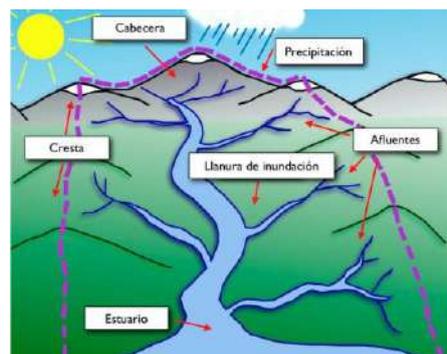
**8.1.2.2 Sub Cuencas Hidrográficas.** Adicional de las Cuencas Hidrográficas, también nos encontramos con las Subcuencas Hidrográficas, éstas son un grupo que también cuenta con algunas de las características de las primeramente mencionadas, pero con la diferencia de que están en un orden por debajo de ellas, estas en lugar de encontrar su desembocadura en el mar, generalmente alimentan a las Cuencas o lagos, siendo de buen tamaño con una abundante cantidad de agua, pero de menor extensión de terreno (RAE, 2020).

**8.1.2.3 Microcuencas.** las cuales son las que se fusionan con sus predecesoras para completar el circuito, la misma va a estar conformada por una red de pequeños riachuelos de nivel 1 que circulan y se unen entre si formando una confluencia con más caudal y mayor corriente de agua, estas tienen el menor tamaño de todas las ya mencionadas y a su vez pueden incluso llegar a desembocar directamente en un río grande, y en las costas llegar al mar sin toparse con el resto de órdenes de cuencas y subcuencas. Para dejar un poco más específico, la microcuenca será de un área de drenaje inferior a 500 Km<sup>2</sup> (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

**8.1.2.4 Divortium Acuarium.** A su vez, todas estas cuencas, subcuencas y microcuencas que se diferencian en los diferentes órdenes deben seguir el recorrido que les es asignado de acuerdo a la geografía que se encuentre en el sector dado al momento en el que cae la precipitación, dado que la tierra se encuentra a diferentes altitudes va a producirse una línea divisoria que va a ser denominada y conocida como divortium acuarium, como la línea ecuatorial, es una línea imaginaria que se encarga de separar las diferentes cuencas hidrográficas para que sigan con sus flujos correspondientes (Máiquez, 2018).

*Figura 5*

*Elemento referente a Divortium Aquarium en general*



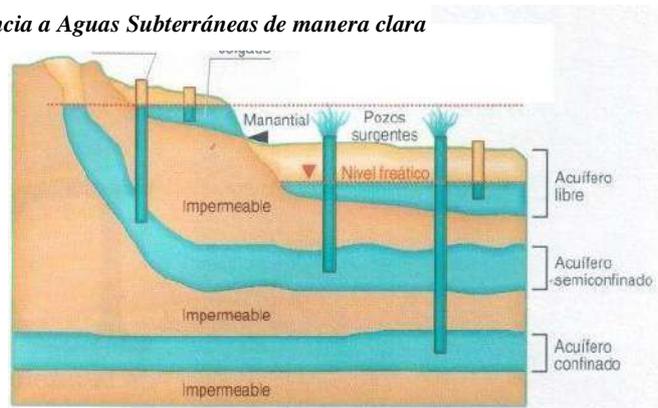
*Nota:* Imagen obtenida de (Máiquez, 2018.)

En los sectores en donde se encuentran cerca dos flujos de aguas que al momento de ser evaporadas por las condiciones climáticas suben a la atmósfera y luego al caer por medio de la precipitación, bien pueden pertenecer a la misma cuenca o a su vez estar separadas en diferentes por esta línea divisoria, incluso las partículas de agua que pertenecían a una cuenca pueden evaporarse y llegar a cambiar a otra en el proceso de caída de lluvia (Máiquez, 2018).

**8.1.2.5 Agua Subterránea.** De todo lo que se menciona sobre las Cuencas y demás ordenes, es necesario hacer referencia a lo que da vitalidad a cada uno de ellos, por un lado, se da gracias a la presencia de las lluvias, pero, también tenemos a las aguas subterráneas, estas son ocasionadas por la saturación de la superficie del suelo dando paso a que se infiltre hacia recámaras subterráneas en donde se almacena y está en constante recorrido hasta llegar a escapar en algún lugar en el que se encuentre alguna grieta (Valdivieso, iAgua, 2021).

*Figura 6*

*Elemento que hace referencia a Aguas Subterráneas de manera clara*



*Nota:* Imagen obtenida de (Valdivieso, 2021.)

Valdivieso, iAgua, (2021) Sostiene:

Estas aguas subterráneas van a situarse en lugares de la tierra que cumplan con ciertas condiciones para su circulación, aquí pueden almacenarse y la cantidad de agua que se va a acumular depende directamente de las temporadas invernales y de verano que transcurran en el entorno, siendo en las de lluvia en donde van a recargarse mientras que en las de mayor tiempo de sol va a ocurrir un mayor número de consumo lo cual bajará en nivel de agua presente.

### **8.1.3 Estudio del agua**

En el estudio vamos a realizar levantamiento de información de algo puntual in situ, el sector escogido para dicha actividad es en Zamora Huayco a la altura de la microcuenca El Carmen, Aquella es una quebrada que alimenta con su corriente al río Zamora Huayco en el que se va a ir a campo para conocer el estado en el que se encuentra actualmente, siendo la primera salida de reconocimiento para determinar todo el material que va a ser utilizado para el trabajo que va a ser ejecutado en salidas posteriores.

**8.1.3.1. Calidad del Agua.** Uno de los estudios que se realizarán es la determinación de la calidad del agua, esta misma es la que determina las cualidades Físicas, Químicas y Biológicas, cabe recalcar que la calidad del agua es directamente proporcional al uso al que va a ser destinada, siendo así un tipo de agua perfectamente adecuado para alguna actividad, pero no necesariamente va a ser tan útil para otra, todo depende de las circunstancias a las que vaya a ser expuesta (USGS, 2017).

**8.1.3.2. Monitoreo.** Para saber el estado de la calidad del agua se puede hacer de algunas maneras, una de las más llamativas es mediante el monitoreo, el cual es un estudio mediante la observación y análisis del estado del agua y su entorno tanto de los animales que la frecuentan como del suelo que la rodea, al estar en observación cada cierto tiempo se llega a determinar si el agua ha sufrido alguna alteración a la composición normal y lo que lo causó, así también tendremos una idea de cómo remediarlo (Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, (2001) Sostienen:

Una buena forma de realizar este monitoreo es mediante la utilización de un grupo de organismos que son conocidos como macro invertebrados acuáticos, los cuales son unos animalitos que encontramos en los lugares con corrientes de agua, podemos encontrarlos de manera fácil debido a que tienen un tamaño relativamente

bueno el cual los hace fácil de observar, aunque su tamaño puede llegar a varias desde los 2 mm hasta los 30 cm.

*Figura 7*  
*Imagen referente a individuo del grupo de macroinvertebrados*



*Nota:* Imagen obtenida de (Cabrera 2021.)

Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, (2001) Afirman:

Estos organismos tan extraordinarios son de gran ayuda cuando queremos saber el estado en el que se encuentra la calidad de algún afluente, por esta razón son muy utilizados en los estudios de monitoreo de agua al mostrar un panorama de cómo está el agua, esto es debido a que son bastante sensibles a las alteraciones que puedan tener lugar en el sector en el que habitan, algunos de ellos sólo vivirán y se desarrollarán cuando el agua se encuentra en un excelente estado llegando a desaparecer si el agua se ve afectada por alguna alteración a su composición, mientras que otros van a proliferar en un tipo de agua que esté contaminada.

Para facilitar los estudios de monitoreo que se realizan con los macroinvertebrados, estos han sido clasificados en una tabla con los números del 1 al 10, que van a variar dependiendo del nivel de sensibilidad que presentan ante los cambios de su entorno, estableciendo el número 1 el que se encuentra como menos sensible y el número 10 para aquellos que son los más sensibles, lo cual es de gran ayuda al momento de catalogar las muestras de los organismos identificados en el sector (Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

**Tabla 1****Tabla de sensibilidad de macroinvertebrados ante cambios a su entorno**

<b>Sensibilidad</b>	<b>Calidad del Agua</b>	<b>Calificación</b>
No aceptan contaminantes	Muy buena	9-10
Aceptan muy pocos contaminantes	Buena	7-8
Aceptan pocos contaminantes	Regular	5-6
Aceptan mayor cantidad de contaminantes	Mala	3-4
Aceptan muchos contaminantes	Muy mala	1-2

*Nota:* Tabla extraída de documento referente a macroinvertebrados.

Para realizar un estudio de monitoreo con macroinvertebrados existen algunas técnicas o métodos, los cuales se deben realizar dependiendo de lo que sea más conveniente.

Entre los principales tenemos los siguientes:

- Piedras y Hojarasca. - Principalmente se busca los organismos en las piedras y residuos de hojarasca siguiendo desde el fondo, superficie y orillas de la microcuenca a realizarse la toma de muestra. Lo recomendable es utilizar este método en ríos con una buena corriente y que contengan piedras grandes y no en los que contengan suelos arenosos o arcillosos.
- Red de Patada. – Este método es más aconsejable realizarlo con algún compañero, consiste en colocar una red denominada red de patada en la parte posterior a favor de la corriente y remover el material orgánico que se encuentra en la parte superior a la red haciendo que queden atrapados los organismos que se encuentren en ese sector. Este método es recomendable para ríos poco profundos y de corriente media en la cual se tenga fácil movilidad, con presencia de sustratos como fango, hojarasca, piedras pequeñas o medianas.

Para realizar la red asegúrese de tener una malla de al menos 0,5 a 1 mm y de aproximadamente 1 metro cuadrado, luego asegurar al extremo de dos palos viejos de 1/5 de largo.

- Red Surber. – Este método es un poco similar al de la red de patada, con la diferencia que la red posee una malla tipo embudo asegurada a un marco que

al estar extendido va a adquirir forma de una L, siguiendo el mismo procedimiento de remoción de los sustratos que se encuentren en el fondo del río o quebrada a muestrear. Se recomienda utilizar este método en ríos o quebradas en las cuales el agua no supere los 45 cm de profundidad.

Para elaborar la red se debe elaborar dos bases metálicas de 30x30 centímetros, deben unirse por uno de sus lados asegurándose que formen una L, a esto se le debe adicionar una malla de nilón o plástico que tenga un ojo de 0,5 a 1 mm que tenga forma de cono y de profundidad de 40 a 45 cm.

A continuación, se detallará un cuadro con los materiales necesarios para cada método.

Tabla 2

*Materiales necesarios para la implementación de diferentes métodos de estudio.*

<p><i>Materiales para el monitoreo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Botas de caucho</i></li> <li>✓ <i>Pinzas metálicas de punta fina</i></li> <li>✓ <i>Frascos plásticos pequeños (según la técnica que se use, pero normalmente uno para cada área donde recoja las muestras).</i></li> <li>✓ <i>Alcohol puro (de acuerdo con el número y tamaño de tarrinas y frascos, aproximadamente un galón)</i></li> <li>✓ <i>Lápiz (no se debe usar esferográfico o pluma porque se borra con el alcohol)</i></li> <li>✓ <i>Papel para etiquetas</i></li> <li>✓ <i>Hojas de campo 1 y 2 para análisis de datos</i></li> <li>✓ <i>Lupa</i></li> <li>✓ <i>Estacas y cinta métrica</i></li> <li>✓ <i>Lámina de identificación de macroinvertebrados</i></li> </ul>		
<p><b><i>Piedras y hojarasca</i></b></p> <p><i>Esta técnica no requiere más materiales que los señalados arriba.</i></p>	<p><b><i>Red de Patada</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Red de Patada</i></li> <li>✓ <i>Jarra plástica</i></li> <li>✓ <i>Balde grande</i></li> <li>✓ <i>Bandeja de loza blanca</i></li> <li>✓ <i>Cernidor con media nylon</i></li> </ul>	<p><b><i>Red Surber</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Red Surber</i></li> <li>✓ <i>Jarra plástica</i></li> <li>✓ <i>Bandeja de loza blanca</i></li> <li>✓ <i>Cernidor con media nylon</i></li> <li>✓ <i>Tarrinas (10 ó 15 por sitio)</i></li> </ul>

*Nota:* Extraída de documento referente a métodos de captura de macro invertebrados (Cuenca, 2022.)

Indices de EPT. Para realizar estos estudios se implementa la utilización de tres grupos los cuales son conocidos como: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera, los cuales son muy sensibles a las diferentes variaciones de la calidad del agua y nos ayudan a ver más claro el panorama en cuanto al estado en el que se encuentra dicha microcuenca, siendo algunas las que prefieren un tipo de agua que será más pura y adecuada para ellos mientras que otras van a desarrollarse plenamente en un tipo de agua con porcentajes de contaminantes que hayan comprometido al sector (Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

Estos mismos van a ser catalogados en una lista que va a estar dispuesta en una ficha de campo para facilitar el análisis y la diferenciación de las muestras obtenidas, llegando a optimizar la gestión de resultados para el resultado final, de una manera organizada en la que se va a conocer si el sector en el que se realizó el estudio tiene o

no una calidad de agua buena o mala dependiendo de estos organismos que sean encontrados y analizados (Cabrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

Cuando ya se obtienen los resultados después de implementar la tabla y se conoce el porcentaje de los diferentes tipos de macroinvertebrados que se lograron identificar en el sector de la microcuenca a estudiar, se procede a comparar con la información que es proporcionada por una tabla la cual nos va a dar a conocer dependiendo de lo encontrado si el sector de trabajo está en buenas condiciones de calidad del agua o si se encuentra en mal estado.

**Tabla 3**

*Calidad del agua según índice de ETP*

<i>Clase</i>	<i>Índice de EPT</i>	<i>Calidad del Agua</i>
1	75-100	Muy Buena
2	50-75	Buena
3	25-50	Regular
4	0-25	Mala

*Nota:* Elaborada en base a la calidad del agua (Cuenca, 2022.)

### **8.1.3.3. Principales ordenes de macroinvertebrados comunes:**

- Ephemeroptera. Por lo general prefieren habitar en aguas en las que se cuente con buena oxigenación, agua limpia y pura, solo un pequeño porcentaje de ellas llegan a resistir un bajo grado de contaminación.
- Plecoptera. Prefieren habitar en aguas que tengan una corriente rápida, ubicándose debajo de materia orgánica como hojas o troncos, incluso en piedras, son un indicador de agua pura.
- Trichoptera. Esta se encuentra en gran variedad y depende de ello la tolerancia que tengan hacia los contaminantes, viven en ríos o quebradas.
- Coleóptera. Su mayoría se pueden encontrar en aguas lentas, por lo general suelen ubicarse en troncos y en hojas en descomposición, y requieren de buen oxígeno por lo que son indicadores de buena calidad de agua.

## **9 Métodos y técnicas**

### **9.1 Métodos**

Es el conjunto de reglas y normas para el estudio y solución de problemas. A continuación, se detalla los siguientes métodos de investigación que se utilizan en la producción técnica científica en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano:

#### **9.1.1 Método Fenomenológico.**

Este método permite que el investigador se acerque a un fenómeno tal como sucede en una persona, de modo que se accede a la conciencia de alguien para aprehender lo que esa conciencia pueda manifestar con referencia a un fenómeno que esa persona vivió; es decir se utiliza la técnica de investigación seleccionada dependiendo al tipo de investigación para poder observar la información del problema. (Trejo, 2012)

#### **9.1.2 Método Hermenéutico**

Este método permite penetrar en la esencia de los procesos y fenómenos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento al ofrecer un enfoque e instrumento metodológico para su interpretación desde niveles de comprensión y explicación que desarrolle la reconstrucción (interpretación) del objeto de investigación y su aplicación en la praxis social. La ciencia se comienza a construir desde la observación y la interpretación de sus procesos, y es aquí donde se erige la hermenéutica como un enfoque metodológico que atraviesa toda la investigación científica. Consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. Se inicia con el análisis de postulados, teoremas, leyes, principios de aplicación universal y de comprobada validez para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. (García et al., 2018)

#### **9.1.3 Método Práctico Proyectual**

Servirá para definir los límites en los que deberá moverse el diseñador. Definido el tipo de problema se decidirá entre las distintas soluciones: una solución provisional o una definitiva, una solución puramente comercial o una que perdure en el tiempo, una solución técnicamente sofisticada o una sencilla y económica. Descomponer el problema en sus diversos elementos. Esta operación facilita la proyección ya que tiende a descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas ordenados por categorías. (Munari, 2020)

## **9.2 Técnicas de Investigación**

Las técnicas son utilizadas en la investigación documental, que es la parte fundamental de la investigación científica, donde se apoya a la recopilación de antecedentes utilizando diferentes documentos; y, a la investigación de campo, que se realiza directamente sobre el objeto de estudio a fin de recopilar datos e información necesaria para analizarla.

### **9.2.1 Muestra.**

La técnica del muestreo es fundamental para la investigación por encuesta, se toma una parte del total de datos a investigar tomando en cuenta que todos los elementos tengan la misma probabilidad de ser elegidos y conocidos. (Otzen & Manterola, 2017)

### **9.2.2 Población.**

O también llamado universo, es el conjunto de elementos que tienen características en común donde se desea extrapolar los resultados de la muestra. (Espinoza, 2016).

### **9.2.3 Observación.**

Es la más común, sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de la sistematización de los datos, es la percepción visual de las cosas. (Yzkarina, 2017)

### **9.2.4 Entrevista**

Consiste en una conversación directa, intencionada y planificada entre dos/varias personas, donde la una pregunta y el/los demás responden en base a un cuestionario pre elaborado con la finalidad de recolectar información precisa sobre aspecto subjetivos como opiniones, emociones, argumentos, preocupaciones, dudas, etc. (Maldonado, 2017).

## 10 Fases Metodológicas

### 10.1 Fase 1: Preliminar

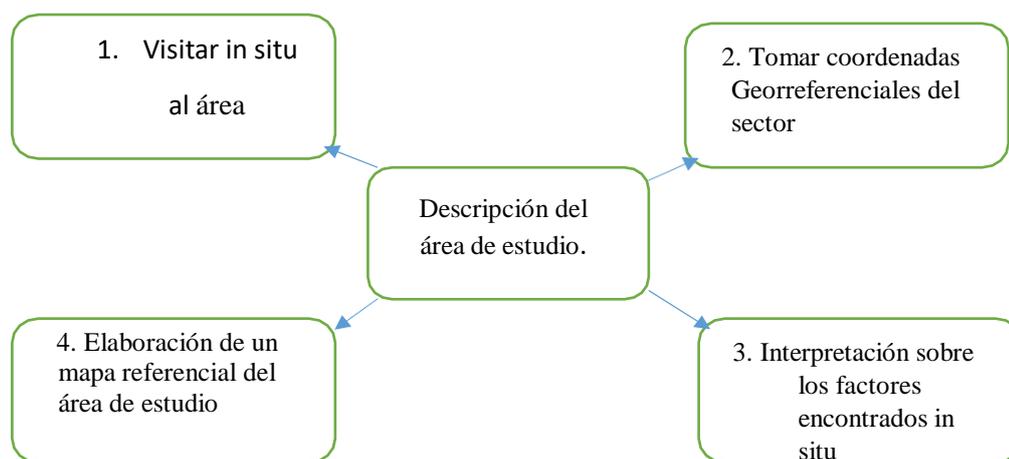
Para Dar cumplimiento al primer objetivo “Realizar un diagnóstico ambiental, a través de la observación in situ para determinar el estado actual del área de estudio y los factores que alteran la calidad del agua de la microcuenca EL Carmen” se utilizará el método Fenomenológico que inicia con la aproximación y diagnóstico del área de estudio, continúa con la aplicación de entrevistas a los moradores del área de influencia directa y culmina con la descripción y registro de la población.

#### 10.1.1 Descripción del área de estudio

Para realizar la descripción del área de estudio se va a proceder a seguir unos parámetros los cuales se muestran a continuación.

*Figura 8*

*Fases Metodológicas*



*Nota:* Figura de descripción del área de estudio (Cuenca, 2022)

#### 10.1.2 Diagnostico Ambiental

Para realizar el diagnóstico ambiental se debe tener en cuenta los factores bióticos, Físicos y socioeconómicos, los cuales son analizados a continuación:

Tabla 4

*Cómo voy a realizar el Diagnóstico Ambiental*

<i>Factor Físico</i>	<i>Factor Biótico</i>	<i>Factor Socioeconómico</i>
<i>Para el estudio de este factor se debe tener en cuenta componentes como son la geología, clima, y demás que se encuentran directamente en la microcuenca el Carmen.</i>	<i>Este estudio se va a realizar directamente de la observación y obtención de información directamente de los moradores que se encuentran a los alrededores.</i>	<i>Para realizar este estudio se debe tomar en consideración cada una de las actividades que se desempeñan en el área de influencia de la microcuenca El Carmen para saber la producción y el beneficio que obtienen los moradores.</i>

*Nota:* Realización del diagnóstico ambiental (Cuenca, 2022)

### **10.1.3 Diagnóstico de la Microcuenca**

Para realizar el diagnóstico de la microcuenca Zamora Huayco, quebrada Minas se utilizará la metodología para la evaluación visual de ríos y quebradas “SVAP” (Evaluación Visual de Ríos y Quebradas), con este protocolo se evaluará el hábitat físico de la quebrada Minas mediante la asignación de puntajes entre 1 y 10 a 15 diferentes ítems. En ciertos casos, se puede excluir uno o más de los ítems, cuando no se aplica a un sitio. Al final del proceso se asignarán puntajes y se calculará el promedio de los 15 ítems. Ésta es una manera de evaluar un río (mediano a pequeño) o quebrado aplicando altos puntajes (9,6 a 10) para ríos o quebradas que tiene condiciones sanas y bajos puntajes (de 2,2 a 1) para ríos o quebradas en mal estado. (Mafla, 2005). Para aplicar esta metodología se tomará en cuenta las puntuaciones que se exponen en el Anexo 1.

Tabla 5

Ítems a evaluar según el protocolo de SVAP

Ítems	Elementos evaluados <i>adjuntada</i>	Puntuación
1	<i>Apariencia del agua</i>	
2	<i>Sedimentos</i>	
3	<i>Zona riverense (ancho y calidad)</i>	
4	<i>Sombra</i>	
5	<i>Pozas</i>	
6	<i>Condición del cauce</i>	
7	<i>Alteración hidrológica (desbordes)</i>	
8	<i>Refugio (hábitat) para peces</i>	
9	<i>Refugio (hábitat) para macroinvertebrados</i>	
10	<i>Estabilidad de las orillas</i>	
11	<i>Barrera al movimiento de peces</i>	
12	<i>Presión de pesca</i>	
13	<i>Presencia de desechos sólidos</i>	
14	<i>Presencia de estiércol</i>	
15	<i>Aumento de nutrientes de origen orgánico</i>	
	<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>	

*Nota:* Información tomada de (Rodríguez Ortíz & Ramirez, 2014.)

**9.1.3.1 Fórmula para cálculo de índice.** Para realizar el respectivo cálculo de índice en esta investigación se aplicará la siguiente fórmula la misma que se detalla a continuación:

Suma Total de las puntuaciones / Total de elementos evaluados = Índice de la Quebrada

**9.1.3.2 Calificación e Interpretación.** Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la fórmula se los calificará, para posteriormente realizar una interpretación basándonos en la siguiente hoja.

Tabla 6

Hoja de interpretación del diagnóstico de la quebrada minas

<i>Índice</i>	<i>Calificación</i>	<i>Interpretación</i>
1.8 – 2.0	Muy alto	Quebrada en excelentes condiciones físicas, sin señales de degradación.
1.5 – 1.7	Alto	Quebrada en buenas condiciones físicas, pero con algunas señales de degradación.
1.1 – 1.4	Regular	Quebrada con claras señales de degradación física en el cauce y orillas.
0 – 1.0	Bajo	Quebrada severamente degradada en sus aspectos físicos.

*Nota:* información tomada de (Rodríguez Ortiz & Ramirez, 2014)

#### 10.1.4 Entrevista

La entrevista desempeña un gran papel al momento de recolectar datos por lo tanto los investigadores definen el tema a ser tratado mediante la comunicación verbal con un banco de preguntas formuladas con un lugar y tiempo determinado buscando afirmaciones en cada una de las preguntas

#### Banco de preguntas

1. ¿Qué nivel de calidad de agua considera que tiene la quebrada San Simón?
  - a) Excelente
  - b) Buena
  - c) Regular
  - d) Mala

- e) Pésima
2. ¿Cuál cree que es el principal contaminante del agua en esta quebrada?
- a) Aguas servidas
- b) Desechos inorgánicos
- c) Pesticidas
- d) Otras .....
3. ¿Qué usos le dan al agua de la quebrada San Simón?
4. ¿Qué opina usted sobre la evaluación de calidad de agua en la quebrada San Simón?
5. ¿Cuáles son las actividades económicas que realiza?
- a) Agricultura
- b) Ganadería
- c) Producción avícola
- d) Otros...
6. ¿Cómo ha cambiado la quebrada en estos últimos años?

## **10.2 Fase II: Muestreo y Monitoreo**

### **10.2.1 Establecimiento de puntos de muestreo**

Es importante tomar datos en diferentes puntos de referencia del río o quebrada para que de esta forma se pueda comparar la calidad del agua en cada punto de muestreo uno en la parte alta donde no existan intervención, otro punto en la parte media donde se pueda apreciar intervención así mismo el tercer punto en una parte baja luego de las intervenciones antrópicas que existan en el área de influencia directa (Carrera y Fierro 2018)

**10.2.1.1 Definición de los puntos de muestreo.** Se seleccionará tres puntos de muestreo para esta investigación ya que permitirá una mejor identificación de la condición actual del área de estudio

Punto 1: Zona alta

Punto 2: Zona de intervención

Punto 3: Zona baja después de la intervención identificada

### 10.2.2 Monitoreo Biológico

Se procederá a realizar el monitoreo biológico en los tres puntos de muestreo seleccionados, un área de control y un área afectada, la misma que se realizara en un lugar menos correntoso, para lo cual se utilizara los siguientes materiales que se detallan a continuación:

#### 10.2.2.1. Materiales a Utilizar:

*Tabla 7*

*Materiales de campo y laboratorio a utilizar*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>
Red de muestreo	Hoja de campo Índice de sensibilidad
Balde	Hoja de campo Índice EPT
Bandeja de plástico de color blanco	Pinzas entomológicas
Cernidor	Computadora
Botas de caucho	Esferos
Pinzas metálicas de punta fina	Frascos ambar
Estacas	Microscopio
Jarra	Lámina de identificación
Alcohol	
Papel para etiquetas	
Bolígrafo o rotulador permanente	
Cinta aislante	
Tijeras	
Cooler	
Hoja de campo Índice EPT	
Cinta métrica	
Piola	
Frascos plásticos pequeños, para colocar a los macroinvertebrados recolectados uno por cada punto de muestreo	

*Nota:* Elaborado en base a los materiales a utilizar (Cuenca, 2022)

**7.2.1.2. Método red de patada.** Esta técnica consiste en atrapar macroinvertebrados removiendo en el fondo del río o quebrada, esto se lo realizara con los pies mientras otra persona coloca la red corriente abajo para atraparlos, esta red se usa en ríos medianamente torrentosos debido a que permiten caminar fácilmente, además poseen cualquier tipo de sustrato como fango, hojas y piedras etc. (Vozmediano,2015)

Es un método muy eficiente que se aplicara en esta investigación ya que permite a través de la remoción de fango y rocas captar la mayor parte de macroinvertebrados acuáticos, además es una técnica que se utiliza en cuerpos de agua poco profundos que permitirá caminar e identificar cualquier tipo de sustrato como fango, piedras, troncos

de madera, permitiendo remover con los pies el fondo del sitio seleccionado, la red que se utilizara en este estudio será la de patada.

**10.2.1.3. Recolección de muestras manual de macroinvertebrados.** Se puede hacer recolección manual de macroinvertebrados, esta técnica consiste en atrapar organismos en el medio acuático debido a que muchos de ellos se encuentren adheridos bajo piedras, troncos y hojarasca, que es el hábitat de muchas especies Fuente especificada no válida.

Para recolectar las muestras manuales para esta investigación se procederá a verificar un lugar accesible que permita ingresar fácilmente al cuerpo hídrico para proceder a realizar la captura de los organismos, para lo cual se lo realizara verificando debajo de las piedras ,troncos y hojas que se encuentren en la quebrada, para obtener los mejores resultados en la investigación , así mismo los organismos al ser capturados se los colocara en frascos con alcohol en cada recipiente de acuerdo al punto de muestreo, para obtener una mejor identificación.

**10.2.1.4. Recolección de muestras con red surber.** En esta fase se lleva a cabo la recolección de muestra con pinzas entomológicas que permite tener un trabajo profesional al mismo tiempo se necesita de sustancias químicas como el alcohol luego se vierte el contenido de la red en la bandeja que contiene la solución y es transportada al laboratorio.

### **10.2.3 Colecta de macroinvertebrados**

**Paso. 1:** Una vez obtenido el material se colocará el contenido en un balde con agua para enjuagarlo y luego pasarlo por un colador lo que permitirá obtener solo el sedimento.

**Paso.2:** se colocará el sedimento en una bandeja para ir separando los macroinvertebrados del material y se procederá a ir recolectándolos con la ayuda de una pinza

**Paso.3:** se colocará a los organismos recolectados en diferentes frascos con alcohol junto con la respectiva etiqueta de identificación de cada punto de muestreo.

**9.2.3.1. Identificación taxonómica.** Con la ayuda de la lámina de identificación se agrupará a los individuos que se parecen entre sí y se identificara a que grupo pertenecen cada uno y se procederá al respectivo análisis EPT, este análisis

se realizara con los tres grupos que son indicadores de la calidad del agua por su sensibilidad a los contaminantes y se contara cuantos individuos pertenecen a cada grupo.

**9.2.3.2. Calidad del agua.** Se procederá a llenar las hojas de campo con los grupos más comunes de macroinvertebrados esto se lo realizara mediante el análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera), se los considera a estos grupos para la investigación debido a que estos tres grupos son indicadores de la calidad del agua por su sensibilidad a los contaminantes y a si mediante esta forma se podrá determinar con exactitud y eficiencia si la calidad del agua de la quebrada Papalango está siendo alterada su curso natural, para esto se procederá a llenar la información esto por cada punto de muestreo seleccionado.

**9.2.3.3 Índice de EPT.** Para el análisis de datos se utilizarán los índices EPT, Ephemeroptera, Plecoptera y Tricoptera aplicando la metodología de Carrera & Fierro (2001).

*Tabla 8*

*Análisis EPT para calidad de agua*

<i>Intervalos %</i>	<i>Calidad</i>
<i>75 - 100</i>	<i>Muy Buena</i>
<i>50 - 74</i>	<i>Buena</i>
<i>25 - 49</i>	<i>Regular</i>
<i>0 - 24</i>	<i>Mala</i>

*Nota:* información tomada de: (Carrera & Fierro, 2001).

**9.2.3.4. Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).** El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores, para aplicar este método se requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, por ejemplo, Tubificidae, reciben una puntuación de 1.0. La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. Fuente especificada no válida.

Tabla 9

Hoja de identificación del índice de sensibilidad

<i>Familias</i>	<i>Puntajes</i>
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlina, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemerae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae,</i>	7
<i>Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.</i>	
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae,</i>	6
<i>Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae,</i>	5
<i>Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae,</i>	4
<i>Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.</i>	
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Nota: información tomada de: Fuente (Cuenca, 2022)

Tabla 10

Hoja de interpretación de resultados

<i>CLASE</i>	<i>CALIDAD</i>	<i>BMWP</i>	<i>SIGNIFICADO</i>	<i>COLOR</i>
<i>I</i>	<i>Buena</i>	$\geq 150, 101-120$	<i>Aguas muy limpias alimpias</i>	
<i>II</i>	<i>Aceptable</i>	$61 - 100$	<i>Aguas ligeramente contaminadas</i>	
<i>III</i>	<i>Dudosa</i>	$36 - 60$	<i>Aguas moderadamente contaminadas</i>	
<i>IV</i>	<i>Crítica</i>	$16 - 35$	<i>Aguas muy contaminadas</i>	
<i>V</i>	<i>Muy Crítica</i>	$\leq 15$	<i>Aguas fuertemente contaminadas</i>	

*Nota:* información tomada de: (Roldan, 2008) en Fuente especificada no válida.

#### 10.2.4 Muestreo de agua

**10.2.4.1. Establecimiento de puntos de muestreo.** Se tomará dos puntos de referencia que serán tomados en coordenadas geográficas, el primer punto se tomara aguas arriba desde el lugar seleccionado para la investigación, asimismo se tomará el segundo punto aguas abajo, con la finalidad de detectar alguna alteración que se pueda estar produciendo en el cuerpo hídrico.

**9.2.4.2. Recolección de muestras.** Se tomará muestras simples por cada punto seleccionado, se lo realizará en el centro de la corriente, evitando zonas de turbulencia excesiva se considerará la velocidad de la corriente y la distancia entre las orillas, las muestras se tomarán en dirección opuesta al flujo del agua, y se colectara las muestras para realizar el respectivo análisis físico-químico y microbiológico.

**10.2.4.3 Etiquetado de muestras.** Se procederá a etiquetar las muestras para evitar confusiones las cuales estarán diseñadas para el efecto donde conste los siguientes datos:

- Numero de muestra
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Fecha y hora de toma
- Tipo de muestra
- Identificación del punto de muestreo

- Parámetros analizar

**10.2.3.4 Transporte de muestras.** Se utilizará un cooler adecuado a una temperatura de 4° aproximadamente se lo realizará en un tiempo menor de 48 horas para evitar que las muestras sean alteradas.

**10.2.3.5 Análisis de laboratorio.** Los resultados de los análisis tanto físicos químicos y microbiológicos se los representara en los respectivos gráficos y tablas para una mejor comprensión de los mismos, que servirán para realizar una comparación con el método aplicado de macroinvertebrados EPT.

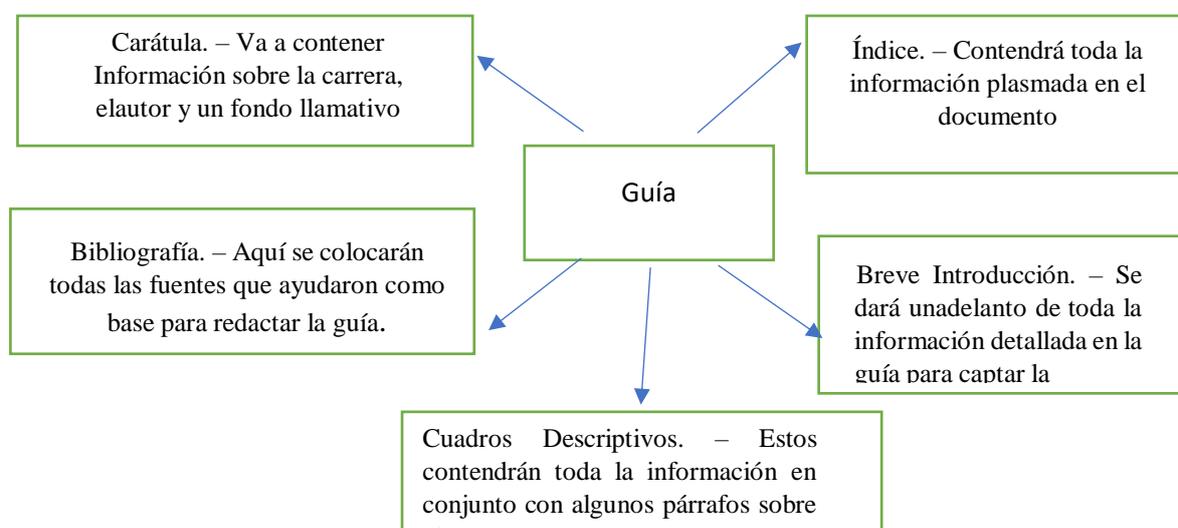
### 10.3 Fase III: Guía Didáctica

Para ejecutar el objetivo 3 “Elaborar una guía didáctica sobre los métodos de valoración de la calidad del agua, utilizando los resultados obtenido in situ, para dar a conocer una fuente de investigación bibliográfica local” se utilizará el método práctico proyectual, que inicia con la elaboración de una guía de los métodos de la valoración de la calidad del agua, prosigue con la descripción de los beneficiarios y terminan con la defensa del proyecto ante el tribunal de grado designado por las autoridades del ISTS.

Para realizar la guía se va a proceder de la siguiente manera:

*Figura 9*

#### *Formato desarrollo Guía*



*Nota:* Formato de guía (Cuenca, 2022.)

## 10.4 Fase IV: Socialización

*Tabla 11*

*Tabla de temas utilizados para dar a conocer métodos de valoración de calidad de agua.*

<i>Fecha y Hora</i>	<i>Tema</i>	<i>Método</i>	<i>Recursos</i>	<i>Resultados Esperados</i>
<i>Por Definir</i>	<i>Valoración de la calidad del agua</i>	<i>Código Auditivo Código Visual</i>	<i>Recursos Humano Recursos Tecnológicos (Software de videoconferencia Meet, Presentaciones Power Point, Computador, Internet)</i>	<i>Que la audiencia pueda comprender de manera clara y precisa la información brindada, y a su vez puedan poner en práctica.</i>

*Nota:* Información relevante para dar a conocer la valoración de la calidad del agua (Cuenca,2022).

## 11 Métodos y técnicas

### 11.1 Descripción del área de estudio

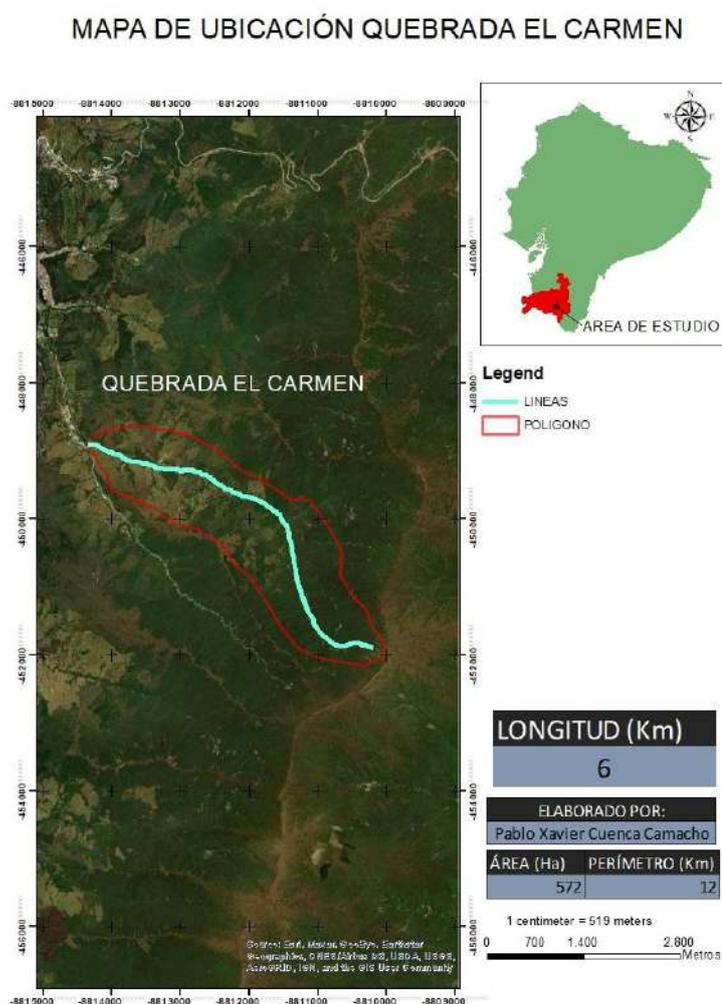
#### 11.1.1 Muestreo de agua

La quebrada el Carmen se encuentra ubicada en la parte sur de la microcuenca Zamora Huayco en el barrio el Carmen, ciudad de Loja en la provincia de Loja, en la que desemboca en el río Zamora Huayco, cuenta con un clima templado abarcando un área de 904,30 ha.

#### - MAPA DE UBICACIÓN

*Figura 10*

*Mapa de la quebrada El Carmen.*



*Nota: Elaborado en base a la ubicación (Cuenca, 2022.)*

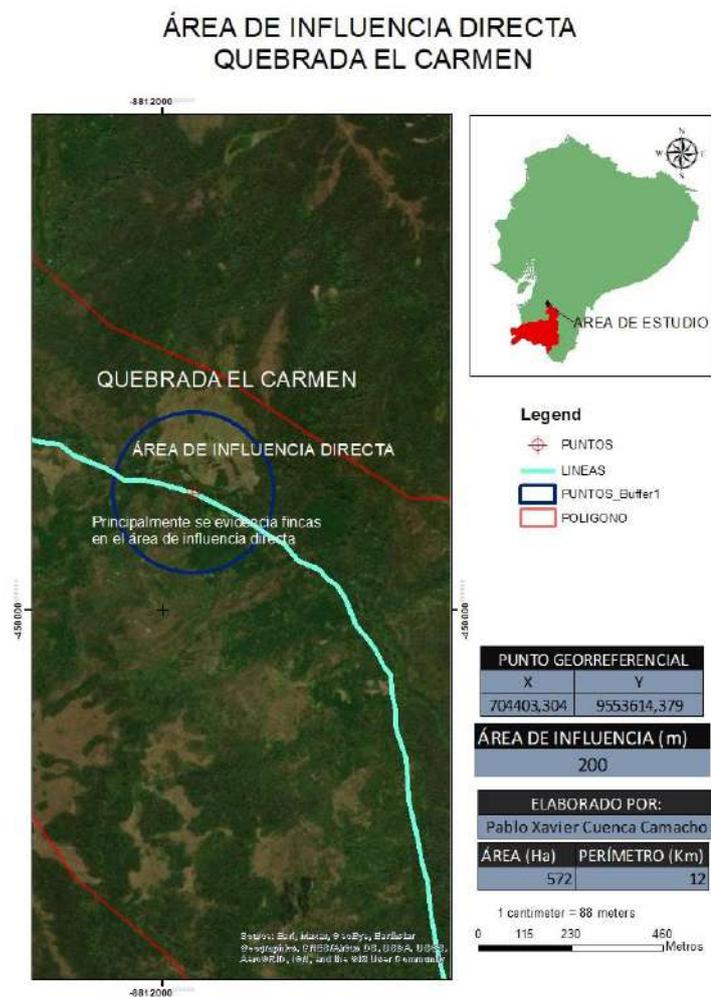
#### - Área de influencia directa

La longitud total del cuerpo hídrico es de 6 km, cuenta con un perímetro de 12 km y un área de 572 ha. Posee un rango de pendiente de 2° a 60°, alcanzando un rango altitudinal de 2100 – 3340 msnm.

Dentro del área de influencia directa se toma una distancia de 200 metros a la redonda, se caracteriza por tener diferentes actividades como; ganadería y actividades de recreación. No cuenta con viviendas que estén sujetas en el área de influencia, siendo fincas las que se encuentran directamente bajo la misma.

**Figura 11**

**Mapa área de influencia**



**Nota:** Elaborado en base a la ubicación (Cuenca, 2022.)

- Coordinadas

Se estableció tres puntos de monitoreo, los cuales fueron seleccionados en las Zonas Alta, Media y Alta, los mismos que se los georreferenció con puntos, los cuales fueron obtenidos mediante gps y son descritos a continuación:

**Tabla 12**

*Puntos georreferenciales de cada una de las zonas de monitoreo*

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ZONA</b>
704403,304	9553614,38	Media
701983,216	9554403,15	Baja
706117,395	9551437,47	Alta

*Nota:* Elaborado en base a los puntos georreferenciales (Cuenca, 2022)

## **11.2 Factor abiótico**

Para el estudio de este factor se debe tener en cuenta componentes como son la geología, clima, y demás que se encuentran directamente en la microcuenca el Carmen.

La quebrada se encuentra rodeada en su mayor parte por montañas en las que por partes se evidencia derrumbes, el sustrato del suelo en su mayor parte es de arena y rocas con un poco de presencia de materia vegetal como hojarasca.

La pendiente es pronunciada siendo desde 2° a 60° de gradiente, adicional se evidencia la presencia de cascadas que hacen complicada la subida siendo resbaladiza la pared de la cascada. El clima puede variar de soleado a lluvioso el mismo día, esto se debe a que se encuentra en la Sierra ecuatoriana.

### **-Hidrología**

En tabla continuación respecto a rangos de precipitación se evidencia que esta varía anualmente desde los 700 a 1700 milímetros en la parroquia Loja.

Tabla 13

*Rango de Precipitaciones máximas y mínimas del Cantón Loja*

<b>Cantones</b>	<b>Rangos de Precipitación</b>
<b>Santiago</b>	900 – 1400
<b>San Lucas</b>	900 – 1500
<b>Jimbilla</b>	1000 – 1800
<b>El Cisne</b>	700 – 2000
<b>Gualel</b>	1000 – 1800
<b>Chuquiribamba</b>	700 – 1300
<b>Chantaco</b>	700 – 1000
<b>Taquil</b>	500 – 1000
<b>Malacatos</b>	600 – 1400
<b>San Pedro de Vilcabamba</b>	700 – 1300
<b>Vilcabamba</b>	700 – 1300
<b>Yangana</b>	800 – 1600
<b>Quinara</b>	800 – 1300
<b>Loja</b>	700 – 1700

*Nota:* Información obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio de Loja

### **-Temperatura**

La temperatura media anual a nivel de cantón Loja es de 15 °C, el valor más alto registrado es de 23°C localizado en la parroquia de El Cisne; mientras que los valores más bajos se registran en las parroquias de San Lucas, Jimbilla y en la ciudad de Loja con 9 °C, esto se da principalmente por la topografía predominante, debido a la presencia en el territorio de la cordillera de los Andes (Municipio de Loja, 2014).

### **-Clima**

El clima es uno de los factores ecológicos que más influye sobre las características morfológicas (externas y anatómicas), distribución geográfica y comportamiento funcional de las especies vegetales y animales (Municipio de Loja, 2014).

Las características climatológicas del Ecuador, como las de cualquier otra parte del planeta, responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como: latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del Océano, corrientes marinas y los vientos (Municipio de Loja, 2014).

El cantón Loja tiene un tipo de clima Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo, se encuentra a una altura de 2.100 m s.n.m. Los factores que dan origen al clima del cantón son los mismos factores que afectan a la región andina, especialmente la latitud y el relieve, en términos más generales, la zona de convergencia intertropical (ZCIT), el efecto de la interacción Océano Pacífico – atmósfera (Fenómeno El Niño Oscilación del Sur y Corriente Fría de Humboldt) y la cubierta vegetal (Municipio de Loja, 2014).

### **11.3 Factor biótico**

#### **-Cobertura vegetal.**

Tiene una vegetación densa en los alrededores de la quebrada siendo árboles los que predominan en un área de 50 m alrededor del cauce de la misma.

#### **-Flora.**

Entre las principales especies podemos encontrar: árboles de helechos, moras, entre otros

#### **-Fauna.**

Entre las principales especies que podemos encontrar son:

Entre las principales especies que podemos encontrar son:

**Tabla 14**

#### **Diversidad de Fauna**

<b>Anfibios</b>	<b>Aves</b>	<b>Reptiles</b>	<b>Mamíferos</b>	<b>Insectos</b>
ranas	Patos silvestres	Serpientes	Vacas	Escarabajo

*Nota:* Elaborado en base a la densidad de la fauna (Cuenca, 2022.)

*Figura 12**Armadillo*

*Nota:* Imagen tomada (Cuenca, 2022)

#### **11.4 Factor Socioeconómico**

##### **-Salud.**

En la zona de influencia directa de la quebrada el Carmen no se encuentra la presencia de un centro de salud al cual las personas puedan acercarse en caso de alguna emergencia.

##### **-Educación.**

En la zona de influencia directa no se encuentra una escuela por lo que los niños tienen que salir a otros sectores en búsqueda de un lugar en el que puedan aprender.

La quebrada se encuentra ubicada cerca del barrio El Carmen en la que se evidencia la realización de actividades en las que predomina la ganadería y se evidencia la presencia de una planta captación de agua para potabilizar y ser distribuida al barrio del mismo nombre.

#### **11.5 Diagnóstico de la quebrada El Carmen**

Para la realización del diagnóstico de la microcuenca se utilizó la ficha del Anexo 15,5, la cual es de la metodología para la evaluación visual de ríos y quebradas (SVAP). La misma que se aplicó in situ en la quebrada, analizando cada uno de los parámetros descritos en la misma y se procede a realizar el análisis correspondiente en la siguiente tabla.

Tabla 15

Ítems a evaluar según el protocolo de SVAP

Ítems	Elementos evaluados adjuntada	Puntuación
1	Apariencia del agua	7
2	Sedimentos	5
3	Zona riverenseña (ancho y calidad)	7
4	Sombra 3	
5	Pozas 10	
6	Condición del cauce	3
7	Alteración hidrológica(desbordes)	10
8	Refugio (hábitat) para peces	7
9	Refugio (hábitat)para macroinvertebrados	1
10	Estabilidad de las orillas	10
11	Barrera al movimiento de peces	5
12	Presión de pesca	1
13	Presencia de desechos sólidos	10
14	Presencia de estiércol	7
15	Aumento de nutrientes de origen orgánico	7
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>		<b>93</b>

*Nota:* Información tomada de (Rodríguez Ortíz & Ramirez, 2014)

### 11.5.1 Aplicación de la formula

Con los datos que se obtuvo se procede a realizar el cálculo del índice con la siguiente fórmula:

$$\text{Total de elementos evaluados} = \frac{\text{Suma total de las puntuaciones}}{\text{índice de la quebrada}}$$

$$= \frac{93}{15} = 6,2$$

Una vez que obtenemos los resultados los interpretamos en la hoja de interpretación de a continuación:

**Tabla 16**

**Hoja de interpretación del diagnóstico de la quebrada minas**

Índice	Calificación	Interpretación
<b>1a8 – 2a0</b>	Muy alto	Quebrada en excelentes condiciones físicas, sin señales de degradación.
<b>1a5 – 1a7</b>	Alto	Quebrada en buenas condiciones físicas, pero con algunas señales de degradación.
<b>1a1 – 1a4</b>	Regular	Quebrada con claras señales de degradación física en el cauce y orillas.
<b>0-1a0</b>	Bajo	Quebrada severamente degradada en sus aspectos físicos.

*Nota:* información tomada de (Rodríguez Ortíz & Ramirez, 2014)

**Interpretación:** Como se puede observar, el índice de la quebrada nos dio un total de 6,2 que en la escala de la hoja de interpretación se ve que está en buenas condiciones de agua. Esto se debe a que a lo largo de toda la quebrada se puede observar el mismo patrón, igual presencia de pozas, misma densidad de vegetación en lo que respecta a las riberas de la quebrada, inclusive se pudo observar presencia de basura dejada de manera antrópica la cual afectaba directamente degradando el agua, adicional a esto en lo que respecta a desechos de animales se da de igual manera, cabe recalcar que no se tiene acceso directo a la quebrada de los animales y no se los encontró en el lugar al momento de la salida pero se pudo notar la evidencia de la presencia en los alrededores, lo cual produce la alteración mediante la escorrentía superficial y subterránea al filtrarse las excretas mediante la acción de la lluvia, teniendo como destino la quebrada que corre a un lado de aquellos sectores de la ganadería.

## 11.6 Entrevista

### 11.6.1 Aplicación de la Entrevista

Para realizar la entrevista se tomó en cuenta las preguntas planteadas y se las aplicó a la población del barrio el Carmen que está situado en la parte más baja de la quebrada y se obtuvo los siguientes resultados:

1. ¿Qué nivel de calidad de agua considera que tiene la quebrada El Carmen?

a) Excelente

b) Buena

c) Regular

d) Mala

e) Pésima

2. ¿Cuál cree que es el principal contaminante del agua en esta quebrada?

a) Aguas servidas

b) Desechos inorgánicos

c) Pesticidas

d) Otras .....

3. ¿Qué usos le dan al agua de la quebrada El Carmen?

Para Lavar Ropa

4. ¿Qué opina usted sobre la evaluación de calidad de agua en la quebrada El Carmen?

Que es muy buena

5. ¿Cuáles son las actividades económicas que realiza?

a) Agricultura

b) Ganadería

c) Producción avícola

d) Otros...

6. ¿Cómo ha cambiado la quebrada en estos últimos años?

No ha cambiado de manera Física, tiene mejor calidad del agua debido a que ya no hay mucho ganado

La entrevista fue aplicada a un hombre de mediana edad que quiso responder de manera voluntaria a las preguntas, las mismas que fueron aplicadas de manera oral de las que la conversación fue recopilada por medio del uso de un teléfono con el cual se grabó la voz de entrevistador y entrevistado.

No se pudieron realizar más entrevistas debido a que el día en el que fueron aplicadas no se encontró a muchos moradores, y las pocas personas que fueron encontradas en su gran mayoría no quisieron responder a las preguntas de manera voluntaria, por este motivo no se les obligó y se realizó al señor voluntario.

*Figura 13*

*Aplicación entrevista al morador voluntario*



*Nota: Encuesta realizada por el autor (Cuenca, 2022.)*

## **11.7 Muestreo y monitoreo**

### **11.7.1 Establecimiento de punto de muestreo**

Para el establecimiento de los puntos de muestreo, se realizó un recorrido por las riberas de la quebrada El Carmen, con el fin de poder observar que factores están alterando al este caudal, su accesibilidad, lugares con menor turbulencia, además de considerar varias características cerca de la fuente hídrica como: vegetación acuática, hojarasca, troncos, entre otros, lugares donde existe diversidad de estos organismos acuáticos.

**Figura 14**

*Recorrido realizado y determinación de la parte media*



*Nota:* Elaborado mediante la herramienta de Avenza Maps (Cuenca, 2022.)

### 11.7.2 Definición de puntos de muestreo

Se tomó tres puntos de muestreo para la realización de la toma de muestras tanto de agua como de macro invertebrados, los cuales son establecidos mediante el mapa de ubicación y son parte alta media y baja.

**Figura 15**

*Mapa de puntos de monitoreo*



*Nota:* Elaborado mediante la herramienta de Avenza Maps (Cuenca, 2022.)

### 11.7.3 Monitoreo biológico

Se procedió a realizar el monitoreo en los lugares asignados con los implementos necesarios tanto para la toma de las muestras de agua para el laboratorio como con la recolecta de macroinvertebrados presentes en cada zona

*Figura 16*

*Monitoreo siendo realizado con implementos necesarios*



*Nota:* Figura tomada en el monitoreo (Cuenca, 2022)

*Tabla 17*

*Materiales utilizados en el campo para el monitoreo biológico*

<b>Materiales de campo</b>
Red de muestreo tipo surber
Balde
Bandeja de plástico de color blanco
Cernidor
Botas de caucho
Pinzas metálicas entomológicas
Estacas
Alcohol de 70°
Papel para etiquetas
Marcador punta fina permanente
Cinta masquil
Tijeras
Mochila de campo
Cooler
Hoja de campo Índice EPT
Cinta métrica
Piola
Frascos plásticos pequeños, para colocar a los macro invertebrados recolectados uno por cada punto de muestreo

*Nota:* Elaborado en base a los materiales utilizados (Cuenca, 2022)

*Figura 17*

*Materiales de campo para monitoreo biológico, estaca pintada para que resalte mejor.*



*Nota:* figura tomada en base en base a los materiales de campo (Cuenca, 2022)

#### **11.7.4 Técnica utilizada para realizar la colecta de macroinvertebrados**

En cuanto a la recolección de macroinvertebrados se la realizó con la metodología de red surber la cual fue implementada en cada punto de muestreo, se ubicó la red en el agua y se procedió a mover el suelo que se encontraba en el frente de la red para hacer que con esa acción los macroinvertebrados que estuviesen en el momento, floten y sean arrastrados por la corriente de agua hasta quedar atrapados por la red, adicional también se removieron las piedras que se encontraban para que los que estaban pegados a ellas se soltaran y quedasen atrapadas.

*Figura 18*

*Red surber para realizar monitoreo.*



*Nota:* Figura tomada utilizando red surber para monitoreos (Cuenca, 2022)

### 11.7.5 Recolección manual de macroinvertebrados

Para el tipo de recolección que se llevó a cabo con la red surber, se lo realizó de manera manual, esto debido a que es necesario remover el sustrato de manera uniforme, sin que se quede ningún lugar ni piedra sin revisar, de esta manera llegando a muchos de los organismos que se encuentran habitando en la hojarasca o rocas.

*Figura 19*

*Recolecta manual de macro invertebrados con red surber*



*Nota:* Tomada realizando la recolección de macroinvertebrados (Cuenca, 2022.)

### 11.7.6 Colecta de macro invertebrados.

Una vez que se obtuvo el sedimento de las remociones se retiró la red del agua y se ubicó a un lado de la quebrada en un lugar cómodo que facilitó la obtención de los organismos acuáticos, poco a poco se fue revisando la malla de la red, esto debido a que algunos de los especímenes se quedan adheridos, el sedimento obtenido en la red se lo ubicó en proporciones una tras otra para su adecuada observación, con las pinzas entomológicas se fueron retirando cada uno de los organismos encontrados y se los ubicó en un frasco que en este caso fue uno para muestras pequeño en el cual se colocó alcohol de 70 grados para asegurar la conservación de los macroinvertebrados, se realizó varios muestreos para tener el mayor número de muestras para el estudio que posteriormente fueron empaquetadas y transportadas.

*Figura 20*

*Revisión de macro invertebrados en la malla de la red*



*Nota:* realizando la revisión de macro invertebrados (Cuenca, 2022.)

### **11.7.7 Identificación taxonómica**

Una vez que se obtuvo las muestras de los organismos los llevamos con cuidado al laboratorio para mediante el uso de microscopio y estereoscopio observar a cada espécimen detalladamente.

*Figura 21*

*Macro invertebrado observado por medio de microscopio*



*Nota:* toma de invertebrado mediante microscopio (Cuenca, 2022.)

### **11.7.8 Identificación a través de orden y familia.**

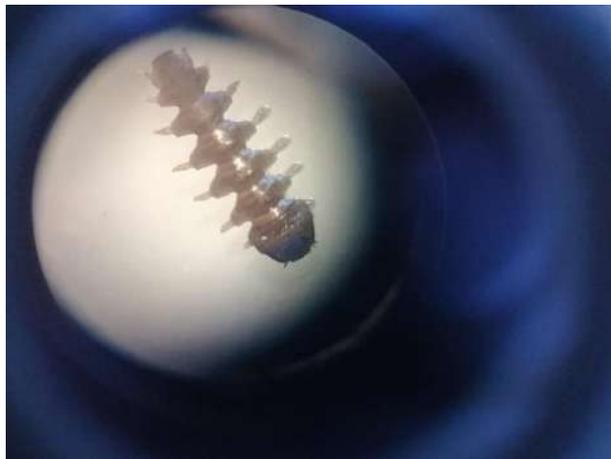
Para poder determinar a qué grupo pertenecen cada individuo, se comparó con las guías metodológicas de identificación de macro invertebrados y se separó en grupos los cuales se establecieron tomando en cuenta el orden y la familia a la que

pertenecen, se los ubicó en recipientes de vidrio con alcohol de 70 grados para su conservación los mismos que fueron sellados para evitar que el alcohol se volatilice y pueda perjudicar a los individuos.

Cabe recalcar que en el tiempo que se realizó este estudio nos encontramos en época de invierno, la cual se caracteriza por ser lluviosa y esto ocasionó que el sustrato de la quebrada fuese arrastrado lo cual generó un impacto significativo en el número de individuos capturados al reducir la cantidad de los mismos, generalmente es recomendable realizar los muestreos en un temporal más seco en cuanto a lluvias para tener un mejor porcentaje de capturas generales. Esto se hace mención por el Ing. Angel Cuenca en uno de sus estudios realizados en la provincia de Zamora Chinchipe que fue aprobado por el MAATE

*Figura 22*

*Macro invertebrado claramente visible para observar sus partes*



*Fuente:* Toma de invertebrado muy visible (Cuenca, 2022.)

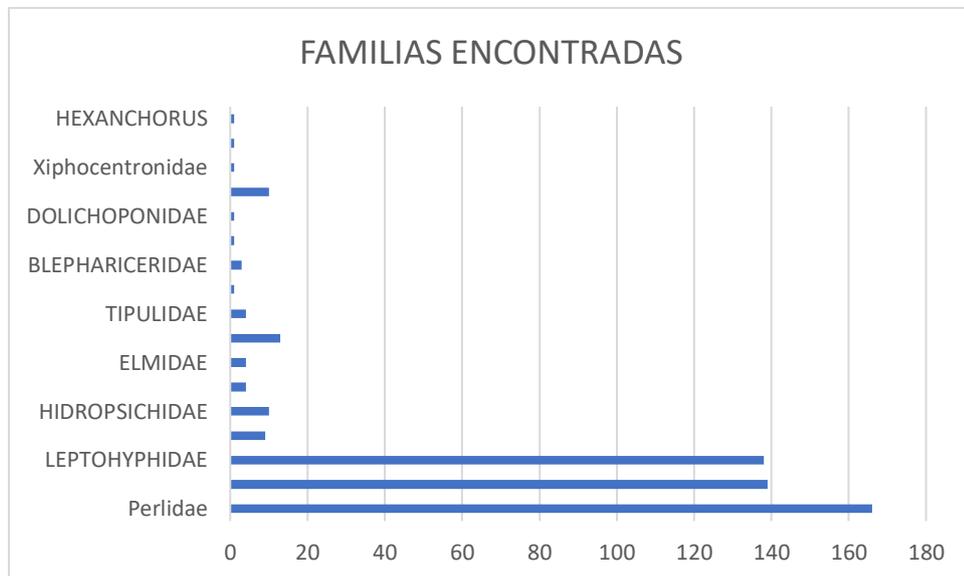
### **11.8 Método utilizado para el análisis de calidad de agua.**

Una vez que se realizó la toma de muestras en los tres puntos de monitoreo seleccionados para la captura de los macro invertebrados acuáticos en la quebrada El Carmen, se logró reunir un total de 507 individuos, de los cuales taxonómicamente son correspondientes a 6 órdenes diferentes, de los mismos que corresponden todos por igual a la clase Insecta, la familia que tuvo mayor presencia fue la Perlidae que contó con 166 individuos capturados, la que le siguió fue la familia Leptohyphidae con 138 individuos de los que todos fueron encontrados en la parte baja, así mismo las

familias menos encontradas fueron: Limoniidae, Psephenidae, Dolichoponidae, Xiphocentronidae, Tabanidae, Hexanchorus.

*Figura 23*

*Familias encontradas*



*Nota:* Figura en base a las familias encontradas (Cuenca, 2022.)

### 11.8.1 Resultados del índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichóptera)

De acuerdo con la identificación que se realizó se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Zona Alta.**

En la parte alta se encontraron 11 familias diferentes separadas en 5 ordenes diferentes entre los cuales están Plecóptera, Trichóptera, Coleóptera, Hemíptera, Ephemeroptera y Díptera. Dando un total de 103 individuos, siendo los más abundantes la Familia Perlidae con 47 y la Baetidae con 40 especímenes.

Tabla 18

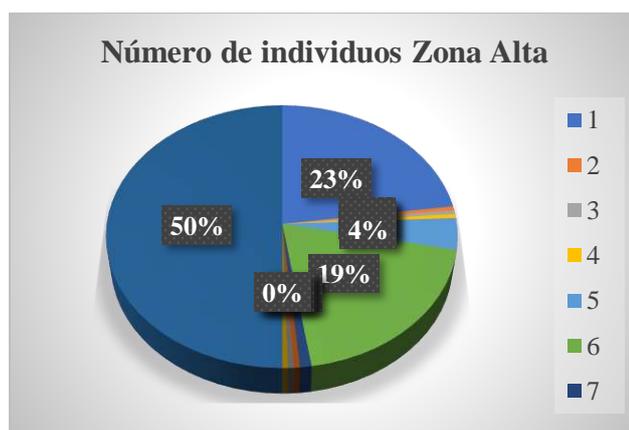
Individuos encontrados en la Zona Alta.

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos
INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	47
INSECTA	TRICHOPTERA	XIPHOCENTRONIDAE	1
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE	1
INSECTA	HEMÍPTERA	SINIDENTIFICAR	1
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	8
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE	40
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTYLIDAE	2
INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1
INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1
INSECTA	COLEOPTERA	HEXANCHORUS	1
		TOTAL	103

*Nota:* Elaborado en base a los individuos encontrados (Cuenca, 2022)

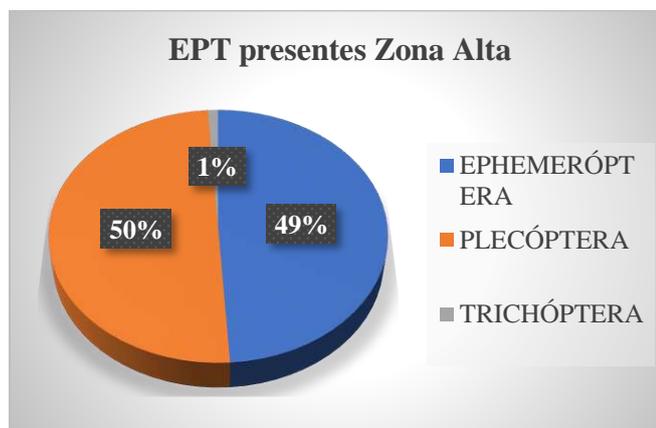
Figura 24

Número de individuos en la Zona Alta.



*Nota:* Resultados en base al número de individuos (Cuenca, 2022)

Figura 25

*EPT presentes Zona Alta*

*Fuente:* Resultados en base al EPT presentes Zona Alta (Cuenca, 2022)

En la parte media se evidencia el cambio de sector al mostrar algunas familias nuevas diferentes a las de los otros sectores, dando un total de 10 familias y 5 órdenes los cuales son: Plecóptera, Díptera, Ephemeroptera, Trichóptera y Coleóptera obteniendo un total de 216 individuos siendo de mayor abundancia la familia perlidae con 115 y la familia Baetidae con 72 especímenes.

Tabla 19

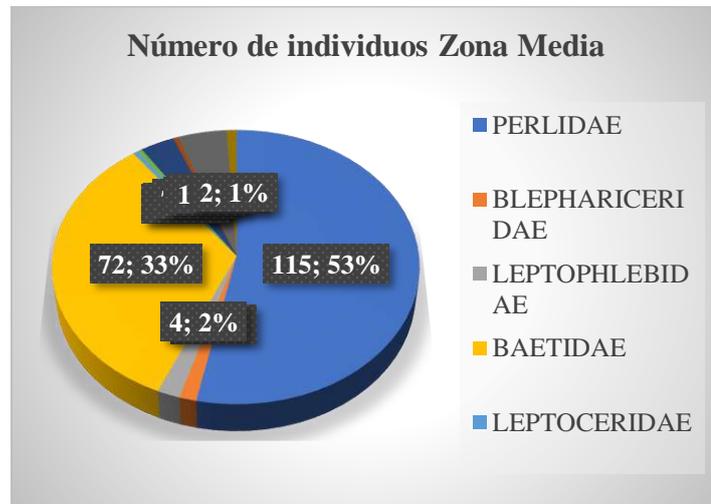
*Individuos encontrados en la Zona Media.*

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos
INSECTA	PLECÓPTERA	PERLIDAE	115
INSECTA	DÍPTERA	BLEPHARICERIDAE	3
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIDAE	4
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE	72
INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1
INSECTA	COLEÓPTERA	PSEPHENIDAE	1
INSECTA	TRICHÓPTERA	HIDROPSYCHIDAE	7
INSECTA	DÍPTERA	DOLICHOPONIDAE	1
INSECTA	COLEÓPTERA	STAPHYLINIDAE	10
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	2
		TOTAL	216

*Nota:* Elaborado en base a los individuos en la Zona Media

Figura 26

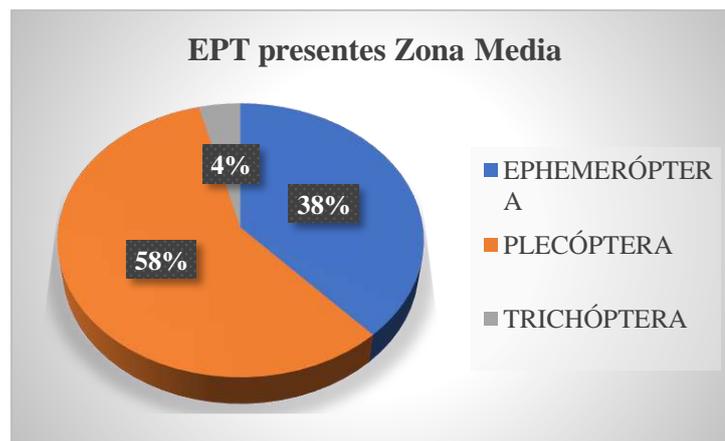
Número de individuos en la Zona Media



*Nota:* Resultados en base al numero de individuos en la Zona Media (Cuenca, 2022)

Figura 27

EPT Presentes Zona Media



*Nota:* Resultados del EPT presentes en la Zona Media (Cuenca, 2022)

En lo que respecta a la parte baja se encontraron 10 familias que están distribuidas en 5 órdenes los cuales son: Plecóptera, Ephemeroptera, Trichóptera, Coleóptera y Díptera obteniendo un total de 188 individuos entre los cuales la familia que cuenta con mayor número de especímenes es la Leptohyphidae que cuenta con 138 superando por mucho a las demás que están por debajo de los 30 especímenes.

Figura 28

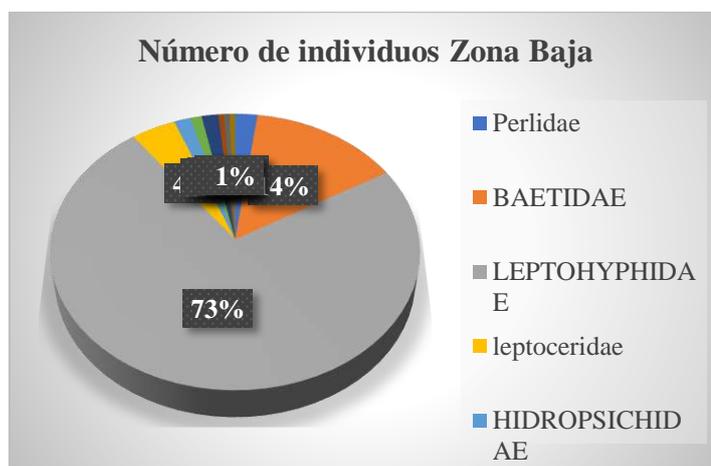
Individuos encontrados en la Zona Baja

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos
INSECTA	PLECÓPTERA	PERLIDAE	4
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	BAETIDAE	27
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTOHYPHIDAE	138
INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	8
INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSICHIDAE	3
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTILIDAE	2
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE	3
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTHOPHLEBIIDAE	1
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	1
INSECTA	DÍPTERA	LIMONIIDAE	1
		TOTAL	188

*Nota:* Elaborado en base a los individuos encontrados en la Zona baja (Cuenca, 2022.)

Figura 29

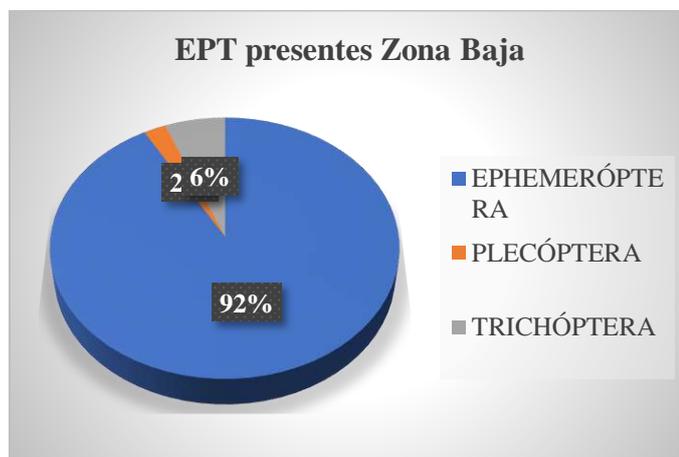
Individuos encontrados en la Zona Baja.



*Nota:* Resultados en base al número de individuos Zona Baja (Cuenca, 2022.)

Figura 30

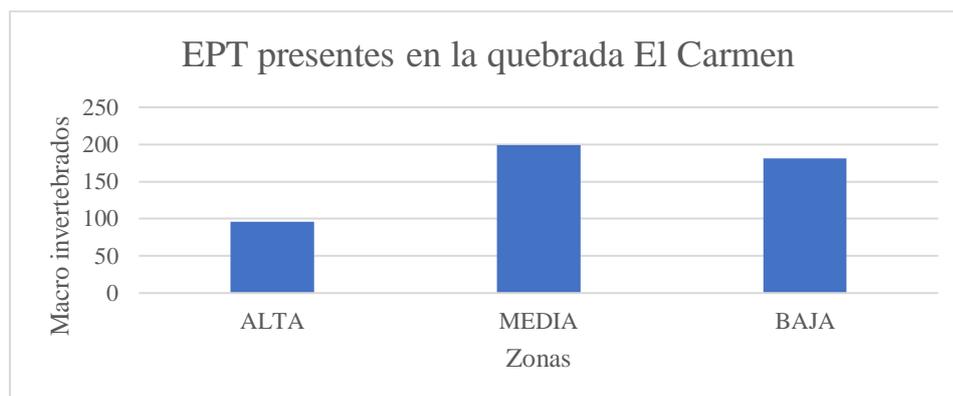
*EPT presentes en la Zona Baja.*



*Nota:* Resultados del EPT presentes en la Zona Baja (Cuenca, 2022.)

Figura 31

*Gráfico del total de EPT encontrados en la quebrada El Carmen*



*Nota:* resultados del total del EPT encontrados en la Quebrada El Carmen (Cuenca, 2022.)

### 11.8.2 Calidad de agua

En lo que respecta a la determinación de la calidad de agua se procedió primero a aplicar la fórmula de EPT, para ello se determinó el número total de individuos de cada orden de Ephemeroptera, Trichóptera y Plecóptera para posteriormente dividirlo por el número total de organismos obtenidos y posterior a eso multiplicarlo por 100 que es un valor fijo establecido por la misma fórmula. En el siguiente cuadro podemos apreciar lo antes mencionado teniendo como procedimientos ubicados hacia la derecha de la tabla.

Tabla 20

Parte Alta de la Quebrada El Carmen.

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos	EPT INDICE	Total EPT/ Total Abundancia	Índice EPT	Calidad del agua
INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE	47	47			
INSECTA	TRICHOPTERA	XIPHOCENTRONIDAE	1	1			
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE	1				
INSECTA	HEMÍPTERA	SINIDENTIFICAR	1				
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE	8	8			
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE	40	40			
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTYLIDAE	2				
INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE	1				
INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE	1				
INSECTA	COLEOPTERA	HEXANCHORUS	1				
		TOTAL	103	96	0,93203883	93,2038835	MUY BUENA

*Nota:* Elaborado en base a la parte Alta de la Quebrada El Carmen (Cuenca, 2022.)

Siguiendo el cálculo de la fórmula de EPT, vamos a proceder a aplicarla:

$$\frac{\text{EPT presentes} \times 100\%}{\text{Abundancia total}}$$

$$181/188=0,93203883$$

A esto mismo lo multiplicamos por 100:

$$0,93203883*100=93,203883$$

Lo cual nos arroja un total de 93,203883%, De acuerdo con el Cuadro de los intervalos de la calidad de agua según el porcentaje de EPT, nos arroja que el porcentaje obtenido está en el rango de 75 a 100 lo cual nos dice que la calidad del agua es muy alta

En lo que respecta a las demás partes de monitoreo se procede de la misma manera.

Parte Media de la Quebrada El Carmen

Tabla 21

## Parte media de la quebrada EL Carmen

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos	EPT INDICE	Total EPT/ Total Abundancia	Índice EPT	Calidad del agua
INSECTA	PLECÓPTERA	PERLIDAE	115	115			
INSECTA	DÍPTERA	BLEPHARICERIDAE	3				
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIDAE	4	4			
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE	72	72			
INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	1	1			
INSECTA	COLEÓPTERA	PSEPHENIDAE	1				
INSECTA	TRICHÓPTERA	HIDROPSYCHIDAE	7	7			
INSECTA	DÍPTERA	DOLICHOPONIDAE	1				
INSECTA	COLEÓPTERA	STAPHYLINIDAE	10				
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	2				
		TOTAL	216	199	0,9212963	92,1296296	MUY BUENA

*Nota:* Elaborado en base a la Parte media de la quebrada EL Carmen (Cuenca, 2022.)

En la parte media obtenemos un 92,1296296%, El cual entra en el rango de 75 a 100 y nos da a conocer que la calidad del agua presente en esta zona es muy alta, lo cual se evidencia al ser en la que mayor número de individuos fueron obtenidos

Parte Baja de la Quebrada El Carmen.

Tabla 22

Parte Baja de la quebrada El Carmen.

CLASE	Orden	Familia	Número de individuos	EPT INDICE	Total EPT/ Total Abundancia	Índice EPT	Calidad del Agua
INSECTA	Plecóptera	Perlidae	4	4			
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	BAETIDAE	27	27			
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTOHYPHIDAE	138	138			
INSECTA	TRICHOPTERA	leptoceridae	8	8			
INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSICHIDAE	3	3			
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTILIDAE	2				
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE	3				
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTHOPHLEBIIDAE	1	1			
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	1				
INSECTA	DÍPTERA	LIMONIIDAE	1				
		TOTAL	188	181	0,96276596	96,2765957	MUY BUENA

**Nota:** Elaborado en base a la Parte Baja de la Quebrada El Carmen

En lo que respecta a la parte baja se obtuvo un 96,2765957%, que se encuentra en el rango de 75 a 100, lo cual nos da a conocer que el agua es de calidad muy alta, principalmente al encontrarse Leptohiphidae, siendo estos los de mayor concentración en este sector.

### 11.8.3 Resultados del índice de sensibilidad

En lo que respecta al análisis del Índice BMWP no se toma en cuenta la cantidad de individuos que obtuvimos en los monitoreos, más bien, se toma en cuenta las familias conseguidas a las que se les asigna un valor de sensibilidad el cual va a ser obtenido de la tabla que se hace mención en este mismo estudio, luego de esto se sumó todos los valores en cada una de las zonas de monitoreo en las que se trabajó y se obtuvo el resultado que va a ser comparado con la tabla de puntuaciones de BMWP.

#### Parte Alta de la Quebrada El Carmen

En lo que respecta a esta zona de monitoreo se obtiene los siguientes datos:

Tabla 23

*BMWP parte alta quebrada El Carmen.*

CLASE	Orden	Familia	ÍNDICE BMWP	INTERPRETACIÓN
INSECTA	PLECOPTERA	PERLIDAE		10
INSECTA	TRICHOPTERA	XIPHOCENTRONIDAE		9
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE		6
INSECTA	HEMÍPTERA		NO APLICA	
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIIDAE		10
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE		4
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTYLIDAE		10
INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE		4
INSECTA	DIPTERA	TIPULIDAE		5
INSECTA	COLEOPTERA	HEXANCHORUS		6
		TOTAL		64 CALIDAD DEL AGUA BUENA

*Nota:* Elaborado en base a BMWP de la parte Alta de la Quebrada El Carmen (Cuenca, 2022.)

En este sector se obtuvo un total de 10 familias diferentes de las cuales 3 son de sensibilidad alta, las demás llegan a estar en un mínimo de 4 hacia arriba dando un total de 64, al interpretarla con la tabla nos dice que se encuentra en el rango de 61 a 100 y por lo tanto tiene una calidad de agua buena, es aceptable con algunos efectos de la contaminación.

Parte Media de la Quebrada El Carmen.

En la parte media se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 24**

**BMWP parte media quebrada El Carmen**

CLASE	Orden	Familia	INDICE DE BMWP	INTERPRETACIÓN
INSECTA	PLECÓPTERA	PERLIDAE	10	
INSECTA	DÍPTERA	BLEPHARICERIDAE	10	
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	LEPTOPHLEBIDAE	10	
INSECTA	EPHEMERÓPTERA	BAETIDAE	4	
INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	10	
INSECTA	COLEÓPTERA	PSEPHENIDAE	10	
INSECTA	TRICHÓPTERA	HIDROPSYCHIDAE	5	
INSECTA	DÍPTERA	DOLICHOPONIDAE	4	
INSECTA	COLEÓPTERA	STAPHYLINIDAE	6	
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	5	
			74	CALIDAD DE AGUA BUENA

*Nota:* Elaborado en base al BMWP parte media quebrada El Carmen (Cuenca, 2022.)

En este sector se obtuvo un total de 10 familias diferentes de las cuales 5 son de sensibilidad alta, las demás llegan a estar en un mínimo de 4 hacia arriba dando un total de 74, al interpretarla con la tabla nos dice que se encuentra en el rango de 61 a 100 y por lo tanto tiene una calidad de agua buena, es aceptable con algunos efectos de la contaminación.

Parte Baja de la Quebrada El Carmen.

En la parte baja se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 25

*BMWP parte baja quebrada El Carmen.*

CLASE	Orden	Familia	INDICE DE BMWP	INTERPRETACIÓN
INSECTA	PLECÓPTERA	PERLIDAE	10	
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	BAETIDAE	4	
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTOHYPHIDAE	7	
INSECTA	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	10	
INSECTA	TRICHOPTERA	HIDROPSYCHIDAE	5	
INSECTA	COLEÓPTERA	PTILODACTILIDAE	10	
INSECTA	COLEÓPTERA	ELMIDAE	6	
INSECTA	EPHEMRÓPTERA	LEPTHOPHLEBIIDAE	10	
INSECTA	DÍPTERA	TIPULIDAE	5	
INSECTA	DÍPTERA	LIMONIIDAE	4	
		TOTAL	71	CALIDAD DE AGUA BUENA

*Nota:* Elaborado en base al BMWP Parte Baja de la Quebrada El Carmen (Cuenca, 2022.)

En este sector se obtuvo un total de 10 familias diferentes de las cuales 5 son de sensibilidad alta, las demás llegan a estar en un mínimo de 4 hacia arriba dando un total de 74, al interpretarla con la tabla nos dice que se encuentra en el rango de 61 a 100 y por lo tanto tiene una calidad de agua buena, es aceptable con algunos efectos de la contaminación.

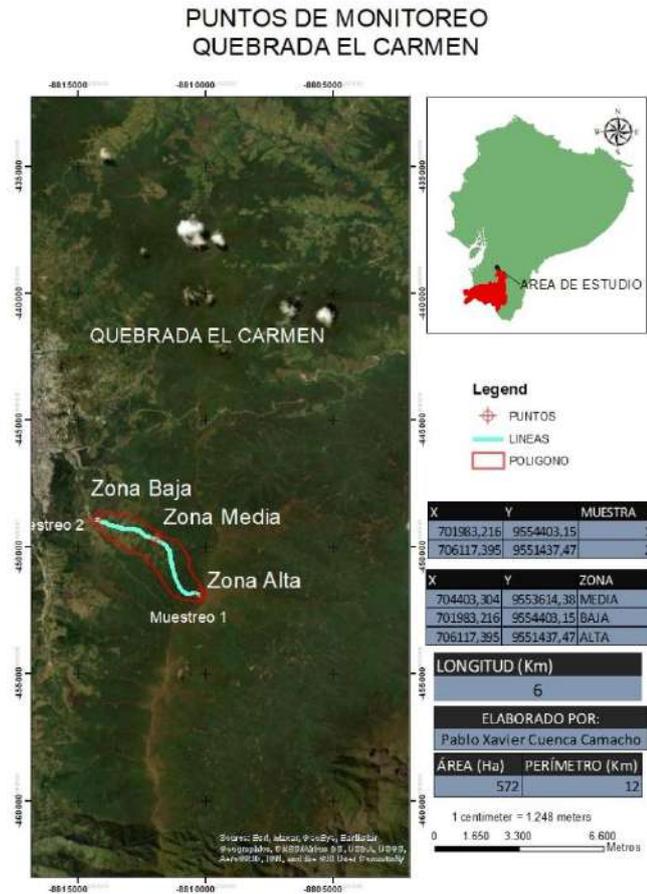
## 11.9 Muestreo de agua

### 11.9.1 Establecimiento de puntos de muestreo

Para el análisis físico químicos y microbiológicos en el presente proyecto de investigación, se estableció dos puntos de monitoreo para la recolección de las muestras de agua, punto alto y punto bajo, esto tomando en cuenta las actividades antrópicas que se registraron en la zona de estudio, así mismo la turbulencia del agua, las condiciones físicas de la quebrada y su accesibilidad. Para tomar las coordenadas geográficas de muestreo se hizo uso del GPS y posteriormente se las geo-referencio en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y luego ser presentados el mapa de ubicación, como se lo muestra a continuación en la siguiente imagen:

Figura 32

Mapa de las dos zonas donde se tomó la muestra



*Nota:* Figura de la zona donde se toman las muestras (Cuenca, 2022.)

Punto 1: Se encuentra ubicado en la zona alta (Parte Alta), en el lugar más accesible de lo que respecta a la cercanía del nacedero de la quebrada el Carmen, esta zona fue escogida para denotar si contrasta con la otra zona de monitoreo, esto debido a que son los dos extremos y se encuentran sometidos a diferentes alteraciones.

Punto 2: Se encuentra en la parte más baja de la quebrada el Carmen, cerca de la zona poblada que es el barrio el Carmen, fue escogida debido a que se denota que tiene un grado de alteración mucho mayor debido a la presencia cercana de los seres humanos, los mismos que realizan sus actividades tomando el agua de este recurso hídrico para lavar ropa o tripas de ganado.

### 11.9.2 Recolección de muestras

Luego de que ya se tienen determinados los puntos en los que va a ser realizado el monitoreo se procedió a dirigirse a los puntos de muestreo a realizar la recolecta de las muestras de agua, para ello se tuvo que contar con dos recipientes estériles para allí ubicar las muestras y que las mismas no fuesen alteradas por alguna sustancia externa a la quebrada que pudiese estar en el recipiente, se procedió a ubicar un lugar adecuado para recolectar el agua y se sumergió el recipiente directamente en la quebrada para tomar la muestra.

*Figura 33*

*Recipientes con muestras de agua*



*Fuente:* Figura de recipientes de agua (Cuenca, 2022.)

### 11.9.3 Etiquetado de muestras

Posterior a esto se le coloca una etiqueta previamente realizada para que no vayan a confundirse las muestras y se procedió a enviarlas al laboratorio para su respectivo análisis.

- Fecha y hora
- Sitio del muestreo
- Número de muestra
- Nombre de la quebrada
- Tipo de muestra
- Clima
- Coordenadas
- Nombre de los responsables de la toma de muestra
- Parámetros a analizar

#### 11.9.4 Transporte de muestras

Se realizó el transporte de las muestras para su respectivo análisis mediante la utilización de un cooler bien sellado, siendo en una temporalidad menor a 24 horas para prevenir que las muestras se fuesen a ver altradas por los cambios de temperatura o por estar estancadas en el recipiente.

*Figura 34*

*Transporte de muestras por medio de un cooler.*



*Nota:* Figura de transporte de muestras por medio de un cooler (Cuenca, 2022.)

#### 11.9.5 Análisis de laboratorio

Una vez que los resultados estuvieron listos el laboratorio me hizo la entrega y estos se detallan a continuación:

En lo que respecta a la parte Alta los resultados arrojan los valores dentro de la normativa vigente tales como el PH en 6.8, en lo que respecta a los coliformes fecales, existe presencia de estos, aunque se encuentra en un rango aceptable para realizar actividades de recreación, esto se debe a que las excretas de los animales se vierten a la quebrada por acción de las precipitaciones que se producen en el entorno lo cual genera que se reflejen en los estudios de laboratorio. Ver Anexo 15.7.

En cuanto a la parte Baja se puede apreciar que también se encuentra con presencia de coliformes fecales siendo este sector con un promedio mayor de los mismos siendo  $2.1E+02$ , esto se debe a que aquí se evidencia mucha más presencia de ganadería que en la parte alta lo que genera que haya mayor contaminación en este sector, sin embargo, aún puede implementarse para actividades de recreación para el ser humano, debido a que se encuentra dentro del límite máximo permisible según el TULSMA. Ver Anexo 15.8.

## 12 Propuesta de Acción

### 12.1 Guía Didáctica. (Capítulo de la Valoración de la calidad del agua mediante macro invertebrados acuáticos).

0



# GUÍA DIDÁCTICA PARA LA VALORACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

---

*Pablo Xavier Cuenca Camacho*

## **Créditos**

Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo

**RECTORA DEL INSTITUTO  
SUPERIOR TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO**

Mgs. Cristhian Fabián Prieto  
Merino **COORDINADOR DE  
LA TECNOLOGÍA  
SUPERIOR EN  
DESARROLLO  
AMBIENTAL**

Ing. Fabiola Martínez Gonzaga

**DIRECTORA DE PROYECTO DE TITULACIÓN DE FIN DE  
CARRERA**

**Autores/Trabajo de Campo y Fotografías**

Pablo Cuenca

**Revisor Científico:**

Mgs. María Cristhina Moreira

**COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

Loja, abril de 2022

**Para citar esta Guía**

Cuenca P.2022. Guía didáctica para la identificación de macro invertebrados acuáticos. Instituto Tecnológico Superior Sudamericano. Loja. 42p

## Índice de la propuesta

<b><u>12. PROPUESTA DE ACCIÓN</u></b> .....	85.
<i>12.1 GUÍA DIDÁCTICA. (CAPÍTULO DE LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE MACRO INVERTEBRADOS ACUÁTICOS</i> .....	85.
<b><u>CRÉDITOS</u></b> .....	87.
<b><u>ÍNDICE</u></b> .....	88.
<b><u>PRESENTACIÓN</u></b> .....	89.
<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	90.
<b><u>ANÁLISIS DE INVERTEBRADOS</u></b> .....	91
<b><u>ACTIVIDAD AUTÓNOMO 4</u></b> .....	102.
<i>1. Evalúe la calidad del agua por el método de BMWP del siguiente ejercicio. Recuerde colocar los puntajes con base a la ficha Nro. 1</i> .....	102.
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	105

## **Presentación**

Esta guía surge de la necesidad de contar con una herramienta didáctica de fácil uso para la identificación de macro invertebrados acuáticos, cuyo estudio es importante ya que permite determinar indicadores biológicos, este material surge de la investigación de campo de los estudiantes de la Tecnología Superior en Desarrollo Ambiental, quienes a través del monitoreo en la microcuenca Zamora Huayco, recopilaron sistemáticamente los pasos para realizar un estudio de fauna acuática y a través de estos diagnosticar la calidad del agua desde el punto de vista biótico.

La presente guía es un material que además de la información levantada in situ, tiene su argumento en fuentes secundarias permitiendo ser aplicada en el campo de la docencia y a nivel estudiantil desde la primaria hasta nivel superior.

La investigación es una ciencia muy importante porque a través de ella se contó con el material para la captura de macroinvertebrado, en la presente guía se indica el proceso para elaborar una red súbber y una red de patada con materiales económico y de fácil adquisición; se secuencia los pasos para la captura y la identificación de los mismo que permitirán a través del índice de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) e IBMWP (Procedimiento Ibérico de Biomonitorio de Aguas) determinar la calidad, encontrándose en la presente guía las tablas para la identificación.

## **Introducción**

El agua es el elemento vital que permite el desarrollo de la vida, sin embargo, la contaminación ha alterado los componentes químicos, físicos y microbiológicos del este recurso, es por ello la importancia de realizar monitoreos de la calidad del agua, para generar las medidas correctivas necesarias, el estudio de los macroinvertebrados acuáticos ha permitido obtener un diagnóstico del estado actual de las fuentes hídricas.

El monitoreo de una quebrada o río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, por las diferentes actividades antropogénicas, esto se lo realiza con metodologías aplicables in situ (recolección de macroinvertebrados) y de laboratorio para la identificación taxonómica.

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos que habitan en los sedimentos de los ecosistemas acuáticos, o en cualquier tipo de sustrato como hojas, troncos, sedimentos entre otros; estos organismos se adaptan a condiciones concretas, existen algunos de estos que son tolerantes a la presencia de contaminantes y otros que son altamente sensibles siendo indicativos de fiabilidad de la calidad del agua.

## **Análisis de invertebrados**

### **índice de EPT**

La metodología que se presenta a continuación del índice de EPT, es obtenida del Manual de monitoreo de macroinvertebrados de Carrera & Fierro (2001)

Para poder calcular los índices biológicos fue necesario llegar hasta el nivel taxonómico de familia, y en los casos que fue posible se llegó hasta el nivel de género, para que junto con los parámetros ambientales se tuviera una información más completa de la organización de las comunidades de los macroinvertebrados (Universidad del Norte, 2018).

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera. A continuación, se explica cómo llenar la Hoja de Campo 1 para el análisis EPT. Debe llenar una de estas hojas por cada área de muestreo.

1. Una vez que haya identificado los grupos presentes en cada área, anote en la columna de Abundancia de Individuos de la Hoja de campo la cantidad de macroinvertebrados frente al grupo que corresponda. Si algún grupo no corresponde a ninguno de los grupos que constan en la lista, anote el número de individuos frente a la fila de Otros grupos.
2. Sume todos los números de la columna de Abundancia de Individuos y anote el resultado en el cuadro de Total.
3. Copie los mismos números de individuos de cada familia identificada siempre y cuando corresponda a EPT presentes.

4. Sume los números de la columna EPT Presentes y anote el resultado en el cuadro de Total.
5. Divida el total de EPT Presentes para el total de Abundancia de Individuos.
6. Multiplique este valor por cien para sacar el porcentaje.
7. Compare este valor con el cuadro de calificaciones. (Carrera & Fierro, 2001)

Una vez que tenemos ya contabilizado cada grupo nos vamos a basar en la fórmula del índice de EPT y en la tabla de Análisis EPT para calidad de agua que se muestran a continuación:

**La fórmula del índice EPT es:**

$$\frac{\text{EPT presentes} \times 100\%}{\text{Abundancia total}}$$

**Tabla 26**

*Análisis EPT para calidad de agua*

Intervalos %	Calidad
75-100	Muy Buena
50-74	Buena
25-49	Regular
0-24	Mala

*Nota.* Información tomada de: (Carrera & Fierro ,2001.).

**Ejercicio**

**Sitio:** Pindal

**Nombre del río:** Quebrada Papalango

**Fecha de recolección:** 10 y 11 de Julio (11H00 y 15H00 respectivamente)

**Nombre del muestreador:** Alicia Vivar

Tabla 27

*Índice que se analiza con los órdenes EPT*

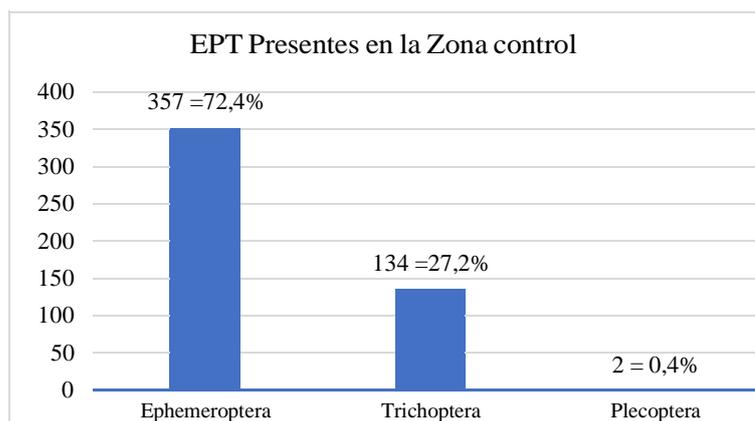
Clase	Orden	Familia	Nro.	EPT
CRUSTACEOS	Decápoda	Pseudohelpeusidae	4	
INSECTA	Coleóptera	Phlodactylidae	2	
		Psephenidae	39	
		Elmidae	2	
		Dryopidae	2	
		Curculionidae	1	
	Diptera	Simuliidae	2	
		Blephariceridae	1	
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	357	357
	Hemiptera	Naucoriidae	42	
		Orchtheridae	1	
	Megaloptera	Corydalidae	10	
	Odonata	Libellulidae	3	
		Calopterygidae	53	
	Plecoptera	Perlidae	2	2
	Trichoptera	Hydrobiosidae	134	134
POLYCHAETA	?	*	1	
ABUNDANCIA TOTAL			656	493
				0,75 75%

Calidad de Agua  
 75 - 100% **Muy Buena**  
 50 - 74% Buena  
 25 - 49% Regular  
 0 - 24 % Mala

*Nota.* El ejemplo que se muestra corresponde a datos reales de monitoreo de la quebrada Papalango elaborado por la Tlga. Alicia Vivar en el 2020

Figura 35

*EPT Presentes en la zona control*

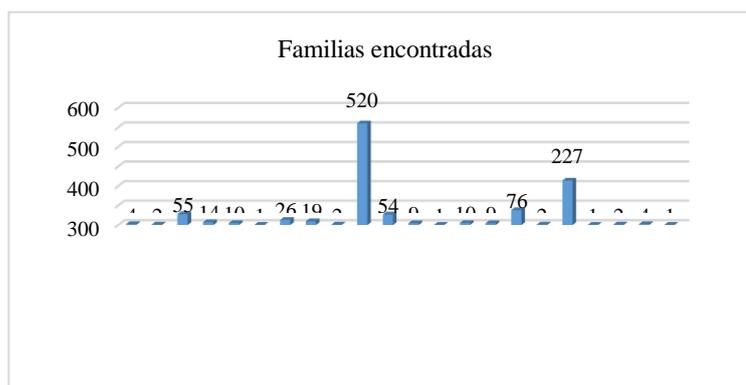


*Fuente:* Figura del EPT presentes en la Zona Central (Cuenca, 2022.)

*Nota.* En la gráfica se observa las familias identificadas en la zona de control del estudio en la quebrada Papalango, (Vivar, 2020).

Figura 36

EPT presentes



**Nota.** En la gráfica se señalan los porcentajes de EPT presentes en la zonacontrol de la quebrada Papalango. (Vivar, 2020)

## 1.2 Índice de BMWP (Procedimiento Ibérico de Biomonitorio de Aguas)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) se considera un método simple y rápido de evaluar calidad de agua, utilizando macroinvertebrados como bioindicadores, analizando hasta nivel de familia, con datos cuantitativos de presencia y ausencia. El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica, siendo 10 el más sensible y 1 el más tolerante (Sánchez Molano & Garcia, 2018).

El puntaje se asigna una vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. Posteriormente se suman los puntajes por familia encontrados en los puntos de muestreo, para calcular el índice y se evalúa el nivel de calidad de agua (Sánchez Molano & Garcia, 2018).

Les otorga mayores puntajes a las Familias menos tolerantes a la contaminación. Si encontramos la Familia, le damos el puntaje que señala la Ficha#1, no importa el # de bichitos de la familia encontrados. Se suman los puntajes de las Familias encontradas. Si, por ejemplo, obtenemos un puntaje de 38, el agua será de “Dudosa” calidad. (Puka & Flores, 2014)

Requiere un muestreo de tipo cualitativo que incluya todas las familias de macroinvertebrados que habiten en el tramo en estudio (ver apartado 5). El índice se obtiene de la suma de las puntuaciones asignadas a las familias que se han identificado en la muestra (ver hoja de cálculo en apéndice). La puntuación total del IBMWP varía entre 0 y >100 (en algunos ríos peninsulares se obtienen máximos superiores a 200 e incluso de 300). (Ministerio del Ambiente- España)

La tabla 7 muestra las clases de calidad del agua del índice BMWP/Col, es resultado que da al sumar la puntuación de las familias encontradas, de acuerdo con el puntaje obtenido se clasifica en distintas clases de agua

**Tabla 28**

*Puntuaciones totales del IBMWP*

<b>Estado Ecológico</b>	<b>Calidad</b>	<b>IBMWP</b>
<b>Muy Bueno</b>	Buena. Aguas no contaminadas o no alterada de modo sensible	$\geq 101$
<b>Bueno</b>	Aceptable. Son evidencias algunos efectos de contaminación	61 -100
<b>Aceptable=Modera do</b>	Dudosa. Aguas contaminadas	36 – 60
<b>Deficiente</b>	Crítica. Aguas contaminadas	16 – 35
<b>Malo</b>	Muy Crítica. Aguas fuertemente contaminadas	$< 15$

*Nota:* Elaborada en base a Puntuaciones totales del IBMWP (Cuenca, 2022.)

Nota. La tabla que se muestra a continuación representa las valoraciones que se utilizan para comparar los resultados de un ejercicio de monitoreo realizado.

Vamos a interpretar cada una de las especies de los mismos con la tabla del Índice BMWP en la que va a tener una valoración específica detallando la calidad del agua. La tabla se detalla a continuación:

**Figura 37**

**Puntuaciones de cada familia**

Ficha 1. Puntuaciones de acuerdo a la sensibilidad de cada familia

Nº Estación
Código de masa de agua:
Tipo:
UTM:

Río:
Localidad:
Fecha/Hora
Técnico

Arácnidos	
Hidracarina	4

Efemerópteros	
Baetidae	4
Caenidae	4
Ephemerellidae	7
Ephemeridae	10
Heptageniidae	10
Leptophlebiidae	10
Oligoneuriidae	5
Polymitarcidae	5
Potamanthidae	10
Prosopistomatidae	7
	10

Odonatos	
Aeshnidae	8
Calopterygidae	8
Coenagrionidae	6
Cordulegasteridae	8
Corduliidae	8
Gomphidae	8
Lestidae	8
Libellulidae	8
Platycnemididae	6

Siphonuridae	
--------------	--

Oligoquetos	
Todos	1

Heterópteros	
Aphelocheeriidae	10
Corixidae	3
Gerridae	3
Hydrometridae	3
Mesoveliidae	3
Naucoridae	3
Nepidae	3
Notonectidae	3
Psephenidae	3

Plecópteros	
Capniidae	10
Chloroperlidae	10
Leuctridae	10
Nemouridae	7
Perlidae	10
Perlodidae	10
Taeniopterygidae	10

**Fuente:** Elaborada en base a las puntuaciones de cada familia (Cuenca, 2022.)

Figura 38

Hoja de identificación del índice de sensibilidad

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlina, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeroidea, Euthyplociidae, Gyridae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,	2
Tubificidae	1

*Nota:* Elaborada en base a la Hoja de identificación del índice de sensibilidad (Cuenca, 2022.)

Recuerde: puede utilizar cualquiera de las dos tablas para determinar las puntuaciones para cada familia escogiendo con la que se sienta más cómodo

### 1.2.1 Procedimiento para aplicar el método de BMWP

La estación de muestreo comprende un tramo fluvial representativo de la masa de agua a la que pertenece. Como norma general, el tramo de río a evaluar tendrá una longitud aproximada entre 30 a 100 m. Este valor es orientativo dado que para aplicar

el IBMWP según el procedimiento de Tercedor (2000), la toma de muestras analiza cuando ya no aparecen nuevos taxones en sucesivas redadas.

Se evitará situar la estación de muestreo inmediatamente aguas abajo de perturbaciones (hidro morfológicas o fisicoquímicas); para ello se evaluará el alcance de éstas.

Es de gran importancia documentar las características de la estación de muestreo, y para ello se describirán los accesos, se dibujará un esquema de la situación de la estación de muestreo, y se indicarán las coordenadas geográficas medidas con un GPS). También se recomienda tomar fotografías (aguas arriba y abajo del tramo fluvial, y de detalle del sustrato). (Ministerio del Ambiente- España)

### **1.2.2 Selección de los hábitats**

Antes de iniciar el muestreo deben identificarse todos los hábitats existentes en el tramo. Estos hábitats se definen en base a diferentes combinaciones de profundidad (somero-profundo), velocidad del agua (rápida, mediana, lenta), naturaleza del sustrato (grandes rocas y guijarros, guijarros decimétricos, gravas, arenas y limos) y presencia de vegetación (hidrófitos o helófitos). Éstos son los siguientes:

- Sustrato duro y corriente fuerte (zonas lólicas): Zonas reófilas: En aguas someras (< 50 cm), se sitúa el salobre aguas abajo de la zona a muestrear (y de cara a la corriente) y se procede a remover y voltear los sustratos raspándolos con la mano; de este modo todos los organismos que se van despegando del sustrato son arrastrados por la corriente y se introducen en el salobre. Se examinan las piedras, y se retira cualquier taxón que aparezca adherido al sustrato, añadiéndose a la muestra. Se remueven los depósitos inferiores más fi nos para desalojar cualquier organismo. Si las piedras tienen un diámetro inferior a unos 10 cm, remover con los pies y recoger el material con la red a contracorriente. Sustrato duro y corriente moderada-lenta (zonas leníticas). Vegetación acuática emergida de los márgenes de los ríos Macrófitos emergidos o macro-algas Arena, grava o fango
- Sustrato duro y corriente moderada-lenta (zonas leníticas): Zonas leníticas: En zonas de remanso o aguas arriba de azudes la corriente no introducirá los organismos en el salobre de modo que se procederá del modo que se especifica en el apartado anterior, pero removiendo intensamente el salobre para recoger

todos los materiales suspendidos al remover el fondo. Si hay piedras en el sustrato, estas se retirarán cuidadosamente y se rasparán/limpiarán con la mano dentro de la red, asegurándose que ningún organismo haya quedado adherido a la piedra.

- Vegetación acuática emergida de los márgenes de los ríos y Macrófitos emergidos o macroalgas: Vegetación acuática: Pasar el salabre entre la vegetación, raíces sumergidas y macrófitos existentes en la estación de muestreo, y mover el sustrato con la ayuda de las botas, recogiendo el material en suspensión y los organismos que queden adheridos a la vegetación.
- Arena, grava o fango: Remover el fondo con las manos o con los pies en función de la profundidad y recoger con el salabre el material que se lleve la corriente o quede en suspensión. (Ministerio del Ambiente- España)

Nota Importante: Para la aplicación del índice IBMWP es muy importante seleccionar un tramo de río que posea todos o la mayor parte de los tipos de hábitats indicados, lo que permitirá recoger la máxima diversidad de organismos.

Como ya se ha indicado, el material recogido se vaciará periódicamente en bateas blancas a las que se habrá añadido previamente agua. Esto evitará que la red de muestreo se colmate y posibles pérdidas de organismos al ser arrastrados por la corriente (ver Alba-Tercedor, 1996) en (Ministerio del Ambiente- España).

Tabla 29

## Índice de BMW?

## Índice de BMWP

CLASE	ORDEN	FAMILIA	PPUNTO 1 ZONA CONTROL	Ssensibilidad Zona control	Punto 2 Zona Afectada	Ssensibilidad Zona Afectada	
C crustáceos Insectos	Decápoda	Pseudothelphusidae					
	Coleópteros	Ptilodactilidae		0			
		Psephenidae		9	0	6	0
		Elmidae				2	
		Dryopidae					
		Curculionidae					
Diptera Ephemeroptera Hemiptera Megaloptera Odonata Plecóptera Trichóptera Otros Gastropoda Nematoda Policheta	Diptera	Blephariceridae		0	5	0	
		Chironomidae			9		
		Simuliidae					
	Ephemeroptera	Leptophlebidae	57	0	63	0	
		Naucoridae	2		2		
	Hemiptera	Orchteridae					
		Vellidae					
	Megaloptera	Corydalidae	0				
		Libellulidae					
	Odonata	Calopterygidae	3		3		
		Perlidae			0		
	Plecóptera	Hydrobiosidae	34		3		
		Glossomatidae					
	Trichóptera	Thiaridae					
Otros							
Gastropoda							
Nematoda	Otros	Chordodidae				0	
Policheta							
		Total					

**Nota.** Los valores que se muestran en la tabla corresponden a dos puntos de muestreo de la quebrada Papalango. (Vivar, 2020)

Recuerde que las puntuaciones van de acuerdo a la sensibilidad de cada familia que se muestra en la Ficha 1. En la tabla 8 se colocan estas puntuaciones independientemente del número de individuos recolectados.

**Tabla 30**

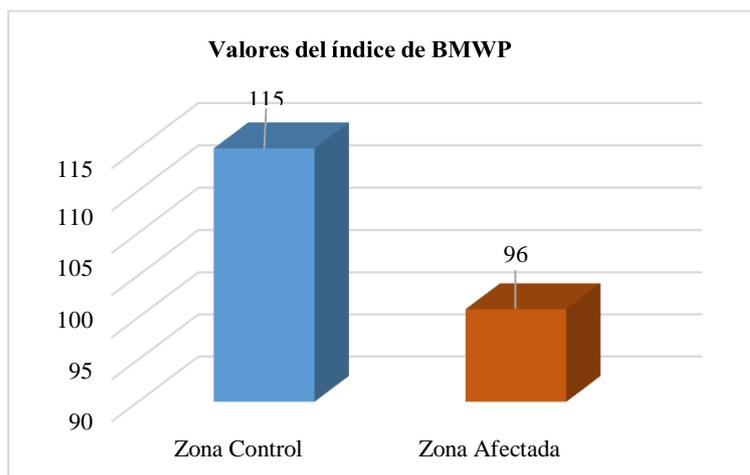
*Comparación de los puntajes en cada zona de muestreo*

PUNTOS	CLASE I	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
<b>Zona control</b>	I	Muy Buena	$\geq 115$ (115)	Aguas muy limpias a limpias	
<b>Zona afectada</b>	II	Aceptable	61 -100 (96)	Aguas ligeramente contaminadas	

**Nota.** La presente tabla muestra la calidad de acuerdo con la comparación de resultados en la Tabla 7. (Vivar, 2020)

**Figura 39**

*Valores del índice de BMWP*



**Nota.** La presente tabla muestra la calidad de acuerdo con la comparación de resultados en la Tabla 7. (Vivar, 2020)

### Actividad Autónoma 4

1. Obtenga la calidad del agua por el índice de EPT del siguiente ejercicio.

**Sitio:** Pindal

**Nombre del río:** Quebrada Papalango

**Fecha de recolección:** 10 y 11 de Julio  
(11H00 y 15H00 respectivamente)

**Nombre del muestreador:** Alicia Vivar

1. **Evalué la calidad del agua por el método de BMWP del siguiente ejercicio. Recuerde colocar los puntajes con base a la Ficha Nro.1**

*Figura 40*

*Ficha No 1 de la calidad del agua*

Clase	Orden	Familia	Nro.	EPT Presentes
INSECTOS	Coleópteros	Psephenidae	16	
		Elmidae	12	
		Dryopidae	8	
	Diptera	Blephariceridae	25	
		Chironomidae	19	
	Ephemeroptera	Leptophlebeidae	163	
	Hemiptera	Orchtridae	8	
		Naucoridae	12	
		Veliidae	1	
	Odonata	Libellulidae	6	
		Calopterygidae	23	
	Trichoptera	Hydrobiosidae	93	
		Glossomatidae	1	
	GASTROPODA	Otros	Thiaridae	2
NEMATODA	Otros	Chordodidae	4	
<b>TOTAL</b>				

<b>Calidad de Agua</b> 75 -100% Muy Buena 50 - 74% Buena 25 - 49% Regular 0 - 24 % Mala
---

*Nota:* Elaborada en base a la Ficha No 1 de la calidad del agua (Cuenca, 2022.)

- 2 **evalué la calidad del agua por el método de BMWP del siguiente ejercicio. Recuerde colocar los puntajes con base a la Ficha Nro.1**

Figura 41

Ejercicio para evaluar la calidad del agua

Clase	Orden	Familia	
Crustáceos	Decápoda	Pseudothelphusidae	
		Ptilodactylidae	
Insectos	Coleópteros	Psephenidae	
		Elmidae	
		Dryopidae	
		Curculionidae	
	Diptera	Blephariceridae	
		Chironomidae	
		Simuliidae	
	Ephemeroptera	Leptophelebiidae	
	Hemiptera	Naucoridae	
		Orchtheridae	
		Vellidae	
	Megaloptera	Corydalidae	
	Odonata	Libellulidae	
		Calopterygidae	
	Plecoptera	Perlidae	
	Trichoptera	Hydrobiosidae	
Glossosomatidae			
Gastropoda	Otros	Thiaridae	
Nematoda	Otros	Chordodidae	
Polychaeta	?	*	
<b>TOTAL</b>			

Fuente: Elaborado en base al Ejercicio para evaluar la calidad del agua (Cuenca, 2022.)

3. ¿En qué consiste el análisis por el Método de BMWP?

.....

.....

.....

.....

.....

4. ¿Cómo vamos a realizar la selección de los hábitats para nuestro proyecto?

.....

.....

.....

.....

.....

5. Actividad de campo

Conjuntamente con su docente organice una salida a un sistema lotico.

- a.) Realice el diagnóstico de la cuenca de acuerdo al método SVAP, establezca dos puntos de monitoreo una Zona Control, donde se muestre el cuerpo hídrico saludable, y una afectada, donde se visualice alteraciones.
- b.) Realizar la planificación de trabajo estableciendo día y fecha c.) Elija la técnica adecuada (Red de patada o Red Surber)
- d.) Contar con los materiales necesarios para el trabajo en campo, recuerde llevar GPS para establecimiento de coordenadas.
- e.) Colecte los macroinvertebrados.
- Para capturar los macroinvertebrados ponga la red en la parte más correntosa del río, en la estaca que se encuentra río abajo, y empiece a caminar río arriba.
  - Su compañero, de espaldas a la corriente, debe "patear" el fondo. Los bichos serán arrastrados junto con el sedimento hacia la red.
  - Continúe hasta completar los 30 metros, o hasta que la malla sea difícil de manejar por el peso del sedimento.
- 
- Coloque todo el sedimento en un balde con agua. Vierta el sedimento en la bandeja, en pequeñas cantidades, y con abundante agua limpia.
  - Separe los macroinvertebrados del sedimento y guárdelos en frascos con alcohol, con su respectiva etiqueta.
  - Repita exactamente este procedimiento en la otra área seleccionada. (Carrera & Fierro, 2001)
- f.) Identifique los grupos presentes (orden, familia)
- g.) Analice los macroinvertebrados colectados por el método de EPT y BMWP e interpretar los resultados
- h.) Levantar un informe final y socializar los resultados de acuerdo al caso plantear soluciones

### Bibliografía

- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados. Ecuador: Otto Zambrano Mendoza. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>
- Mafla, M. (2005). Guía para Evaluaciones Ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca-Costa Rica. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Obtenido de <https://issuu.com/anaicr/docs/guiadeevaluacionesecologicasrapidasenrios/65>
- Ministerio del Ambiente- España. (s.f.). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Protocolos\\_muestreo\\_biologico\\_con\\_portada\\_tcm30-214764.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Protocolos_muestreo_biologico_con_portada_tcm30-214764.pdf)
- Palma, A. (2013). Guía para la identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. Obtenido de [http://www2.udec.cl/~lpalma/Palma2013\\_Guia\\_identificacion\\_Macroinvertebrados\\_preview.pdf](http://www2.udec.cl/~lpalma/Palma2013_Guia_identificacion_Macroinvertebrados_preview.pdf)
- Programa de Reparación Ambiental y Social- PRAS. (2020). Guía Metodológica del peritaje ambiental. Quito Ecuador: 2da Edición.
- Puka, D., & Flores, T. (2014). Guía de Vigilancia Ambiental con macroinvertebrados bentónicos en Cajamarca.
- Rodríguez Ortiz, N. M., & Ramirez, A. (2014).
- Protocolo de evaluación visual de quebradas para Puerto Rico. ResearchGate. doi:10.13140/2.1.4695.2326
- Sánchez Molano, M., & Garcia, D. P. (Septiembre de 2018). repository.unad.edu.com. ¿Recuperado el 20 de febrero de 2022, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21168/36281677.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tercedor, F. J. (2000). Puntuación IBMWP. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=280238> Universidad del Norte. (14 de Octubre de 2018).

- Universidad del Norte. Recuperado el 20 de Febrero de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/852/85263724007/html/>
- Vivar, A. (Octubre de 2020). “Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos, como bioindicadores, en la quebrada Papalango del cantón Pindal provincia de Loja durante el año 2021”. Loja, Instituto Superior Tecnológico Sudamericano: Proyecto de Investigación de fin de carrera.

Se numeran algunos sitios de investigación que contienen fichas de identificación de macroinvertebrados.

- Guía de vigilancia ambiental de macroinvertebrados bentónicos en Cajamarca: [https://issuu.com/grufides/docs/guia\\_de\\_vigilancia\\_ambiental\\_con\\_m](https://issuu.com/grufides/docs/guia_de_vigilancia_ambiental_con_m)
- Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca: <https://geo.etapa.net.ec/monitoreoecohidrologico/files/docs/GUIA%20MACROINVERTEBRADOS.pdf>
- Fichas rápidas para la identificación de macroinvertebrados acuáticos: [https://www.researchgate.net/publication/326188106\\_Fichas\\_rapidass\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_macroinvertebrados\\_acuaticos](https://www.researchgate.net/publication/326188106_Fichas_rapidass_para_la_identificacion_de_macroinvertebrados_acuaticos)
- Macroinvertebrados acuáticos: guía para macroinvertebrados de agua dulce en el Caribe sur de Costa Rica: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2924/Macroinvertebrados\\_acuaticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2924/Macroinvertebrados_acuaticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**DESARROLLO AMBIENTAL**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

---

Instituto Superior Tecnológico Sudamericano: Miguel Riofrío 156-26, Loja <https://tecnologicosudamericano.edu.ec/>  
Tecnología Superior en Desarrollo Ambiental <https://desarrolloambientalists.com/>  
 <https://www.facebook.com/desarrollo.ambiental.ISTS>

## 12.2 Socialización

Finalmente, para dar cumplimiento al objetivo: “Socializar los resultados obtenidos in situ, a través de un webinar a los estudiantes de la TS en Desarrollo Ambiental para dar a conocer los métodos de valoración de la calidad del agua”. Se realizó una socialización referente al tema de la guía metodológica.

Tema:

“Guía didáctica para la identificación de macro invertebrados acuáticos”

Fecha de realización: Miércoles, 6 de abril del 2022.

Medio de exposición: Vía Meet, para los jóvenes de la carrera de desarrollo Ambiental.

**Figura 42**

**Exposición mediante Meet a jóvenes de la carrera de Desarrollo Ambiental.**



**Nota:** Figura de la exposición de los jóvenes de la carrera de Desarrollo Ambiental (Cuenca, 2022.)

### 12.2.1 Organización

Se realizó mediante la aplicación de los medios tecnológicos, dividiendo las actividades entre todos los jóvenes a exponer, elaborando una reunión programada en la plataforma antes mencionada, con el link obtenido se elaboró una imagen publicitaria, la cual fue difundida para el conocimiento de los estudiantes que fueron beneficiarios de la socialización, mediante un link que redirigía a un enlace externo se controló la asistencia y se hizo algunas preguntas para obtener una base de datos de

los jóvenes presentes, y con esta planeación se logró llevar a cabo la exposición de la guía metodológica.

### 12.2.2 Objetivos de la Socialización

- Dar a conocer los métodos de interpretación de macro invertebrados a los jóvenes estudiantes de la Carrera de Desarrollo Ambiental.
- Capacitar sobre cómo implementar los índices de EPT y de BMWP para su aplicación en trabajos investigativos futuros.

### 12.2.3 Desarrollo de la Socialización

La socialización dio inicio a las 20 Hoo, con unas palabras de bienvenida por parte de la Ing. Fabiola Martinez, la misma que dio paso a mis compañeros, seguidamente cada uno fue exponiendo su capítulo teniendo unas pequeñas palabras de la misma ingeniera al finalizar cada explicación de las temáticas, siendo este su curso hasta llegar a finalizar a las 21 Hoo, siendo al inicio de la exposición que se envió el link para la asistencia por medio del chat de Meet para que cada estudiante se registre y llene todos los requisitos.

**Figura 43**

*Desarrollo de la Socialización*



*Nota:* Figura del desarrollo de la socialización (Cuenca, 2022)

### 12.2.4 Desarrollo de la Socialización

Para el desarrollo de esta actividad utilizamos el método Fenomenológico en los estudiantes al captar los conocimientos que exponemos, al aprender algo de nuestra conciencia y volverlo parte de su aprendizaje. El método práctico proyectual debido

a que es una guía y vemos procesos sistemáticos para realizar el trabajo de campo.

### 12.2.5 Asistentes de la Metodología

La asistencia de los estudiantes se realizó mediante la implementación de un link que redireccionó a una página adicional en la cual llenarán unos campos de acuerdo a su información personal, la misma que se detalla a continuación.

**Tabla 31**

**Asistentes de jóvenes a la Socialización**

<b>Nombres y Apellidos Completos</b>	<b>Nro de Cédula</b>	<b>Ciclo al que pertenece</b>
<b>Darwin Esteban Guaicha Ramos</b>	1401018518	4to Nocturno B
<b>Gabriel Ivan Maza Criollo</b>	1105614166	4to Nocturno B
<b>Mauro Ricardo Ushpa Chiriap</b>	1900709518	4to Nocturno B
<b>Ronald Arturo Quito Rodriguez</b>	1103861843	5to Nocturno B
<b>Santiago Gabriel Briceño Encalada</b>	1104520588	4to Nocturno B
<b>Hector Fernando Castillo Padilla</b>	1105586166	4to Nocturno B
<b>Lenin Alejandro Castillo Cueva</b>	1105908659	5to Nocturno B
<b>Jessica Alexandra Ushpa Chiriap</b>	1900709526	5to Nocturno B
<b>Edith angelica benavides cuenca</b>	1105819237	4to Nocturno B
<b>Stalin Fabrizio Paladines Paladines</b>	706793437	4to Nocturno B
<b>Robinson Adrian Arrieta Naranjo</b>	2100499470	5to Nocturno B
<b>Maritsabel Jomayra Arias Calderón</b>	705390938	4to Nocturno B
<b>Milene Valentina Ocampo Carchi</b>	1104966310	4to Nocturno B
<b>Christian Anthony Arias Calderón</b>	706683588	4to Nocturno B
<b>Cristian Jose Paz Alberca</b>	1900392554	5to Nocturno B

*Nota:* Elaborado en base a la asistencia a la capacitación (Cuenca, 2022)

### 12.2.6 Resultados

Se contó con el apoyo de todo el personal de estudiantes asistentes a la socialización, los mismos que prestaron plena atención debido a que se abordó un tema de vital importancia para ellos, se obtuvo gran aceptación por parte de los jóvenes, abarcando temas de relevancia como son la interpretación de resultados obtenidos en los monitoreos biológicos, índices de EPT, Sensibilidad, entre otros.

### 13 Conclusiones

- La calidad del agua de la quebrada El Carmen se encuentra comprometida según se observa con la abundancia poblacional y variedad de organismos recolectados, manteniéndose en un rango aceptable para la ejecución de actividades de recreación.
- Los principales factores que influyen en la alteración de la quebrada el Carmen son actividades antrópicas como la ganadería, la misma que no afecta directamente al afluente al no tener acceso directo a la misma, la alteración se produce debido a la escorrentía a consecuencia de las lluvias, vertiendo al cuerpo hídrico excretas de animales que afectan la calidad del agua.
- La calidad del agua de la quebrada el Carmen se encuentra comprometido, pero en buen estado según lo indican los análisis con EPT y BMWP, siendo de calidad muy buena y buena respectivamente, esto teniendo en cuenta la abundancia poblacional y sensibilidad de familias identificadas que por lo general tenían cifras bajas.
- La guía didáctica brinda información muy detallada y precisa de lo que corresponde en cuanto a la valoración de la calidad del agua enseñando la forma adecuada de implementación de los índices de EPT y de BMWP, así como, la interpretación de las tablas que se obtienen al identificar cada uno de los macro invertebrados.
- La socialización abordó temas de vital importancia dando a conocer a jóvenes de la carrera de Desarrollo Ambiental el cómo beneficiará a su perfil profesional el realizar estos estudios, permitiendo tomar decisiones adecuadas en el futuro en el momento de realizar sus proyectos.

## 14 Recomendaciones

- Al momento de realizar el monitoreo biológico tener muy en cuenta el tiempo atmosférico que esté vigente en el día que se va a salir a campo, si está muy lluvioso considerar reprogramar debido a posibles crecidas que puedan amenazar la seguridad del personal que va a realizar la actividad.
- Remover tanto el sustrato presente en el sector a monitorear, así como las piedras y rocas que se encuentren en la línea de recolección, esto se debe a que existen macro invertebrados que fabrican sus casas sujetas a piedras grandes y pueden incluso encontrarse en la parte entre la piedra y el fondo de la quebrada, así como organismos que simplemente se pegan a estas mismas para alimentarse del residuo vegetal que se acumula en las paredes de las rocas.
- Tratar de no llenar de mucho sustrato el interior de la red debido a un sobre trabajo de las costuras de la misma que pueden llevar a que se comprometa su estado y afecte en el momento de realizar el monitoreo produciéndose grietas por las cuales pueden escaparse algunos especímenes, en el caso de que se sobrecargue la red, levantar con ayuda de la mano y llevar a un lugar firme para empezar a revisar el sustrato.
- En el momento de sacar la red del agua tratar de separar el sustrato en un recipiente adicional en el menor tiempo posible, esto debido a que en algunos de los casos suelen quedarse atrapados en la red peces, los mismos que no pueden respirar fuera del agua y necesitan regresar rápido a su entorno para que no se vea comprometida su salud.
- Al realizar la identificación de los macro invertebrados recolectados, llevar la contabilidad del número de organismos encontrados al mismo tiempo que se descubre a qué orden y familia pertenecen, esto con el fin de facilitar el trabajo y optimizar el tiempo.

## 15 Referencias bibliográficas

- Cabrera Reyes, C., & Fierro Peralbo, K. (2001). Macroinvertebrados Acuáticos. Recuperado el 24 de Octubre de 2021, de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374#:~:text=Los%20macroinvertebrados%20son%20excelentes%20indicadores,pueden%20ver%20a%20simple%20vista.&text=Inician%20su%20vida%20en%20el,en%20insectos%20de%20vida%20terrestres>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (13 de Agosto de 2020). Biodiversidad Mexicana. Recuperado el 27 de Octubre de 2021, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ques>
- Diaz, Y. (23 de Marzo de 2018). Loja para todos. Recuperado el 13 de Octubre de 2021, de <https://www.loja.gob.ec/noticia/2018-03/loja-toma-agua-de-calidad#:~:text=Katuska%20Guamanzara%2C%20coordinadora%20de%20las,lojan a%20se%20beneficia%20del%20servicio.>
- El Universo. (16 de Mayo de 2017). INEC midió la calidad de agua que consumen los ecuatorianos. Noticias. Recuperado el 13 de Octubre de 2021, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2017/05/16/nota/6186154/inec-midio-calidad-agua-que-consumen-ecuatorianos/#:~:text=agua%20para%20beber.,Un%2079.3%20%25%20de%20agua%2C%20a%20nivel%20nacional%2C%20no%20est%20C3%A1,28.6%20%25%20est%20C3%A1%20embotellada%20o>
- El Universo. (16 de Febrero de 2020). Guayaquil y Quito son las únicas ciudades de Ecuador que tienen sello de calidad en su agua potable. Noticias. Recuperado el 13 de Octubre de 2021, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/02/14/nota/7739547/agua-potable-estadisticas-ecuador-uso-contaminacion/>
- Espinoza, E. (2016). Universo, Muestra y Muestreo. Obtenido de <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>
- Garcia, R., Soler, M., & Latorre, S. (febrero de 2018). La investigación científica y el método clínico para la formación del profesional de la salud. Obtenido de Biblioteca virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales:

<https://www.eumed.net/libros/1703/hermeneutica.html#:~:text=La%20hermene%C3%A9utica%20permite%20penetrar%20en,objet%20de%20investigaci%C3%B3n%20y%20su>

- Mafla, M. (2005). Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca -Costa Rica. Turrialba - Costa Rica: CATIE. Obtenido de <https://issuu.com/anaicr/docs/guiadeevaluacioneseecologicasrapidasenrios/65>
- Máiquez, E. G. (19 de Noviembre de 2018). Diario de Cadiz. Recuperado el 25 de Octubre de 2021, de [https://www.diariodecadiz.es/opinion/articulos/Divortium-aquarum\\_0\\_1301870001.html](https://www.diariodecadiz.es/opinion/articulos/Divortium-aquarum_0_1301870001.html)
- Maldonado, J. (2017). La metodología de la investigación. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/la-metodologia-de-la-investigacion/>
- Mazón, M., & Esparza Godoy, K. R. (8 de Junio de 2017). Universidad Nacional de Loja. Recuperado el 13 de Octubre de 2021, de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/18978>
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). GOV.CO. Recuperado el 26 de Octubre de 2021, de <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/#:~:text=Considerando%20el%20tama%C3%B1o%20se%20puede,y%20manejo%20de%20cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.>
- Munari, B. (2020). Metodo Proyectual. Obtenido de <https://sites.google.com/site/metodoproyectualbrunomunari/>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.
- International Journal of Morphology, 35(1), 227-232. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037)
- RAE. (2020). DEJPANHISPÁNICO. Recuperado el 26 de Octubre de 2021, de <https://dpej.rae.es/lema/subcuenca>

- Rodríguez Ortíz, N. M., & Ramirez, A. (2014). Protocolo de evaluación visual de quebradas para Puerto Rico. ResearchGate. doi:10.13140/2.1.4695.2326
- Salina, P., & Cardenas, M. (2009). Metodos de Investigacion social. Quito: Intiyan. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=55376>
- Trejo, F. (2012). Fenomenología como método de investigación: Una opción para el profesional de enfermería. *Enf. Neurol*, 11(2), 98-101. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfneu/ene-2012/ene122h.pdf>
- USGS. (19 de Agosto de 2017). USGS Science for a changing world. Recuperado el 24 de Octubre de 2021, de <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html#:~:text=Calidad%20del%20agua%20es%20un,se%20le%20va%20a%20dar.&text=Estos%20excedentes%20qu%C3%ADmicos%20llamados%20nutrientes,bajar%20la%20calidad%20del%20agua>.
- Valdivieso, A. (2021). iAgua. Recuperado el 26 de Octubre de 2021, de <https://www.iagua.es/respuestas/cuenca-hidrografica-rio>
- Valdivieso, A. (2021). iAgua. Recuperado el 23 de Octubre de 2021, de <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-subterranas>
- Yzkarina, A. (2017). Investigación de Operaciones, Administración, Evaluación de Proyectos y Metodología de la Investigación. Obtenido de Módulo de "Investigación de Operaciones, Administración y Evaluación de Proyectos" "Metodología de la Investigación": <https://asarez25.wordpress.com/author/arielyskar>

## 16 Anexos

### 16.1 Anexo 1 Aprobación del Anteproyecto



VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 30 de Marzo del 2022  
Of. N° 13 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ita). CUENCA CAMACHO PABLO XAVIER  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO AMBIENTAL**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022"**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. ZOILA FABIOLA MARTINEZ GONZAGA.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
**VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS**



## 16.2 Anexo 2 Certificado de autorización



Ing. Cristhian Fabián Prieto Merino, Coordinador de la Tecnología Superior en Desarrollo Ambiental

### CERTIFICA

Que, Pablo Xavier Cuenca Camacho estudiante de proceso de titulación de la TS en Desarrollo Ambiental, ha realizado su fase de laboratorio con las siguientes características:

Fecha Inicio Enero 9 del 2022 Fecha Fin Febrero 15 del 2022

Actividades desarrolladas: Identificación de macroinvertebrados, uso de materiales de laboratorio como microscopio, estereoscopio, utilizando los materiales y la instalación con responsabilidad, cumpliendo con dejar todo en orden y limpieza.

Se extiende el presente certificado a favor del interesado para los fines y trámites pertinentes.

Loja, 28 de marzo de 2022

  
Ing. Cristhian Fabián Prieto Merino  
COORDINADOR DE LA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO AMBIENTAL



## 16.3 Presupuesto

### 16.3.1 Presupuesto para el primer objetivo

**Tabla 32**

**Presupuesto para el cumplimiento de la primera fase del proyecto**

<b>PRESUPUESTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA PRIMERA FASE</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO \$</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<i>Movilización</i>	<i>transporte</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Bioseguridad</i>	<i>Medidas de Seguridad Personal</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Implementos Tecnológicos</i>	<i>Teléfono Celular</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Imprevistos</i>	<i>Emergencias</i>	<i>1</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<b>TOTAL</b>				<b>53</b>

**Nota:** Elaborado presupuesto para la primera fase del proyecto (Cuenca, 2022.)

### 16.3.2 Presupuesto para el segundo objetivo

**Tabla 33**

**Presupuesto para el cumplimiento de la segunda fase del proyecto**

<b>PRESUPUESTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA SEGUNDA FASE</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO \$</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Toma de puntos	Estacas de Madera	5	0	0
Resaltar puntos	Spry rojo	1	5	5
Toma de puntos	GPS de App en Teléfono Celular	1	8	8
Recolecta de Muestras	Pinzas Entomológicas	1	0	0
Recolecta de Muestras	Varilla de 10 mm	1	10	10
Elaboración red surber	Listones 1,50 m	2	3	6
Elaboración red Surber	Grapas Industriales			
Elaboración red Surber	Mallas 500 micrómetros 1x1	2		
Muestreo de Agua	Muestras de Laboratorio	1	180	180
Imprevistos	Emergencias	1	100	100
<b>TOTAL</b>				<b>309</b>

**Nota:** Elaborado presupuesto para la segunda fase del proyecto (Cuenca, 2022.)

### 16.3.3 Presupuesto para el tercer objetivo

**Tabla 34**

**Presupuesto para el cumplimiento de la tercera fase del proyecto**

<b>PRESUPUESTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TERCERA FASE</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO \$</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Obtener en físico la guía	Impresiones	1	2,50	2,50
Obtener en físico la guía	Empastado	1	1	1
Implementos Tecnológicos	Computador	1	0	0
Imprevisto	Emergencia	1	100	100
<b>TOTAL</b>				<b>103,50</b>

**Nota:** Elaborado presupuesto para la tercera fase del proyecto (Cuenca, 2022.)

### 16.3.4 Presupuesto para el cuarto objetivo

**Tabla 35**

*Presupuesto para el cumplimiento de la cuarta fase del proyecto*

<b>PRESUPUESTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CUARTA FASE</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO \$</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<i>Recursos tecnológicos</i>	<i>Computador</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Imprevisto</i>	<i>Emergencias</i>	<i>1</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<b>TOTAL</b>				

**Nota:** Elaborado presupuesto para la cuarta fase del proyecto (Cuenca, 2022.)

### 16.3.5 Presupuesto final

**Tabla 36**

*Presupuesto para el cumplimiento de la quinta fase del proyecto*

<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	
<i>Primera fase</i>	<i>53</i>
<i>Segunda fase</i>	<i>309</i>
<i>Tercera fase</i>	<i>103,50</i>
<i>Cuarta Fase</i>	<i>50</i>
<b>TOTAL</b>	<b>515,50</b>

**Nota:** Elaborado presupuesto para la quinta fase del proyecto (Cuenca, 2022.)





### 16.5 Parámetros, características y valores para la evaluación visual

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS Y VALORES				
<b>A). Apariencia del agua</b>	Muy clara. Val. (10)	Algo turbia Val. (7)	Muy turbio y Val. (3)	Turbio todo el tiempo Val. (1)	
<b>B). Sedimentos (se remueve el fondo)</b>	El agua se mantiene clara. Val. (10)	2 segundos mientras aclara el agua. Val.(7)	5 segundos mientras aclara el agua. Val.(5)	8 segundos mientras aclara el agua. Val.(3)	No se aclara el agua.Val.(1)
<b>C). Zona ribereña</b>	Bosque primario en toda la orilla. Val.(10)	Parches de algún tipo de arboles. Val.(7)	Franja de pocos árboles en las orillas. Val.(5)	Plantaciones de banano etc., en las orillas. Val.(3)	Potrerros a las orillas. Val.(1)
<b>D).Sombra (cobertura boscosa)</b>	100% del cauce con sombra. Val.(10)	Superficie del agua sombreado en un 75%. Val.(7)	Superficie del agua sombreado 50%. Val.(3)	Superficie del agua sin sombra. Val.(1)	
<b>E). Pozas</b>	Abundancia de pozas de 1m de profundidad aprox Val.(10)	Pocas presencia de pozas. Val.(7)	Presencia de pozas no profundas. Val.(3)	Ausencia de pozas, Val.(1)	
<b>F). Condición del cauce</b>	Cauce natural, no hay sedimentación. Val.(10)	Evidencia de alteración en el cauce. Val.(7)	El cauce esta alterado (puede ser canalizado). Val.(3)	El cauce está muy canalizado. Val.(1)	
<b>G). Alteración hidrológica (desbordes)</b>	Desbordes ocurren 1 o varias veces durante la época. Val.(10)	Desbordes ocurren cada 1 a 2 años. Val.(7)	Desbordes ocurren cada 3 a 5 años. Val.(3)	No hay desbordes. El cauce está canalizado. Val.(1)	
<b>H). Estabilidad de la orilla</b>	Las orillas están estables, raíces de árboles protegen las orillas. Val.(10)	Moderadamente estables. Val.(7)	Poco inestables: algunos árboles están cayendo al río. Val.(3)	Orillas inestables erosionadas. Val.(1)	
<b>I). Barreras al movimiento de peces</b>	No hay barreras al movimiento de peces en todo el río. Val (10)	Obstrucciones hechas por el ser humano. Val.(7)	Alcantarillas o puentes Val.(3)	Represas o desviaciones de agua en cualquier parte del río. Val. (1)	
<b>J). Presión de pesca</b>	Nadie pesca aquí. Val.(10)	La pesca es poco frecuente con anzuelo, no usan redes. Val.(7)	Se pesca con frecuencia con anzuelo o atarraya. Usan veneno pocas veces. Val.(3)	Pesca indiscriminada. Uso frecuente de venenos. Usan trasmayo para pescar. Val.(1)	
<b>K). Presencia de desechos sólidos (basura).</b>	No hay evidencia de basura. Val.(10)	Presencia de desechos sólidos. Val.(7)	Presencia de desechos sólidos dentro del cauce (uno o dos tipos). Val.(5)	Presencia moderada de basura dentro del cauce (más de tres tipos). Val.(3)	Abundancia de basura en todo el trayecto. Val.(1)
<b>L). Refugio para peces dentro del río</b>	Más de siete tipos de refugio. Val.(10)	Seis o siete tipos de refugio. Val. (7)	Cuatro o cinco tipos de refugio. Val.(5)	Dos o tres tipos de refugios. Val.(3)	Cero o un tipo de refugio. Val. (1)
<b>M). Refugio para insectos (bichos)</b>	Cinco o más tipos. Ramas y troncos caídos en el agua. Val.(10)	Tres o cuatro tipos. Árboles inclinados sobre la quebrada. Val.(7)	Uno o dos tipos. Fondo del río cubierto de sedimentos. Val.(3)	Cero o un tipo. Hábitats no presentes. Val.(1)	
<b>N). Presencia de estiércol</b>	No hay estiércol o evidencia de animales cerca del río. Val.(10)	Ganado en lasriberas. Sin acceso directo al río. Val.(7)	Estiércol en la quebrada o ganado dentro del río. Val.(3)	Mucho estiércol en el río o tuberías que descargan aguas negras. Val.(1)	
<b>O). Aumento de nutrientes de</b>	No hay algas filamentosas. Agua	Crecimiento moderado de algas.	Abundancia de algas filamentosas. Val.(3)	Exceso de algas filamentosas en todos	

Nota: información tomada de. (Rodríguez Ortiz & Ramírez, 2014)

## 16.6 Acta Entrega-Recepción de la Guía Metodológica



### ACTA ENTREGA-RECEPCIÓN

Siendo, el día miércoles treinta de marzo de dos mil veintidós. Yo, Pablo Xavier Cuenca Camacho estudiante investigador, Fabiola Martínez Gonzaga, directora de proyecto de titulación “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICARES, EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA, DURANTE EL AÑO 2021-2022”, de la Carrera de Desarrollo Ambiental, se ha procedido con la entrega-recepción de un capítulo de la guía didáctica como producto tecnológico.

Se realizará el seguimiento sobre la utilización e implementación de la guía como material didáctico, lo realizarán el Vicerrector de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Vicerrectora Académica y la Coordinación de Investigación e Innovación del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

No habiendo más que hacer constar, previa lectura que se hizo de la presente Acta de Entrega y Recepción del Capítulo de la guía didáctica del trabajo para del ISTS “Valoración de la Calidad del Agua mediante macroinvertebrados acuáticos”, se da por concluida, firmando por propia voluntad y para constancia al margen, los que en ella intervinieron.



  
Ing. Fabiola Martínez Gonzaga  
DIRECTORA DE TITULACIÓN  
INVESTIGADOR

  
Sr. Pablo Cuenca Camacho  
ESTUDIANTE INVESTIGADOR

## 16.7 Resultados de Laboratorio Parte Alta



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS  
Y SERVICIOS ANALÍTICOS.

LABORATORIOS DE AGUAS, SUELOS Y ALIMENTOS.

### 1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA - ONEA Test Lab - 125 - 2022	SOLICITANTE: Pablo Xavier Cuenca Camacho
ESTUDIO: Evaluación y diagnóstico de la Calidad de Agua para su Estudio.	DIRECCIÓN: Miguel Riofrio y Sucre, Esquina
Quebrada El Carmen, Parroquia San Sebastián del Cantón Laja.	TELÉFONO: 0985565688

### 2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 03-03-2022	MUESTRA: Agua de Quebrada "El Carmen", Parte Alta
FECHA DE RECEPCIÓN: 03-03-2022	PRESENTACIÓN: Envase plástico -Estéril
FECHA DE ANÁLISIS: 03-03-2022	PARROQUIA: San Sebastián
FECHA DE ENTREGA: 08-03-2022	CANTON: Laja
	PROVINCIA: Laja
	SECTOR: Zamora Huayco
	CODIGO: PA - 1

### 3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,4	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULSMA

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,8	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,8	7 - 8,5	6,5 - 9,5	AOAC 973.41	INEN
Dureza Total	mg/l	10,0	120	300	AWWA - ETAS	INEN
Nitrógeno Nitroso	mg/l	0,8	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULSMA
Nitrato	mg/l	3,52	10	40	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,00	-	1,0	DIAZOTIZACIÓN	TULSMA
Nitrito	mg/l	0,00	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
OD	mg/l	14,5	-	No + 6	AOAC 973 - 45	TULSMA

### 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,0E+01	-	600	APHA 9221 C	TULSMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,0E+01	-	0	APHA 9221 C	EX-IEOS

#### NOTA REFERENCIAL DE NORMA:

-Límite Máx Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULSMA  
 -Límite Máx Permisible para Agua Potable de Consumo Humano. Según Normas: INEN, OMS, USPHS Y EX-IEOS  
 -Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcadas con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.



## 5. REFERENCIA ANALITICA AMBIENTAL:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,8	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
Temperatura	°C	19,4	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULSMA
Nitrito	µg/l	0,00	-	60,0	DIAZOTIZACIÓN	TULSMA
OD	mg/l	14,5	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULSMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,0E+01	-	200	INEN 1 529-8	TULSMA
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,0E+01	-	200	INEN 1 529-8	TULSMA
*Temperatura	°C	19,4	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULSMA
*Potencial de Hidrógeno	pH	6,8	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
*OD	mg/l	14,5	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULSMA

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Superficial

\* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Recreativo"; correspondiente a la Tabla 9, literal a)... de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R.º, PCCA.

## NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro) - µg/l (Microgramo por litro)  
 - OD (Oxígeno Disuelto) - °C (No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)  
 - N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) - OD (Oxígeno Disuelto)

Edgar A. Ojeda-Noriega, INGENIERO  
 ONEA Test Lab  
 HIDRO SANITARIO



## 16.8 Resultados de Laboratorio Parte Baja



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS  
Y SERVICIOS ANALÍTICOS.

LABORATORIOS DE AGUAS, SUELOS Y ALIMENTOS.

### 1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA - ONEA Test Lab - 126 - 2022	SOLICITANTE: Pablo Xavier Cuenca Camacho
ESTUDIO: Evaluación y diagnóstico de la Calidad de Agua para su Estudio. Quebrada El Carmen, Parroquia San Sebastián del Cantón Loja.	DIRECCIÓN: Miguel Riofrío y Sucre, Esquina TELEFONO: 0985565688

### 2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 03-03-2022	MUESTRA: Agua de Quebrada "El Carmen", Parte Baja
FECHA DE RECEPCIÓN: 03-03-2022	PRESENTACIÓN: Envase plástico -Estéril CODIGO: PB - 2
FECHA DE ANÁLISIS: 03-03-2022	PARROQUIA: San Sebastián SECTOR: Zamora Huayco
FECHA DE ENTREGA: 08-03-2022	CANTON: Loja PROVINCIA: Loja

### 3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULSMA

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,9	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,9	7 - 8,5	6,5 - 9,5	AOAC 973.41	INEN
Dureza Total	mg/l	15,0	120	300	AWWA - ETAS	INEN
Nitrógeno Nitrato	mg/l	0,90	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULSMA
Nitrato	mg/l	3,96	10	40	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,00	-	1,0	DIAZOTIZACIÓN	TULSMA
Nitrito	mg/l	0,00	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
OD	mg/l	14,4	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULSMA

### 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,1E+02	-	600	APHA 9221 C	TULSMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,1E+02	-	0	APHA 9221 C	EX-IEOS

#### NOTA REFERENCIAL DE NORMA:

-Límite Máx. Permissible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULSMA

-Límite Máx. Permissible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS Y EX-IEOS

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permissible marcadas con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

**5. REFERENCIA ANALITICA AMBIENTAL:**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,9	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
Temperatura	°C	19,3	Condiciones Natural+3°C-20		AWWA	TULSMA
Nitrito	ug/l	0,00	-	60,0	DIAZOTIZACIÓN	TULSMA
OD	mg/l	14,4	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULSMA
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,1E+02	-	200	INEN 1 529-8	TULSMA
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	2,1E+02	-	200	INEN 1 529-8	TULSMA
*Temperatura	°C	19,3	Condiciones Natural+3°C-20		AWWA	TULSMA
*Potencial de Hidrógeno	pH	6,9	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULSMA
*OD	mg/l	14,4	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULSMA

*Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Superficial*

\* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Recreativo"; correspondiente a la Tabla 9, literal a)... de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R.USA PCCA.

**NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGÍA:**

- mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro) - ug/l (Microgramo por litro)  
 - OD (Oxígeno Disuelto) - °C (No exceda de 3 grados de la Ta, Media de la Región)  
 - N.M.P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) - OD (Oxígeno Disuelto)

**Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO**  
 ONEA Test Lab  
 HIDRO SANITARIO



## 16.9 Certificado de Aprobación del Abstract



*CERTF. N°. 008-JP-ISTS-2022  
Loja, 03 de Mayo de 2022*

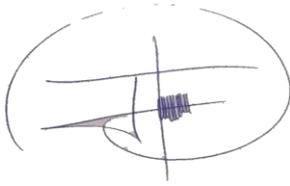
*El suscrito, Lic, Juan Pablo Quezada Rosales **DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS -CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO**", a petición de la parte interesada y en forma legal,*

### **C E R T I F I C A:**

*Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera del señor **PABLO XAVIER CUENCA CAMACHO** estudiante en proceso de titulación periodo octubre 2021 - mayo 2022 de la carrera de **DESARROLLO AMBIENTAL**, está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la impresión y presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.*

*Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.*

*English is a piece of cake.*



Checked by:  
Juan Pablo Quezada R.  
E.F.L. Teacher

*Lic. Juan Pablo Quezada Rosales*  
**DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

Matriz: Miguel Riofrío 156-26 entre Sucre y Bolívar  
[www.tecnologicosudamericano.edu.ec](http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec) / [its.loja@tecnologicosudamericano.edu.ec](mailto:its.loja@tecnologicosudamericano.edu.ec)

## 16.10 Certificado de Aprobación de Borrador por parte de Tutora de

Tesis.



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO  
*Hacemos gente de talento!*



DESARROLLO AMBIENTAL  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

## CONSTANCIA DE CUMPLIMIENTO

A quien corresponda:

Por la presente se deja constancia que el Sr Cuenca Camacho Pablo Xavier. CI: 1900775006, se **ha desempeñado de acuerdo a lo que establece el reglamento de titulación de fin de carrera y ha cumplido al 100% su proyecto denominado: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA EL CARMEN, CANTÓN LOJA PROVINCIA DE LOJA DURANTE EL AÑO 2021-2022”**. dirigido por la Ing. Martínez Gonzaga Zoila Fabiola, quien ha evidenciado sus avances durante todo el proceso de elaboración e investigación.

Se extiende la siguiente constancia a solicitud del interesado para ser presentado ante quien corresponda, a los dieciséis días del mes de mayo de 2022.

Loja 16 de mayo de 2022

Atentamente,

Ingeniera Fabiola Martínez  
**Directora de proceso de titulación**