Instituto Tecnológico Agropecuario San Andrés
Carrera de Gestión de los Recursos Hídricos y Riego



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LA (SUB CUENCA RIO TRANCAS), DEPARTAMENTO DE TARIJA

Tarija, Abril 2024

Lic. Ibeth Rosio Portillo Romero

RECTORA INSTITUTO TECNOLOGICO AGROPECUARIO SAN ANDRES (ITASA)

Ing. Romer Elvis Feliz Donaire

DIRECTOR ACADÉMICO (ITASA)

RESPONSABLE DEL EQUIPO DE INVESTIGACION

PhD. MSc. Armando Schmidt Gómez

DOCENTE INVESTIGADOR ITASA

DISEÑO Y ELABORACION DE MAPAS TEMATICOS

Ing. Ariel Soto

DOCENTE ITASA

EQUIPO DE INVESTIGACION:

CARRERA DE GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y RIEGO

- Amith Eid Burgoa Colque (3er. Año)
- Iblyn Naomi Rojas Cruz (3er. Año)
- Ángel Baldivieso Cabezas (2do. Año)
- Diego Armando Calizaya Gutiérrez (2do. Año)
- Hernán Ernesto Castillo Delgado (2do. Año)
- Yelina Zoili Jaramillo (2do. Año)
- Nehemías Ismael Torrez Arroyo (2do. Año)

RESUMEN

Con respecto a la calidad biológica (Índice BMWP) de las aguas del rio trancas presentan en dos estaciones (E003; ubicada en la cuenca alta; E006, ubicada en la cuenca media) las aguas se encuentran con algún efecto de contaminación, mientras que, en el resto de las estaciones ubicadas en la cuenca alta, media y baja, las aguas están muy limpias, es decir no contaminadas.

Luego con relación al número de especímenes de macro invertebrados clasificados por Clase, Orden y Familia se obtuvieron en la Estación E012, ubicada en la cuenca baja, el mayor número de ordenes con un máximo de 9 ordenes, mientras que en la Estación E007, ubicada en la cuenca media se identificaron la menor cantidad de ordenes con solamente 6; con relación al número de familias se identificaron la mayor cantidad en la estación E004 con 19 familias, y la de menor cantidad de familias en la estación E003, ubicada en la cuenca alta, con solamente 13 familias, finalmente en las estaciones E001, E004, ubicadas en la cuenca alta; E010, ubicada en la cuenca baja, se identificaron 1 clase de macro invertebrados.

En referencia a la calidad del bosque de ribera (QBR) se encontraron que en dos estaciones (E002, E003; ubicadas en la cuenca alta; la calidad del bosque de ribera tiene un nivel de calidad Deficiente, evidenciándose una alteración fuerte, principalmente por la actividad agrícola, importante en la zona, mientras que en el resto de las estaciones ubicadas en la cuenca alta, (E001, E004), cuenca media (E005, E006, E007, E008,) y cuenca baja, (E009, E010, E011, E012) el nivel de calidad del Bosque de Ribera es Moderado.

Con relación a la calidad fluvial, (IHF) en la cuenca alta se tiene la mejor relación de calidad fluvial con 241 puntos de las estaciones E001, E002, E003, E004, con un nivel de Diversidad Media (Color Amarillo) mientras que en la cuenca media se tiene la relación Fluvial más baja con 209 puntos de las estaciones E005, E006, E007 con un nivel de Diversidad Media (Color Amarillo) y E008 con una baja Diversidad de Hábitats (Color Naranja); finalmente en la cuenca baja se tiene una relación de la calidad Fluvial de 219 puntos de las estaciones E009, E010, E011, y E012, con un nivel de Diversidad Media (Color Amarillo)

De igual manera en referencia a los parámetros físico químicos tienen una variación importante en función a la ubicación de la cuenca, conforme se sigue el curso del rio aguas abajo, donde el PH se encuentra en la cuenca alta con un valor de 8 significando aguas alcalinas, posiblemente por presencia de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y bicarbonato de Sodio ($NaHCo_3$); y conforme el agua fluye aguas abajo el PH disminuye en la cuenca media y baja a un nivel neutro (7), con respecto a la temperatura en la cuenca lata se tiene la mayor con 26 °C y conforme fluye al agua hacia la cuenca media y baja esta disminuye a 24°C y 21°C respectivamente.

Por otro lado, los sólidos totales disueltos se incrementan desde la cuenca alta (106 ppm) a (110 ppm) en la cuenca media y (111ppm) en la cuenca baja; teniendo una muy buena correlación con la conductividad eléctrica, misma que sigue la misma tendencia desde la cuenca alta (213 uS/cm), en la cuenca media (219 uS/cm) y (221 uS/cm) en la cuenca baja, por lo que este comportamiento de ambos

parámetros podemos asumir por causas de contaminación producto de la actividad agrícola y pecuaria de la Sub cuenca.

Finalmente, la Calidad Ecológica Integral (ECOSTRIAND) en 9 Estaciones (75%) ubicadas en la cuenca alta, media y baja que tienen un estado ecológico Bueno cuyos rangos de puntuación están entre 76 y 95 puntos; mientras que, en las tres Estaciones E002, E003, ubicadas en la cuenca alta; E006 ubicada en la cuenca media, el Estado Ecológico es Regular, cuyos rangos de puntuación están entre 51 y 75 puntos.

Con relación a las estadísticas descriptivas se obtuvieron los siguientes resultados:

Índice BMWP

Se observa una distribución asimétrica negativa, donde el 50% de los datos de la caja es más disperso y cuyo Rango Intercuartil (IQR) es igual a 18,75; siendo además la Media (117,75) menor que la Mediana (123,5) y menor que la Moda (130)

Índice QBR

Se observa una distribución asimétrica positiva, donde el 50% de los datos dentro de la caja es menos disperso que del índice BMWP, y donde el Rango Intercuartil (IQR) es igual a 15; siendo además la Media, menor (59,58) que la Mediana (60) y menor que la Moda (70)

Índice IHF

Finalmente, con relación al índice IHF, se observa una distribución asimétrica positiva, donde el 50% de los datos de la caja es poco disperso, que los índices BMWP y QBR, y donde el Rango Intercuartil (IQR) es igual a 4,75, siendo además la Media (55,75) menor que la Mediana (56) y menor también que la Moda (56).

Palabras Clave: Ecosistema, Calidad Ecológica, Vegetación de Rivera, Macro Invertebrados, Bioindicadores

SUMMARY

With respect to the biological quality (BMP Index) of the waters of the Trancas River, two stations (E003, located in the upper basin; E006, located in the middle basin) show some pollution effect, while, In the rest of the stations located in the upper, middle and lower basin, the waters are very clean, that is, not contaminated.

Then, in relation to the number of specimens of macro invertebrates classified by Class, Order and Family, the greatest number of orders with a maximum of 9 orders were obtained at Station E012, located in the lower basin, while at Station E007, located In the middle basin, the smallest number of orders were identified with only 6; Regarding the number of families, the largest number was identified in station E004 with 19 families, and the smallest number of families was identified in station E003, located in the upper basin, with only 13 families, finally in stations E001, E004, located in the upper basin; E010, located in the lower basin, 1 class of macro invertebrates were identified.

In reference to the quality of the riparian forest (QBR), it was found that in two stations (E002, E003; located in the upper basin; the quality of the riparian forest has a Poor quality level, showing a strong alteration, mainly due to the agricultural activity, important in the area, while in the rest of the stations located in the upper basin, (E001, E004), middle basin (E005, E006, E007, E008,) and lower basin, (E009, E010, E011, E012) the quality level of the Ribera Forest is Moderate.

In relation to river quality, (IHF) in the upper basin there is the best river quality relationship with 241 points from stations E001, E002, E003, E004, with a level of Medium Diversity (Yellow Color) while in the The middle basin has the lowest River relationship with 209 points from stations E005, E006, E007 with a level of Medium Diversity (Yellow Color) and E008 with a low Habitat Diversity (Orange Color); Finally, in the lower basin there is a River quality relationship of 219 points from stations E009, E010, E011, and E012, with a Medium Diversity level (Yellow Color).

Likewise, in reference to the physical and chemical parameters, they have an important variation depending on the location of the basin, as the course of the river is followed downstream, where the PH is found in the upper basin with a value of 8, meaning alkaline waters. , possibly due to the presence of sodium carbonate (Na2CO3) and sodium bicarbonate (NaHCo3); and as the water flows downstream the PH decreases in the middle and lower basin to a neutral level (7), with respect to the temperature in the lower basin it is the highest at 26 °C and as the water flows towards the middle basin and low, this decreases to 24°C and 21°C respectively.

On the other hand, total dissolved solids increase from the upper basin (106 ppm) to (110 ppm) in the middle basin and (111 ppm) in the lower basin; having a very good correlation with electrical conductivity, which follows the same trend from the upper basin (213 uS/cm), in the middle basin (219 uS/cm) and (221 uS/cm) in the lower basin, for We can assume that this behavior of both parameters is due to causes of pollution resulting from agricultural and livestock activity in the micro basin.

Finally, the Comprehensive Ecological Quality (ECOSTRIAND) in 9 Stations (75%) located in the upper, middle and lower basin that have a Good ecological status whose score ranges are between 76 and 95 points; while, in the three Stations E002, E003, located in the upper basin; E006 located in the middle basin, the Ecological Status is Regular, whose score ranges are between 51 and 75 points.

In relation to the descriptive statistics, the following results were obtained:

BMWP Index

A negative asymmetric distribution is observed, where 50% of the data in the box is more dispersed and whose Interquartile Range (IQR) is equal to 18.75; The Mean (117.75) is also less than the Median (123.5) and less than the Mode (130).

QBR index

A positive asymmetric distribution is observed, where 50% of the data within the box is less dispersed than the BMWP index, and where the Interquartile Range (IQR) is equal to 15; The Mean is also lower (59.58) than the Median (60) and lower than the Mode (70).

IHF Index

Finally, in relation to the IHF index, a positive asymmetric distribution is observed, where 50% of the box data is less dispersed than the BMWP and QBR indices, and where the Interquartile Range (IQR) is equal to 4.75, the Mean (55.75) also being less than the Median (56) and also less than the Mode (56).

Keywords: Ecosystem, Ecological Quality, Rivera Vegetation, Macro Invertebrates, bio indicators

CONTENIDO

RESUMEN ii
SUMMARY iv
I. INTRODUCCIÓN 1
II. DESCRIPCION DEL AREA DEL ESTUDIO 3
2.2. Morfología 3
2.2.1. Altimetría 3
2.2.2. Fisiografía 4
2.2.3. Morfología del drenaje superficial 6
2.2.3.1. Morfología del drenaje principal 6
2.3. Hidrografía 7
2.4. Geología y suelos 8
2.4.1. Geología 8
2.4.2. Suelos 9
2.5. Vegetación Nativa 11
2.6. Fauna 13
2.7. Clima 14
2.7.1. Precipitación 15
2.7.2. Temperatura 16
2.7.3. Humedad relativa 16
2.7.4. Evaporación. 16
2.7.5. Vientos 16
2.8. Precipitación 17
2.8.1. Precipitación anual 17
2.8.2. Precipitación mensual 17
2.8.3. Caudales 17
2.9. Calidad del agua 17
2.10. La erosión 18
2.10.1. Áreas afectadas por la erosión 19
2.10.1.1. Ladera de montaña 19
2.10.1.2. Mesetas disectadas 19
2.10.1.3. Márgenes y riveras 20
2.11 Prácticas de manejo del suelo 20

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....21
4. OBJETIVOS.....22
4.1. Objetivo general.....22
4.2. Objetivos específicos.....22
5. METODOLOGIA.....22
5.1. Procedimientos.....22
5.1.1. INDICE BIOTICO BMWP/Bol.....23
5.1.2. INDICE QBR.....27
5.1.3. INDICE IHF.....28
6. RESULTADOS.....30
6.5. Índice BMWP/Bol.....30
6.6. Índice de Calidad de Bosque de Rivera (QBR).....47
6.6.1. Grado de Cobertura de la Zona de Ribera (Bloque 1).....47
6.6.2. Estructura de la Cobertura Vegetal (Bloque 2).....48
6.6.3. Calidad de la Cobertura Vegetal (Bloque 3).....49
6.6.4. Grado de Naturalidad del Canal Fluvial (Bloque 4).....50
6.6.5. Análisis de la Calidad del Bosque de Rivera (QBR).....51
6.7. Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....54
6.7.1. Inclusión Rápidos- Sedimentación Pozas (Bloque 1).....54
6.7.2. Frecuencia de Rápidos (Bloque 2).....55
6.7.3. Composición del Sustrato (Bloque 3).....56
6.7.4. Regímenes de velocidad / profundidad (Bloque 4).....57
6.7.5. Porcentaje de sombra en el cauce (Bloque 5).....58
6.7.6. Elementos Heterogeneidad (Bloque 6).....59
6.7.7. Cobertura de Vegetación Acuática (Bloque 7).....60
6.8. Resultados del Índice de Hábitat Fluvial (IHF) Sub Cuenca Rio Trancas.....61
6.9. Parámetros Físico Químicos de la Sub cuenca Rio Trancas.....63
6.10. Resultados de la calidad ecológica integral de la Sub cuenca Rio Trancas.....66
6.11. Estado Ecológico en función a los Indicadores IHF, BMWP, QBR, Sub Cuenca Rio Trancas..67
6.12.1. Estadísticas Descriptivas.....68
6.12. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk.....70
7. CONCLUSIONES.....71

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA Nº 1 UBICACIÓN..... 3
MAPA Nº 2 PENDIENTES 4
MAPA Nº 3 FISIOGRAFÍA 5
MAPA Nº 4 HIDROGRAFÍA..... 7
MAPA Nº 5 GEOLOGÍA..... 8
MAPA Nº 6 USO DE SUELO..... 9
MAPA Nº 7 PRECIPITACIONES..... 15

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS..... 10
TABLA Nº 2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU APTITUD..... 10
TABLA Nº 3 TIPOS DE VEGETACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR..... 12
TABLA Nº 4 FAUNA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR..... 14
TABLA Nº 5 CLIMA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR 15
TABLA Nº 6 NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL RIO GUADALQUIVIR 17
TABLA Nº 7 EROSIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR 20
TABLA Nº 8 ESTACIONES DE MUESTREO GEORREFERENCIADAS..... 23
TABLA Nº 9 VALORACIÓN ÍNDICE BIÓTICO BMWP/BOL..... 25
TABLA Nº 10 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE BMWP/BOL...... 26
TABLA Nº 11 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE IHF. 27
TABLA Nº 12 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE QBR Y QBR-AND...... 28
TABLA Nº 13 TABLA DE DOBLE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO INTEGRAL DE LA CUENCA 29
TABLA Nº 14 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E001 30
TABLA Nº 15 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E002 31
TABLA Nº 16 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E003 32
TABLA Nº 17 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E004 33
TABLA Nº 18 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E005 34

TABLA Nº 19 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E006 35
TABLA Nº 20 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E007 36
TABLA Nº 21 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E008 37
TABLA Nº 22 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E009 38
TABLA Nº 23 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E010 39
TABLA Nº 24 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E011 40
TABLA Nº 25 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E012 41
TABLA Nº 26 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ÍNDICE BIÓTICO BMWP/BOL..... 42
TABLA Nº 27 ESPECÍMENES DE MACRO INVERTEBRADOS IDENTIFICADOS EN RIO TRANCAS..... 46
TABLA Nº 28 CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS.....51
TABLA Nº 29 CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA POR PARTES DE LA SUB CUENCA.....53
TABLA Nº 30 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) SUB CUENCA RIO TRANCAS 61
TABLA Nº 31 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS SUB CUENCA RIO TRANCAS 63
TABLA Nº 32 ESTADO ECOLÓGICO DE LA SUB CUENCA RIO TRANCAS..... 66
TABLA Nº 33.a. RELACIÓN ENTRE INDICADORES 68
TABLA Nº 34.b. RELACIÓN ENTRE INDICADORES 69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO Nº 1 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR ESTACIÓN 43

GRAFICO Nº 2 TAXONOMÍA DE MACRO INVERTEBRADOS POR ESTACIÓN SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 44

GRAFICO Nº 3 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUB CUENCA RIO TRANCAS 45

GRAFICO Nº 4 GRADO DE COBERTURA DE VEGETACIÓN RIBEREÑA 47

GRAFICO Nº 5 ESTRUCTURA COBERTURA DE VEGETACIÓN RIBEREÑA 48

GRAFICO Nº 6 ESTACIONES VS COBERTURA VEGETACIÓN RIBEREÑA 49

GRAFICO Nº 7 NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 50

GRAFICO Nº 8 ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA DE LA SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 52

GRAFICO Nº 9 ÍNDICE (QBR) POR ESTACIÓN SUB CUENCA 53

GRAFICO Nº 10 INCLUSIÓN RÁPIDOS-SEDIMENTACIÓN POZAS (IHF) 54

GRAFICO Nº 11 FRECUENCIA DE RÁPIDOS (IHF) 55

GRAFICO Nº 12 COMPOSICIÓN SUSTRATO (IHF) 56

GRAFICO Nº 13 REGÍMENES DE VELOCIDAD / PROFUNDIDAD (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 57

GRAFICO Nº 14 % DE SOMBRA EN EL CAUCE (IHF) SUB CUENCA RIO TRANCAS .. 58

GRAFICO Nº 15 ELEMENTOS HETEROGENEIDAD (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 59

GRAFICO Nº 16 COBERTURA DE VEGETACIÓN ACUÁTICA (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS 60

GRAFICO Nº 17 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS.. 61

GRAFICO Nº 18 ÍNDICE DE CALIDAD FLUVIAL POR UBICACIÓN DE CUENCA 62

GRAFICO Nº 19 PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS SUB CUENCA RIO TRANCAS POR ESTACIÓN 64

GRAFICO Nº 20 PARÁMETROS PROMEDIO FÍSICOS QUÍMICOS POR UNIDAD DE CUENCA 64

GRAFICO Nº 21 C.E. EN FUNCIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS SUB CUENCA RIO TRANCAS 65

GRAFICO Nº 22 ESTADO ECOLÓGICO SUB CUENCA RIO TRANCAS 66

GRAFICO Nº 23 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE IHF 67

GRAFICO Nº 24 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE BMWP 67

GRAFICO Nº 25 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE QBR 68

GRAFICO Nº 26 VARIABILIDAD ECOLÓGICA INTEGRAL SUB CUENCA RIO TRANCAS 69

I. INTRODUCCIÓN

El Valle Central de Tarija forma parte de las regiones del departamento de Tarija, más vulnerables y propensas a experimentar niveles altos de pérdida de biodiversidad, debido al creciente proceso de desertificación, principalmente por la deforestación, además por la expansión de la frontera agrícola, generando la contaminación en cuerpos de agua receptores de efluentes, en particular por las actividades agropecuarias que afectan las características bióticas y abióticas de pequeños cursos de agua, con un fuerte impacto sobre la calidad del agua, causando graves reducciones de la diversidad biológica. Este es el caso del Rio Trancas, Perteneciente a la Cuenca alta del Rio Guadalquivir, donde la contaminación se encuentra relacionada con la actividad turística, ampliación de la agricultura y el crecimiento de las manchas urbanas por los asentamientos humanos.

En consecuencia, las dinámicas de estos ecosistemas se ven influenciadas negativamente por la pérdida de cobertura arbórea de los márgenes y los efectos de compuestos químicos, como agroquímicos entre ellos los fertilizantes de origen sintético, que llegan al cauce de este rio. Para evaluar la afectación por diferentes actividades antrópicas y la calidad ecológica de los cuerpos hídricos, mediante el estudio de la diversidad de organismos presentes en ellos, es necesario contar con información de estaciones de muestreo, que sirvan de referencia y de métodos que permitan evaluar, de manera rápida y efectiva, la calidad ecológica de hábitats acuáticos y sus comunidades.

En este sentido, el estudio de calidad ecológica debe evaluar aspectos fisicoquímicos del agua, biológicos y físicos del hábitat. A nivel biológico, los macro invertebrados acuáticos son indicadores más sensibles a la degradación del hábitat local, debido a su limitada movilidad (Kerans & Karr, 1994) y sensibilidad a bajos niveles de contaminantes, que permite la detección rápida de la degradación del cuerpo hídrico (Jacobsen, D.; R. Schultz & A. Encalada. 1997; Jacobsen, D. 1998, Cereghino, Regis & Park, Y-S & Compin, Arthur & Lek, Sovan. 2003).

Por lo anterior, las metodologías de macro invertebrados han sido usados como herramientas para determinar la integridad biótica de los ríos (Pilière, Anne & Schipper, Aafke & Breure, Anton & Posthuma, Leo & Zwart, Dick & Dyer, Scott & Huijbregts, Mark. 2014); Piñón-Flores et al. 2014), permitiendo el desarrollo de más de cuarenta índices de biomonitorización (Herman & Nejadhashemi, 2015).

Asimismo, es importante la evaluación de la calidad de las características físicas del cauce y de la ribera, debido a que los resultados obtenidos mediante estos índices físicos son fundamentales, al considerar que un buen estado del entorno natural incide en la calidad ecológica (Reyes Morales, Fátima y Springer, Monika. 2014). Lo anterior, se hace mediante el uso de índices, especialmente diseñados para ello, como el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), que valora la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada (Pardo, Isabel & Alvarez, Maruxa & Casas, J. & Moreno, Jose Luis & Vivas, Soledad & BONADA, Núria & Alba-Tercedor, Javier & Jaimez-Cuéllar, P. & Moya, Giancarlo & Prat, Narcís & Robles, Santiago & Suárez Alonso, María & Toro, Manuel & Vidal-Abarca, María. (2002). y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR), que considera que los bosques de ribera son indicadores de la gestión antrópica del territorio (actividades de agricultura, ganadería, construcción de vías y represas, entre otros) y son

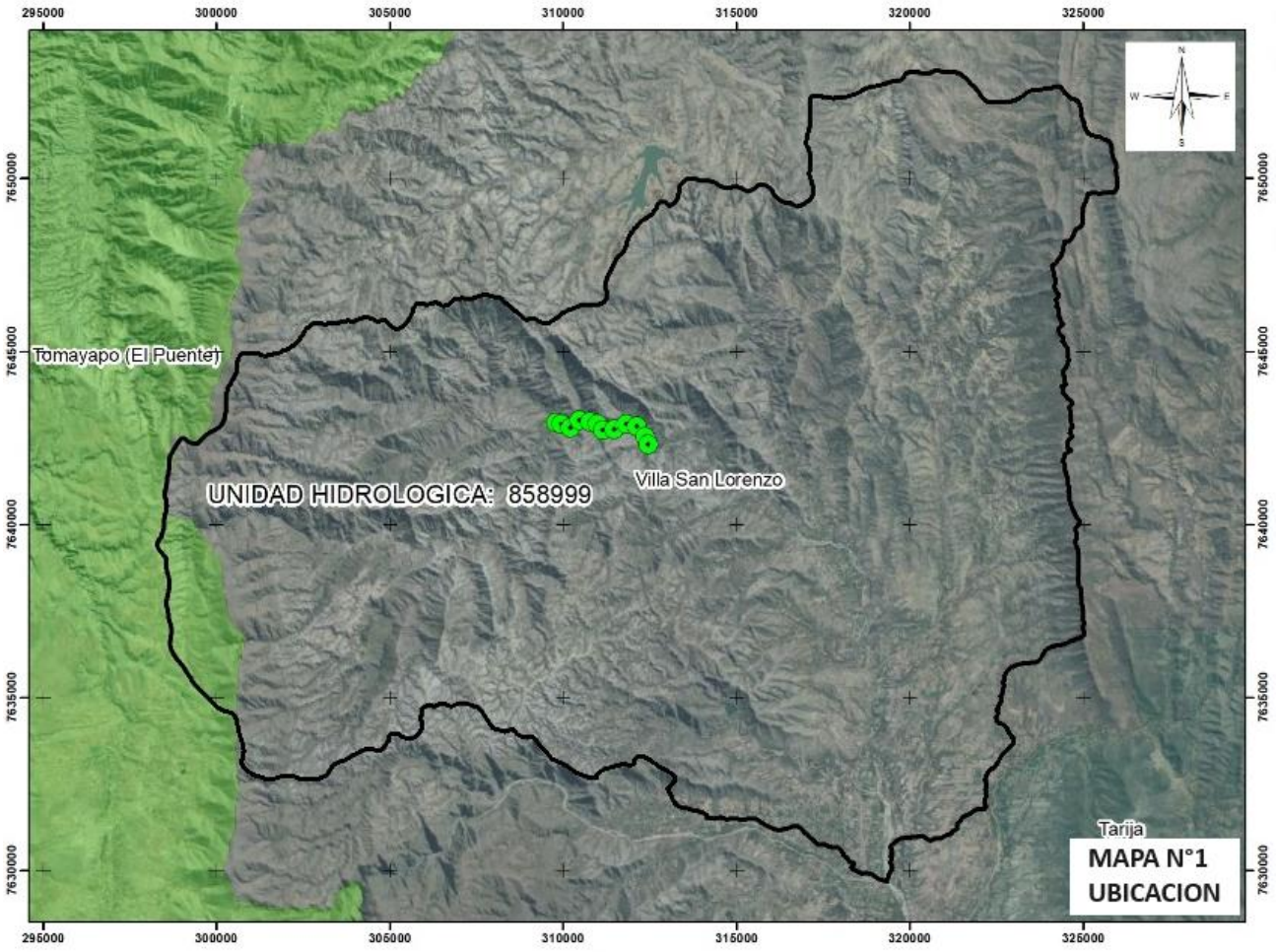
elementos clave para la calificación del estado ecológico de los ríos (Suárez Alonso, María & Vidal-Abarca, María & Sánchez-Montoya, María & Alba-Tercedor, Javier & Alvarez, Maruxa & J, Avilés & BONADA, Núria & Casas, J. & P, Jáimez-Cuéllar & Munné, Antoni & Pardo, Isabel & Prat, Narcís & Rieradevall, Maria & Salinas, María & Toro, Manuel & Vivas, Soledad. (2002).

Teniendo en cuenta, la importancia de la creciente transformación de los ecosistemas acuáticos y a pérdida de biodiversidad del Valle Central de Tarija, por actividades antrópicas es fundamental integrar diferentes índices, que permitan evaluar la calidad ecológica y generar información necesaria para diseñar estrategias de conservación, de restauración y de protección de ríos y quebradas, además de bosques de ribera de estas zonas. El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad ecológica de la Sub Cuenca del Rio Trancas en el tramo correspondiente a la cuenca alta, de este curso de agua, con diferentes grados de perturbación antrópica, en el Municipio de San Lorenzo, Provincia Méndez del departamento de Tarija, mediante la utilización del Índice de Hábitat Fluvial (IHF), el Índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And), el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP/Bol), basado en la identificación de macro invertebrados acuáticos y el índice ECOlogical STatus RIver ANDean (ECOSTRIAND).

II. DESCRIPCION DEL AREA DEL ESTUDIO

2.1.Ubicación

MAPA Nº 1 UBICACIÓN



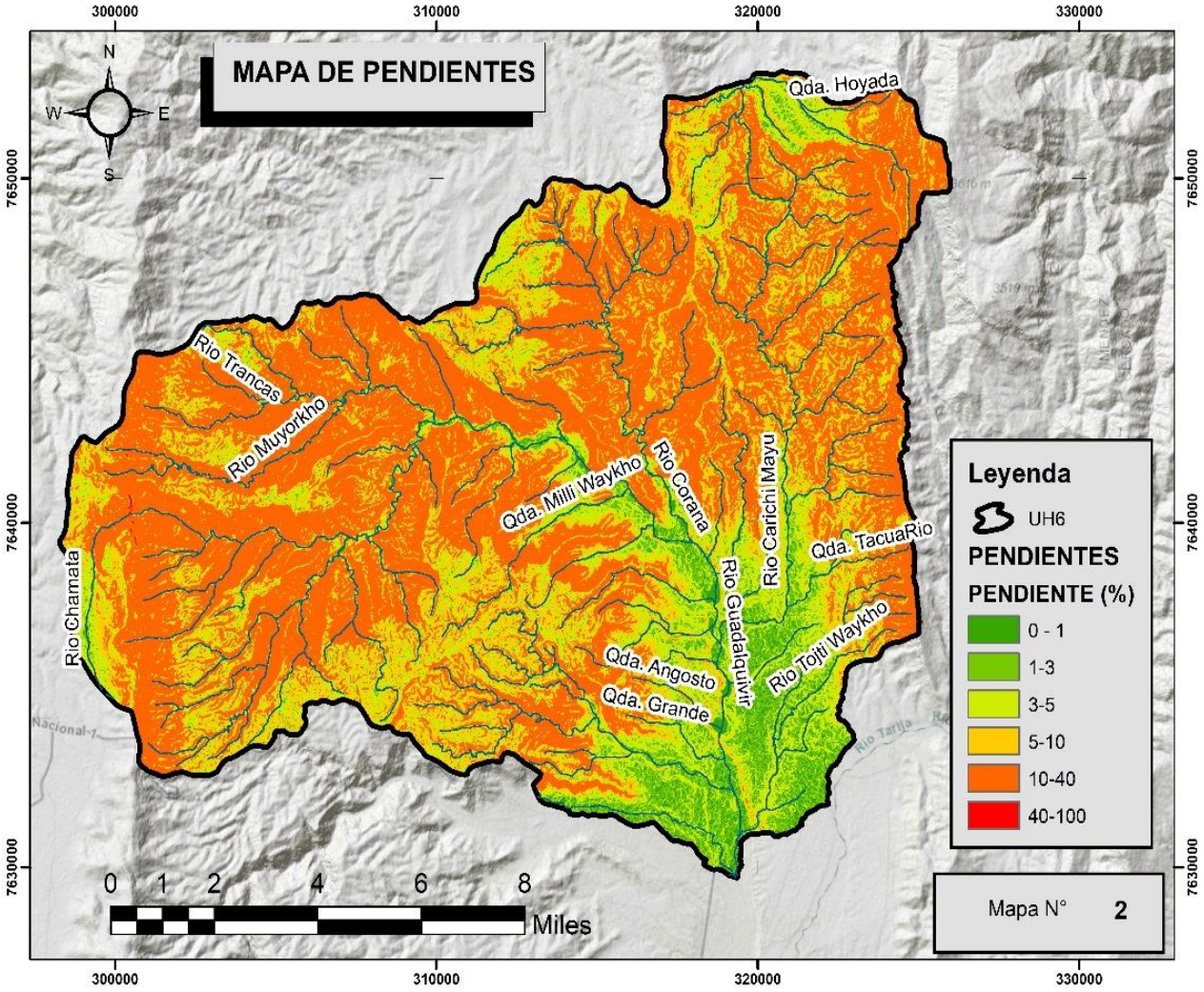
El curso principal del río Guadalquivir, nace con el nombre de río Chamata, tiene una longitud de 60 km. La red de drenaje es típicamente dendrítica y sus afluentes más importantes por el lado derecho son los ríos: Calama, Equis, Victoria y por el lado izquierdo, Corana, Carachimayo, y Sella.

2.2. Morfología

2.2.1. Altimetría

La Sub cuenca tiene un área de 14.200 ha. Caracterizado por una serie de cerros y lomas con altitudes que oscilan entre 2.016 m.s.n.m. en el valle central de Tarija donde se presenta relieves disectados, tipificando una superficie erosionada. hasta la cota de 3.716 m.s.n.m. a lo largo del descenso de la Serranía de Sama hacia el valle central, con antiguos rellenos coluviales.

MAPA Nº 2 PENDIENTES



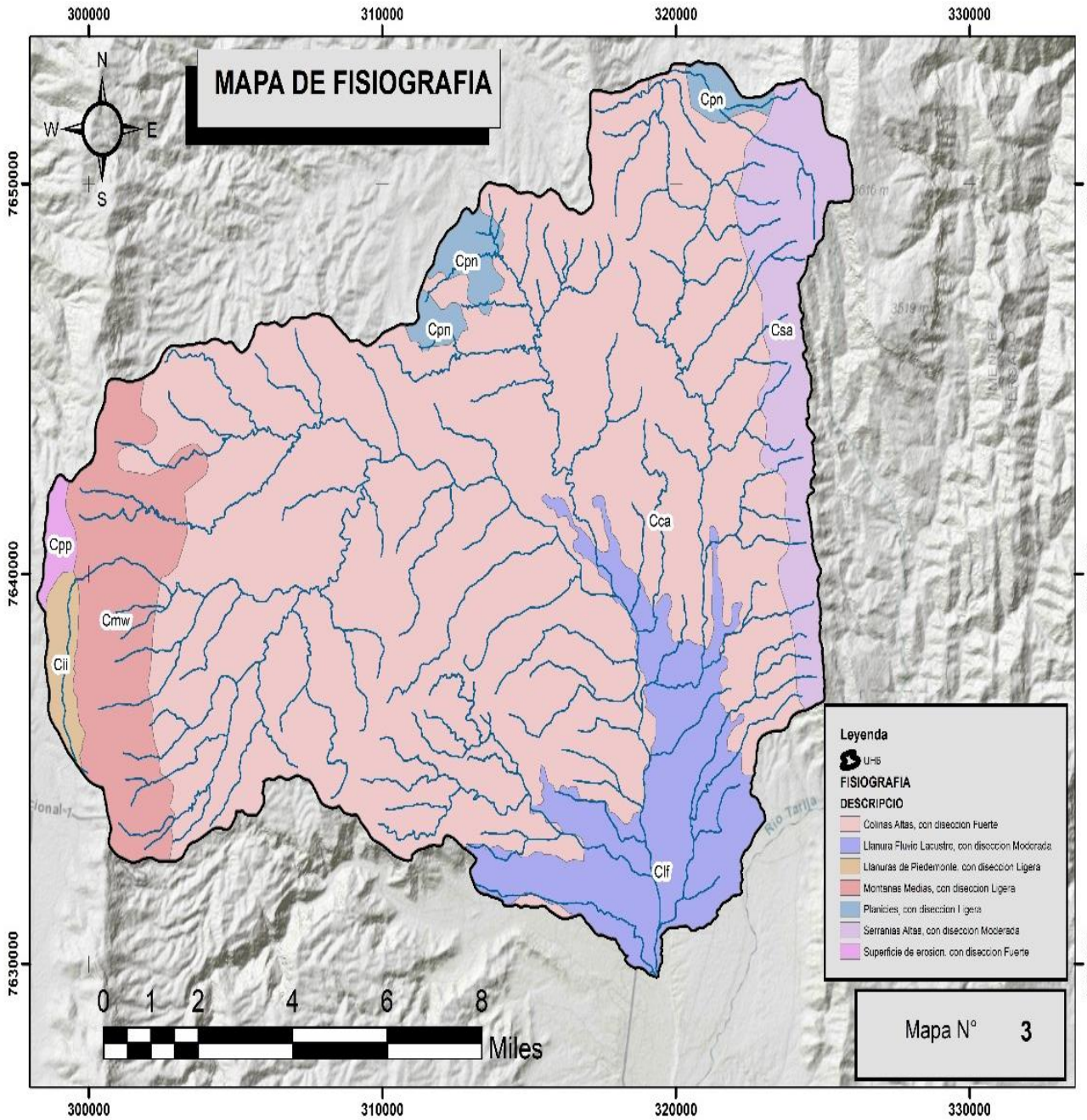
2.2.2. Fisiografía

En la Sub cuenca se puede apreciar varias unidades fisiográficas, caracterizadas por un sistema complejo de paisajes, originado por la acción tectónica, por las glaciaciones cuaternarias y por factores morfo genéticos actuales (erosión hídrica).

De acuerdo al Mapa N° 2 de Pendientes y Mapa N° 3 fisiográfico, se puede distinguir, de manera general, las siguientes unidades fisiográficas predominantes: Relieve montañoso, estructuralmente denudativo, alcanzando alturas de 3.715 y 2.016 msnm, respectivamente. Presenta laderas escarpadas a muy escarpadas, con pendientes mayores a 60% y son de moderadamente disectadas a muy disectadas.

Predomina climas de muy frío semihúmedo a frío semiárido. El sector intermedio, de relieve colinoso, es estructuralmente denudativo, con colinas relativamente altas, pero que no superan los 2.593,8461 msnm. Presenta sitios disectados y fuertemente inclinados con pendientes de 15 a 60%, con climas más frecuentes de templado cálidos. Finalmente, en la parte inferior, tiene el valle fluvio lacustre de relieve plano a ondulado: conformado por pie de monte, terrazas fluvio lacustres y un plano inundable diferenciado.

MAPA Nº 3 FISIOGRAFÍA



2.2.3. Morfología del drenaje superficial

La morfología del drenaje superficial está controlada por la configuración geológica estructural, lo cual se demuestra por la disposición de los cursos poco lineares de los ríos, como son por ejemplo algunos tramos de cabecera de los ríos Chamata, Calama, Sella, con dirección sur a norte, mientras que el flujo general es de norte a sur; por otro lado, en la margen derecha la mayoría de los ríos tienen su curso con la dirección de oeste a este.

2.2.3.1. Morfología del drenaje principal

El drenaje principal es el Río Guadalquivir, que desarrolla un curso de aproximadamente 60 km., orientado de norte a sur, cambiando de dirección a la altura de Canasmoro hacia el oeste, hasta su naciente; parte en la que recibe el nombre de Río Trancas.

Los cauces, del Río Guadalquivir y sus afluentes, presentan una inestabilidad manifiesta con divagaciones y anastomosis continuas, en las que zonas con depósitos impiden un flujo ordenado y uniforme de las descargas.

El curso principal presenta en el tramo inferior pendientes de 0.75%, aguas abajo de Canasmoro y hasta el Río Trancas de 1.75%; desde éste punto hacia arriba el río pasa a un régimen turbulento con pendientes superiores al 5%.

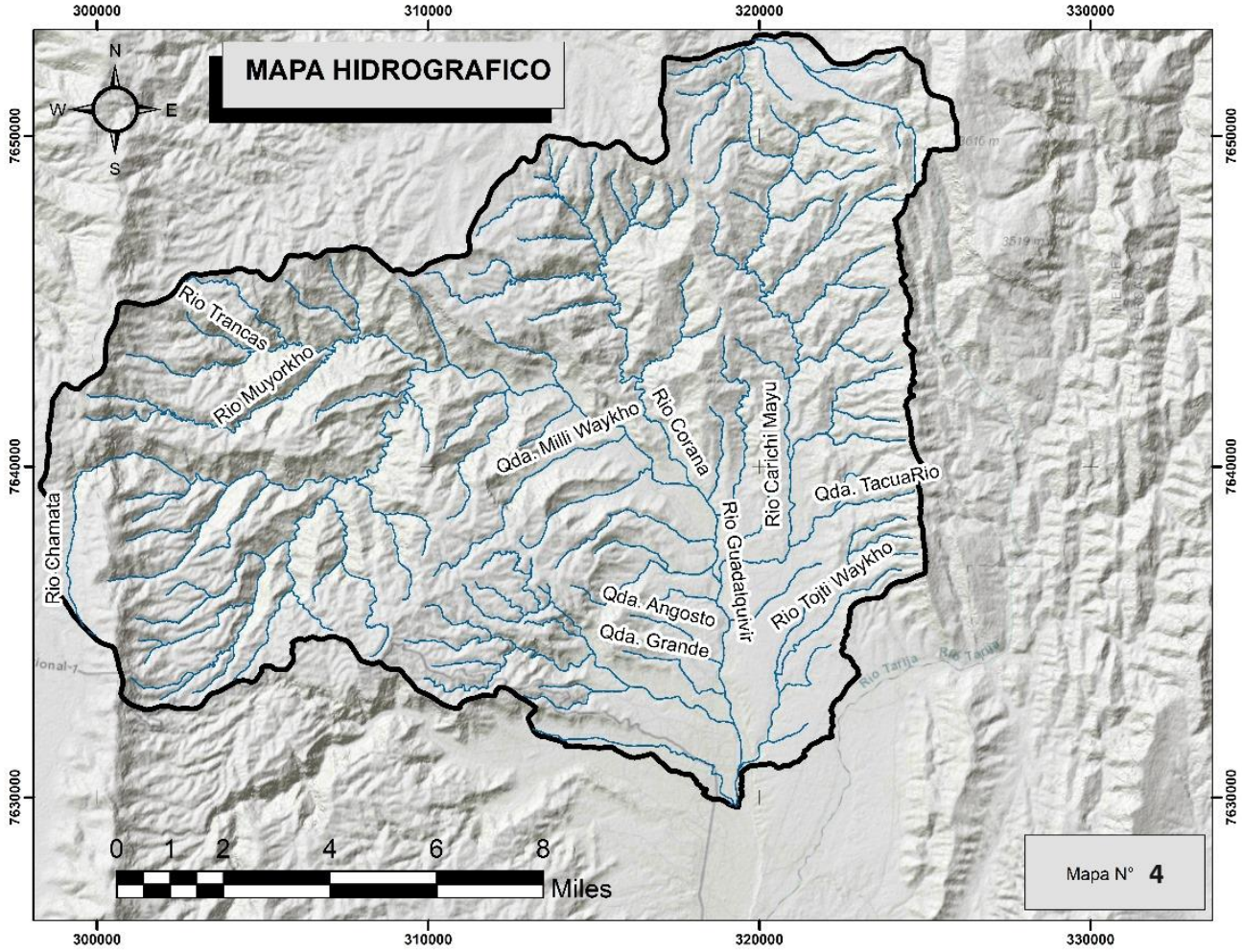
La irregularidad de las descargas de los caudales y la magnitud del transporte de sólidos en suspensión, como por traslado, son características de estos cauces y del estado en que se encuentran los terrenos de la Cuenca.

Los afluentes en la margen derecha son los Ríos: Chamata, Pajchani, Calama, Erquis, Victoria; y en el margen izquierdo se encuentran los Ríos: Corana, Carachimayo, Tojti Wuayko, Sella, El Monte, y San Pedro.

Por los perfiles longitudinales y las pendientes se puede indicar que todos los ríos presentan procesos erosivos a lo largo de sus cauces.

2.3. Hidrografía

MAPA Nº 4 HIDROGRAFÍA



La mayoría de las sub cuencas se encuentran en un estado juvenil de desequilibrio, donde la acción erosiva es intensa y uniformemente distribuida en toda el área. Así, por ejemplo, la sub cuenca Pajchani, la erosión está concentrada en la parte media a alta; la de Sella, El Monte, y Tojti Wuayko presentan un mayor nivel de equilibrio. Esto se debe a la litología constituida por depósitos blandos muy erodables, que han permitido el rápido deterioro del suelo y alcanzar el estado de madurez.

De acuerdo a análisis hipsométrico de las sub cuencas, se confirman que la Sub cuenca del Rio Trancas se encuentra en un estado evolutivo juvenil, que todavía no ha alcanzado el estado de equilibrio y por lo tanto está afectado por intensos procesos erosivos.

2.4. Geología y suelos

2.4.1. Geología

Para dar respuesta a las causas que generan los procesos erosivos y del crecimiento de la vegetación, la característica geológica, es el principal factor en la distribución de las formaciones rocosas y el sistema estructural afectado de la Cuenca.

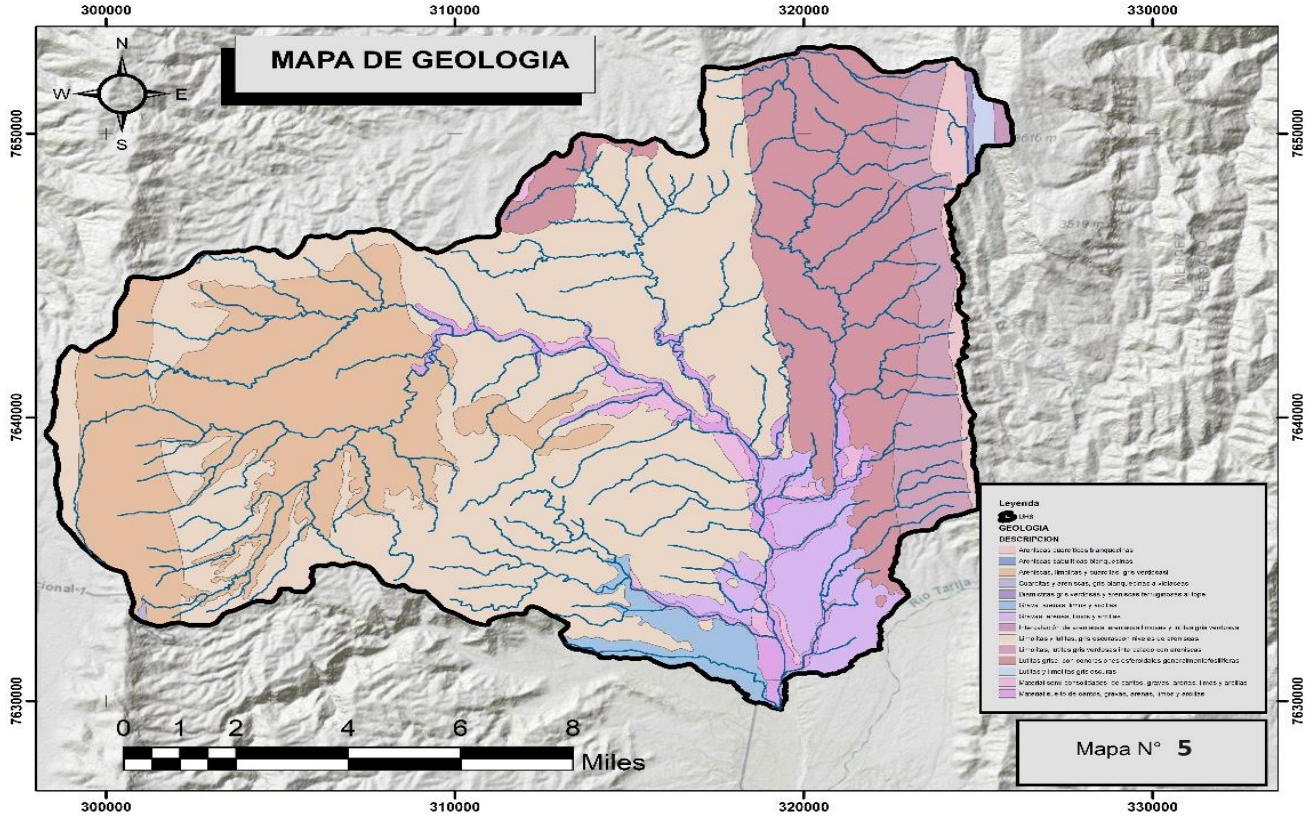
Como se aprecia en el Mapa N° 5, la Sub cuenca está caracterizada por rocas antiguas y por depósitos sedimentarios de reciente época. Los sedimentos no consolidados son representados por depósitos cuaternarios de origen fluvio lacustre y se encuentran contenidos en la parte baja de la Sub cuenca.

Las partes vulnerables desde el punto de vista de la erosión se encuentran en las vertientes oeste y norte de la sub cuenca, lo que permite una morfología con pendientes elevadas y un limitado proceso erosivo.

Los depósitos cuaternarios, empezaron a llenarse al final del periodo Terciario con sedimentos transportados por los ríos desde las serranías circundantes, hacia el lago que ocupaba el fondo del valle.

Se puede concluir indicando que la formación geológica contribuye a su evolución; tipo de roca y estructura, sobre la cual el clima y el tiempo actúan como agentes activos principales. Dos son los factores que contribuyen a vulnerabilidad de los suelos; la litología, la mayoría formada por rocas erodables situadas en las partes más altas; y sedimentos blandos, situada en el fondo del valle, donde descargan con alta energía los ríos laterales. En segundo lugar, la estructura, o sea las fracturas y sus continuos movimientos desestabilizadores.

MAPA Nº 5 GEOLOGÍA



2.4.2. Suelos

De acuerdo al "Estudio de (ZONISIG 2001), alguna de las características, de las series estudiadas que corresponden a la sub cuenca alta del Rio Trancas se presenta en las Tablas N° 1 y 2 y Mapa 6, se presenta la clasificación de suelos a secano, de acuerdo a su capacidad de uso.

MAPA Nº 6 USO DE SUELO

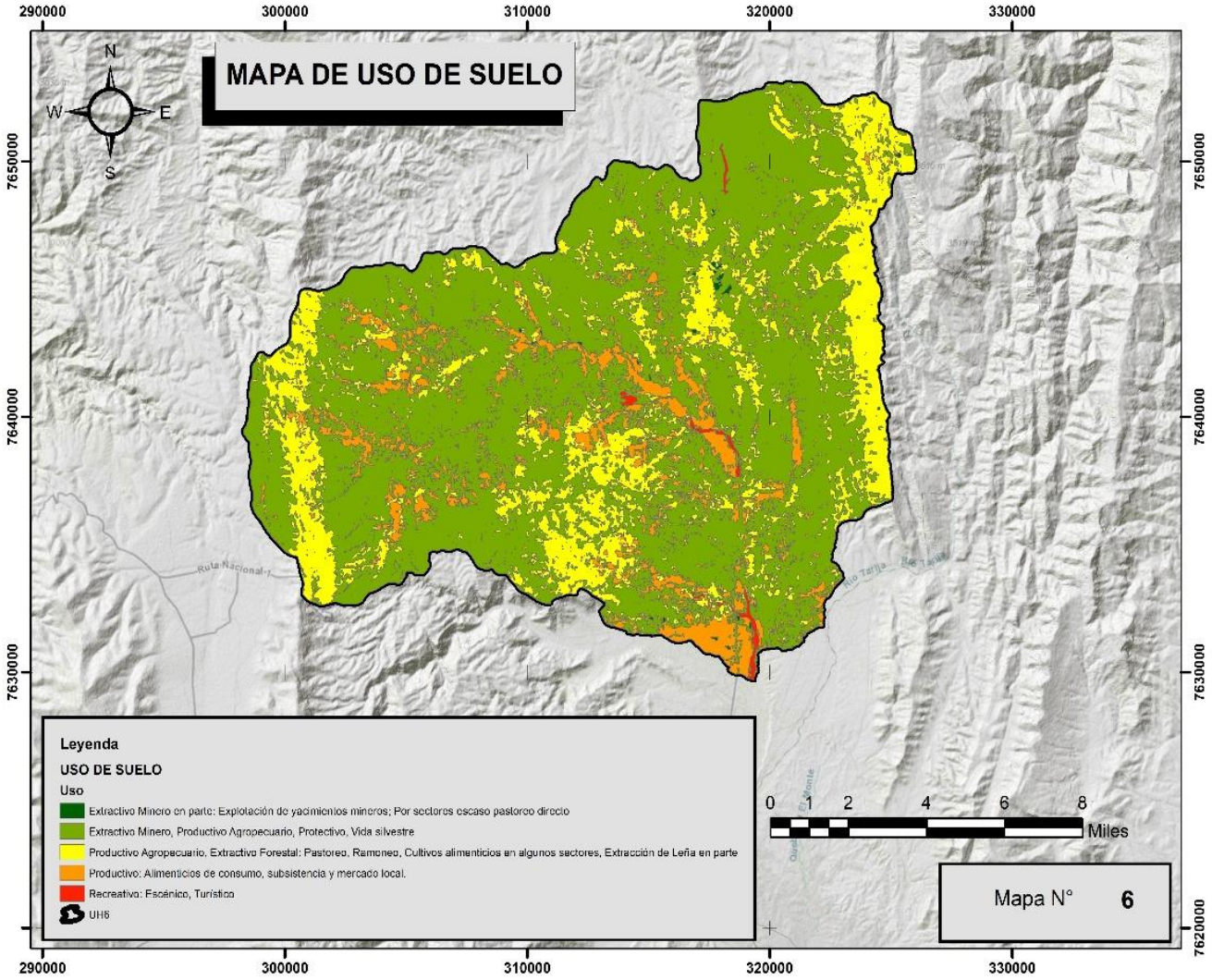


TABLA Nº 1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

SERIE	*TIPOS DE PROFUNDIDAD*	*TEXTURA*	*PH*	*CIC*	*Na*	*P*	*N (%)*	*M.O. (%)*	*EROSION*
Canasmoro	Profundos, Moderadamente bien drenados	Franco Arcilloso	6,4 - 6,8	Moderadamente alta	Moderado a moderado bajo	Moderado a bajo	0,04 - 0,17	0,8 - 3,4	No significativo
Carachimayo	Profundos, imperfectamente drenado	Franco Arcilloso	6,9 - 8,1	Moderado a muy alto	Alto a muy alto	Bajo	0,03	1,2	Ligera erosión hídrica laminar
Trancas	Profundos, bien drenados	Franco Arenoso	8,2 - 8,5	Bajo a muy bajo	Alto a muy alto	Muy Bajo	0,01	0,3	Hídrica y eólica
Monte Cercado	Profundo, bien drenados	Franco Arcilloso	7,9 - 8,7	Moderado	Moderado a alto	Muy bajo	0,03	0,6	Hídrica, cárcavas
San Lorenzo	Profundos, imperfectamente drenado	Franco Arcillosos Limoso	6,2 - 6,4	Moderado a bajo	Moderado	Moderado a bajo	0,13	2,7	No significativo
San Mateo	Profundo, bien drenados	Franco	7,4 - 7,0	Moderado a bajo	Moderado a bajo	Moderado a bajo	0,06	1,3	No significativo
Sella	Profundo, bien drenados	Franco Arcillosos Arenoso	6,5 - 7,0	Moderado a bajo	Moderado a bajo	Moderado a bajo	0,1	2	No significativo

TABLA Nº 2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU APTITUD

CLASE	*SUB CLASE*	*SUPERFICIE (Ha)*	*APTITUD*
I	I	4.990,0	Sin limitaciones para la agricultura a secano
II	IIs	2.062,0	Limitaciones por sales para cultivos anuales
II	IIse	5.085,0	Limitaciones por erosión moderada y contenido de sales
III	IIIme	3.049,0	Limitaciones severas por riego, erosión y herramientas agricolas
III	IIIn	2.597,0	Limitaciones severas por la disponibilidad de nutrientes
IV	IVame	16.526,0	No apta por altitud, limitaciones de herramientas de labranza, y erosión
IV	IVe	2.519,0	No apta por riesgos de erosión
IV	IVi	409,0	No aptas por riesgos de inundación
IV	IVme	56.889,0	No apta por limitaciones de herramientas de labranza y erosión
IV	IVmoe	655,0	No apta, por limitaciones de erosión, mal drenaje y uso de herramientas de labranza
IV	IVmwe	4.408,0	No apta por limitaciones de herramientas de labranza, agua y erosión
IV	IVsme	4.827,0	No apta por limitaciones por sales, herramientas de labranza y erosión
NE	NE	1.895,0	No evaluado
TOTAL		105.911,0	

2.5. Vegetación Nativa

La vegetación nativa se describe relacionando la fisiografía, clima y altura. En cada unidad se observa tres formaciones de vegetación: bosque, matorral y vegetación herbácea. Además, se incluye las áreas de agricultura y plantaciones forestales.

Se observa además que las características geomorfológicas, hídricas, de clima, y de alturas, han determinado la evolución de una cobertura vegetal dispersa, adaptada a las nuevas condiciones de afectación. Mencionar además la influencia antrópica muy marcada que progresivamente está generando alteraciones en el ecosistema, modificado la vegetación nativa.

En total se han identificado 200 especies, distribuidas en 25 familias botánicas, lo que demuestra su importancia de biodiversidad florística. Las familias de mayor a menor proporción son: gramíneas y leguminosas.

La vegetación está caracterizada por tener tres estructuras funcionales, como ser bosque, matorral y herbazal, mostrando gran diversidad biológica; tanto en vegetales, como en animales silvestres, mostrando gran valor ecológico para la protección de los suelos.

Las características de los tipos funcionales de bosques son las siguientes:

1) Bosque: Están ubicadas mayormente en la ribera del río la Victoria. Esta representado por la especie perennifolio de Podocarpus parlatorei (Pino del Cerro), además se presenta árboles caducifolios del género Alnus y Fágara.

Los árboles, normalmente se encuentran asociadas con otro tipo de vegetales y dispersos. Estos árboles tienen diámetros entre 10 y 25 cm y alturas entre 2 y 5 m. Es una a excepción del Pino del Cerro y el Aliso que está concentrado en el Rincón de la Victoria y Erquis.

Tradicionalmente, los comunarios han hecho uso del recurso bosque para satisfacer sus necesidades domésticas, como ser la para leña, construcción de sus viviendas, herramientas, muebles y otros. Este uso de los árboles ha sido en forma no adecuada, sin medir las consecuencias ambientales, como es la erosión hídrica, el lavado de nutrientes y la invasión de especies no deseables. A esto se suma el pastoreo incontrolado que no permite la regeneración natural de especies útiles. En el cuadro 41 se puede observar las especies forestales y arbustos y los usos.

Estos bosques tienen la característica de tener epífitas y están mezcladas con variedades de matorrales siempre verdes y hierbas. En la actualidad, estos bosques se encuentran en franco proceso de disminución, por la presión antrópica.

2) Matorrales: Esta diseminado en las colinas y serranías bajas hasta 2.300 m.s.n.m. Su cobertura es rala a abierto. Están formados por plantas deciduas, xerofíticas, compuesto por: Churqui, Taquillo, Molle y Algarrobo. Estas especies, de manera especial el Churqui, son apetecibles por el hombre, para el uso de leña; también es palatable para los ovinos y caprinos.

3) Vegetación herbácea: Se encuentra mayormente a partir de los 2.300 m.s.n.m. hasta la cima de la serranía de la cordillera de Sama. Se observa relictos de matorrales, en terrenos con mayor suelo y humedad. Las gramíneas que más predomina son del género Stipa (paja), Calamagrostis (pasto) y entre los arbustales el género Eupatorium (Thola).

La vegetación en general está sometido a un pastoreo extensivo, tanto en las zonas bajas como en las submontanas y montanas; a esto se suma corta de los árboles y arbustos, para fines de leña. Entonces la cubierta vegetal y la protección al suelo son muy precarias.

La sequía estacional aumenta notablemente la deficiencia de cobertura del suelo, desapareciendo algunas veces produciendo una desertización del medio. De las especies de flora detectadas en la Cuenca Alta, el Aliso, Pino del Cerro y la Kewiña, son especies vulnerables y en peligro de extinción.

En resumen, el estado de deterioro de la vegetación es alto por efecto de la sobreexplotación para leña, sobrepastoreo, y agricultura. Esto está dando lugar a que el agua no se infiltre y más bien el escurrimiento es cada vez mayor, lo cual contribuye a la degradación más rápida de los suelos.

Los tipos de vegetación se pueden observar en la Tabla N° 3

TABLA Nº 3 TIPOS DE VEGETACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR

ID UN.	NOMBRE LOCAL	DESCRIPCION	FISIOGRAFIA	LOCALIZACION	USO PRINCIPAL	SUPERFICIE		COBERTURA (%)
						(Ha)	%	
BOSQUE								
1	Montial	Bosque denso a ralo mayormente siempre verde, transicional montano	Valles estrechos y pendiente inferior	La Victoria, Guerra Huayco	Silvopastoril	256,5	0,24	60 - 80
MATORRAL								
2	Chacatea	Matorral denso, de medio a alto, siempre verde, semideciduo, montano	Pendiente inferior y colinas	La Victoria, Carachimayo, Churqui Wayko	Silvopastoril	1.996,9	1,89	40 - 80
3	Arbustal, Matorral,Pastizal	Matorral denso, bajo a alto, siempre verde, semideciduo, montano	Valles estrechos y pendiente inferior	Rincon de la Victoria y Erquis Sud	Pastoril	4.998,3	4,72	70 - 85
4	Churquial alto-pastizal	Matorral alto, ralo mayormente caducifolio, deciduo por sequia, montano,	Laderas y pendiente inferior	Coimata La Victoria	Silvopastoril	1597,6	1,51	15 - 45
5	Churquial disperso, pastizal ralo	Matorral alto a disperso, mayormente caducifolio, deciduo por sequia, montano muy degradado	Pendiente inferior, con afloramientos rocosos	Trancas, Milly Wayko, Carachimayo	Silvopastoril	9975,4	9,42	14 - 75
6	Churquial alto	Matorral alto, semidenso, mayormente caducifolio, deciduo por sequia, montano, no degradado a ligeramente degradado	Colinas altas y serranias bajas	Monte cercado, chaupicancha, sella quebradas	Silvopastoril	10818,5	10,21	40 - 60
7	Churquial alto con cultivos	Matorral alto, ralo a semidenso, mayormente caducifolio, deciduo por sequia, Montano moderadamente degradado	Llanura fluvio lacustre, moderadamente disectada	Terraza de sella, San Mateo, Monte cercado	Silvopastoril	4020,8	3,80	15 - 60
8	Churquial-pastizal y cultivos	Matorral alto ralo a semidenso, mayormente caducifolio, deciduo por sequia, montano, NO a ligeramente degradado	Terraza-fluvio lacustre NO a ligeramente disectada	La victoria Cadillar	Agrosilvo pastoril	1471,6	1,39	20 - 80
9	Churquial alto	Matorral alto, mayormente caducifolio, deciduo por sequia montano, NO a ligeramente degradado	Lecho de rio	Rios La Victoria Erquis	Agroforestal	569,5	0,54	20 - 80
10	Taquillar Pastizal muy ralo	Matorral ralo a disperso, mayormente caducifolio , deciduo por sequia, montano, muy degradado	Llanura fluviolacustre , muy disectada	El Monte, Barrancos, Santa Bárbara	Pastoril	6617,6	6,25	< 15
11	Sunchal-	Vegetación herbácea, media, con sinusia arbustiva	Pendiente	Sella quebradas	Silvopastoril	1248,6	1,18	68 - 83

ID UN.	NOMBRE LOCAL	DESCRIPCION	FISIOGRAFIA	LOCALIZACION	USO PRINCIPAL	SUPERFICIE		COBERTURA (%)
						(Ha)	%	
VEGETACION HERBACEA								
12	Pastizal-Arbustal ralo	Pastizal bajo, con sinusia arbustiva, montano, NO a ligeramente degradado	Pendiente superior	Laderas del Cerro Carachimayo	Agrosilvo pastoril	2114,6	2,00	30 - 80
13	Tholar - Pastizal	Pastizal bajo, con sinusia arbustiva, sub montano, Moderadamente degradado a degradado	Pendiente media a irregular	Recaidas de Carachimayo	Agrosilvo pastoril	5616,3	5,30	10 - 60
14	Arbustal-Pastizal	Pastizal bajo a intermedio, con sinusia arbustiva, montano, ligeramente degradado a degradado	Pendinte Inferior, escarpe rocoso	Trancas, Chamata, Cerro Cruz Loma	Silvopastoril	7721,4	7,29	17 - 37
15	Pastizal - Tholar	Pastizal bajo con sinuasia arbustiva, montano degradado	Pendiente media de Sama	Tucumillas	Agrosilvo pastoril	3535,9	3,34	30 - 90
16	Pastizal	Pastizal bajo, con sinusia arbustiva, montano	Pendiente media	Choroma	Agrosilvo pastoril	4364,2	4,12	24 - 90
17	Pastizal-Arbustal ralo	Pastizal bajo, con sinusia arbustiva, subalpino, fuertemente degradado	Pendiente en general y Cima	Santa Catalina, Colorados	Agrosilvo pastoril	8265,6	7,80	24 - 90
18	Pastizal-arbustal disperso	Pastizal bajo sin sinusia arbustiva, subalpino	Pendiente superior y Cima	Serrania de Sama, Cuesta de Quiñua	Pastoril	9354,8	8,83	44 - 54
19	Pajonal, Arbustal ralo	Pastizal bajo con sinusia arbustiva, subalpino	Pendiente en general y Cima	Cirminuelas, Cerro Alto Grande	Pastoril	5708,3	5,39	
20	Pajonal	Pastizal bajo, sin sinusia arbustiva, alpino	Cima	Cima de Sama	Pastoril	4019,3	3,79	
21	Cultivos agricolas, Matorral y pastizal	AGRICOLAS Areas agricolas con matorrales y pastizales PLANTACION	Terrazas y pie de monte	Coimata , Erquis, Tarija Cancha, Carachimayo	Agricola	7610,4	7,19	25 - 47
22	Plantación	Bosque implantado	Colinas y pie de monte	Obrajes, Tholawayco, Coimata	Forestal	395,5	0,37	
23	Lecho de rio			Guadalquivir, Victoria	Lecho de rio	777,4	0,73	
24	Ciudad			Ciudad de Tarija	Area urbana	2856,8	2,70	
TOTAL						105911,8	100,00	

Fuente: CANAPAS (1998)

2.6. Fauna

La fauna se encuentra mayormente en las quebradas, donde existe agua. También se encuentran en los pastizales, bosques. La población de las aves está disminuyendo, debido a la destrucción de hábitats y presión de los cazadores. Los animales más comunes se presentan en la Tabla N°4

TABLA Nº 4 FAUNA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR

MAMIFEROS		
N°	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
1	Didelphis albiventris	Comadreja-Zarigueya
2	Desmodus rotundus	Murciélago
3	Lepus europaeus	Liebre
4	Conepatus chinga	Zorrillo
5	Logidium viscacia	Viscacha
6	Varias especies de roedores	
7	Hippocamelus antisensis	Venado
AVES		
1	Merganetta armata	Pato
2	Vultur griphus	Condor
3	Tylo alba	Lechuza
4	Cinclode fuscus	
5	Leptasthenura yanacensis (*)	Coludito
6	Phacellodomus maculipectus	Espinero
7	Oreomanes fraseri (*)	Pecho rojo
8	Poospiza boliviana (*)	Monterita boliviana
9	Cinclu schulzi (**)	Pepiter colorado
PECES		
1	Astianax sp.	Doradito
	Plecostomus sp.	Churuma
2	Pygidium sp.	Misquincho
3	Aegla septentrionalis	Cangrejo
4	Heptapterus mustelinus	Llausa
5	Trihomycterus spegazzini	Llausa

(*) especies en disminucion

(**) especies vulnerables y en peligro

2.7. Clima

Los centros básicos de acción que condicionan el desarrollo de la formación de los diferentes climas, son generalmente los anticiclones subtropicales semiestacionarios del Atlántico, así como el centro de baja presión originado al este de los Andes con influencia al sur este del país. A esto se suma las condiciones orográficas y de orientación en la caracterización de los climas del Valle Central de Tarija, incidiendo de manera específica en la precipitación.

De acuerdo a las estaciones climatológicas ubicadas en la Cuenca Alta, y tomando los valores de precipitación, temperatura y alturas sobre el nivel del mar, se han identificado cinco unidades climáticas, cuyas características se encuentran en la Tabla N° 5

TABLA Nº 5 CLIMA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR

UNIDAD CLIMATICA	Altitud (m)	Temp.Media (°C)	PP Media (mm)	Eto (mm)	Deficit Hidrico	AREA (%)
Templado subhúmedo	1.800	15 - 18	800 - 1.200	1.050	4 Meses	0,05
Templado semiárido	2.000	16 - 18	550 - 700	1.286	12 Meses	60,9
Templado árido	1.900	17 - 18	300 - 500	1.250	12 Meses	0,19
Frío semihúmedo	2.950	11 - 14	500 - 1.200	1.160	6 Meses	3,51
Frío semiárido	3.000	11 - 14	600 - 800	1.163	6 Meses	35,35

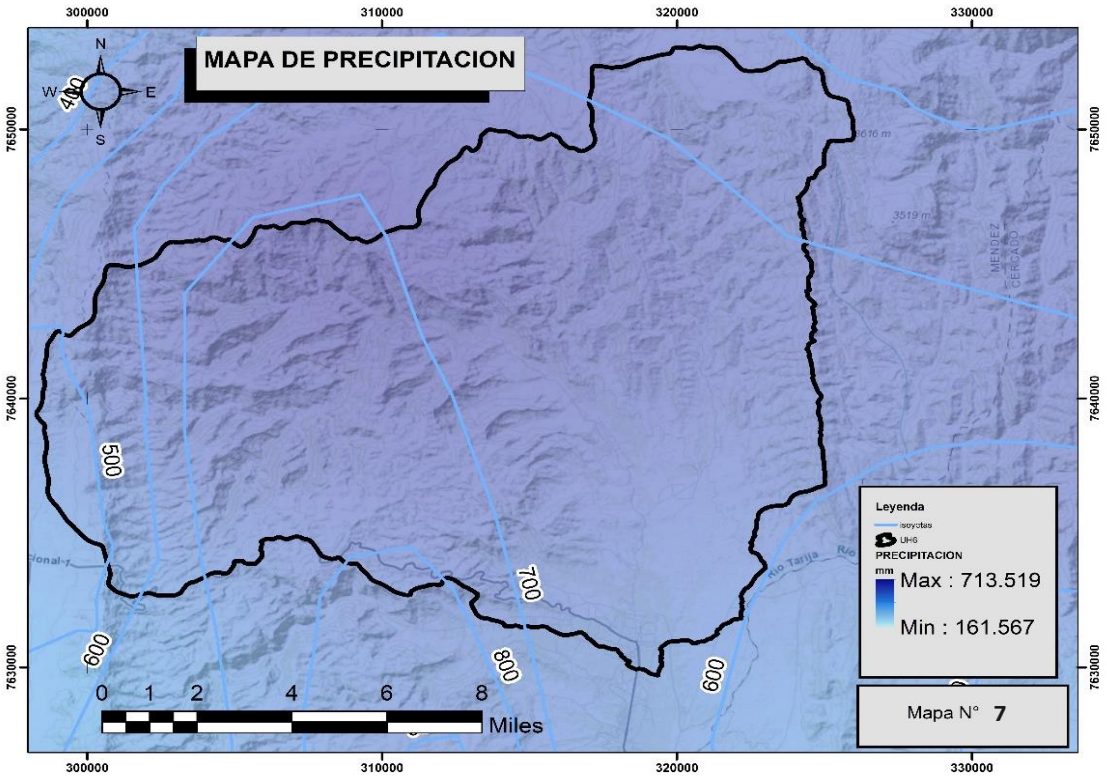
Fuente PEA (1999)

2.7.1. Precipitación

El régimen pluvial está caracterizado por dos periodos bien definidos: el periodo húmedo de noviembre a marzo, con el 85% de la concentración total y el periodo seco, se presenta de abril a octubre, con el 15 % de concentración total. Con presencia de periodos muy secos de mayo a agosto, con concentraciones menores al 1% del total.

Debido a que las masas de aire húmedo provenientes del sur este, se condensan al chocar con la Cordillera de Sama, origina elevada precipitación (1100 mm); las que van disminuyendo a medida que se aleja de la cordillera, así en la serranía de Gamoneda la precipitación es de 500 y 400 mm, como puede observarse en el mapa 8 de isoyetas.

MAPA Nº 7 PRECIPITACIONES



2.7.2. Temperatura

La temperatura media anual de la cuenca es de 18°C, en el sector este del río Guadalquivir y 13°C en el sector oeste. La temperatura máxima extrema es de 40.5°C y la mínima extrema es de -9.5°C.

En las cotas de 2100 y 1800 msnm, que son las que se encuentran las áreas agrícolas, las temperaturas tienen oscilaciones de más o menos de 2°C., respecto al valor señalado anteriormente.

2.7.3. Humedad relativa

La humedad relativa es moderada, con un promedio anual de 60%, sobrepasando este valor durante los meses de diciembre a abril. Una de las características interesantes con respecto a la humedad es la presencia de aire húmedo y frío en las estaciones de invierno que, acompañadas de vientos, dan origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros.

2.7.4. Evaporación.

Los valores de evaporación y evapotranspiración potencial llegan a 1760 y 1272 mm. respectivamente, lo que indica déficit máximo de 675 mm. mensuales al final de la estación seca. Los meses más críticos son de agosto a septiembre, como puede verse en la figura 2. Los meses de balance hídrico positivo (diciembre-febrero) son utilizados para realizar la mayor parte de los cultivos agrícolas.

2.7.5. Vientos

De julio a octubre la velocidad de los vientos alcanza de 18 a 36 Km/h, con eventos extraordinarios de 90 Km/h. La frecuencia de vientos del Sur y Sur este. Los vientos son considerados como moderados y no constituyen un peligro para la agricultura.

De acuerdo a los cambios físicos naturales de temperatura y lluvias, se presentan varios problemas como ser:

a) Heladas, ocurren en los meses de junio a septiembre, con ocurrencia de heladas hasta 26 días al año. Considerando la información de 30 años de registro, se puede llegar a estimar la probabilidad del régimen de heladas. El periodo libre de heladas esta alrededor de 273 días, quedando un periodo medio con heladas de 92 días comprendidas entre el 25 de mayo y el 25 de agosto. Los efectos negativos se presentan generalmente en toda la cuenca, limitando el desarrollo de cultivos agrícolas.

b) Granizada, es muy difícil pronosticar la ocurrencia de la granizada. Normalmente se presenta entre octubre y marzo. Se origina principalmente debido a la presencia de corrientes convectivas de aire húmedo, que forman las nubes de tipo cumulonimbus. Debido al fuerte impacto físico, produce daños muy severos a la agricultura. Ocurre en las partes bajas de la cuenca.

c) Sequías, ocasionalmente se presenta este fenómeno, dando lugar a una deficiencia de agua, situación que afecta a sector agropecuario y al déficit de agua potable para la ciudad de Tarija.

d) Inundaciones, son debido a la gran concentración de las lluvias y la disminución de la cubierta vegetal, que origina grandes descargas del río Guadalquivir, dando lugar, desbordes y daños materiales aguas abajo.

2.8. Precipitación

2.8.1. Precipitación anual

Por la ubicación respecto a la cordillera, los datos de lluvias de las diferentes estaciones son diferenciadas, predominando precipitaciones de tipo convectivo y orográfico con influencia del sur este. Las lluvias se concentran en los meses de noviembre a marzo, pero de mayo a septiembre la altura de la lluvia es mínima, siendo la precipitación media anual de 687 mm/año.

2.8.2. Precipitación mensual

Con relación a las precipitaciones medias mensuales, se evidencia gran variabilidad, siendo los meses más altos de octubre a marzo (33 a 249 mm) y los meses más secos de abril a septiembre (de 1 a 15 mm)

2.8.3. Caudales

El régimen de escurrimiento de los ríos está relacionado con el régimen de precipitaciones, donde los caudales se incrementan en los meses de octubre hasta alcanzar su máximo valor en el mes de febrero. El periodo de estiaje es largo y los ríos menores pierden su caudal, por lo que el régimen hidrológico es irregular y torrencial. El caudal medio de la cuenca alta del río Guadalquivir es de 6.76 m^3/s y 6.40 $l/s/Km^2$, de caudal específico.

2.9. Calidad del agua

Se evidencia en el Rio Guadalquivir una alteración en su estado natural, debido fundamentalmente a la contaminación, porque es receptor de aguas residuales industriales y domiciliarias, desde la cuenca alta, pasando por los municipios de San Lorenzo, Cercado, Uriondo y Padcaya lo cual está generando enfermedades infectocontagiosas, en especial en los niños, y probablemente el problema se agudizará, en los próximos años, si no se implementa acciones de mejoramiento y restauración en el mediano y largo plazo.

TABLA Nº 6 NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL RIO GUADALQUIVIR

FUENTE	TRAMO	Previo	abril	PREFECTURA TARIJA		ITASA
		U.A.J.M.S.	1999	2005	2007	2017
GUADALQUIVIR	Trancas Cabecera del rio Guadalquivir	B	B	C	D	
GUADALQUIVIR	Canasmoro-San Lorenzo	C	C	D	D	D
GUADALQUIVIR	San Lorenzo -Tomatitas	D	D	D	D	D
GUADALQUIVIR	Tomatitas - Obrajes	D	D	D	D	D
GUADALQUIVIR	Obrajes-San Pedro-El Monte	C	C	D	D	D

Fuente: Elaboracion Propia

En la Tabla N° 6, se puede observar, los niveles de contaminación del Rio Guadalquivir en diferentes tramos, y en diferentes periodos de estudio, realizados por la U.A.J.M.S. la ex prefectura del departamento de Tarija (mediante Análisis Físico Químicos) y el Instituto Tecnológico Agropecuario San Andrés, (mediante Índice Biótico BMWP), desde la cuenca alta, en la comunidad de Trancas pasando por las localidades de San Lorenzo, el Rancho, Tomatitas, Obrajes hasta el Monte.

Es evidente que los estudios realizados en la década de los noventa a la fecha la calidad de las aguas del Rio Guadalquivir han demostrado el incremento de la contaminación en muchos de los tramos pasando de la categoría B en el caso del Rio Trancas cabecera del Rio Guadalquivir a la categoría D, de igual manera los tramos Canasmoro San Lorenzo; Obrajes San Pedro El Monte de categoría C a categoría D.

El río Guadalquivir se encuentra afectado por una contaminación elevada a partir de San Lorenzo hasta el Angosto de San Luis. El máximo nivel de polución se concentra en los tramos cercanos a la ciudad de Tarija, Villa Buch y San Gerónimo hasta el angosto de San Luis, limitando el uso y aprovechamiento de las aguas principalmente para consumo humano, riego, industrial, recreo entre otros.

2.10. La erosión

La Cuenca es afectada severamente por procesos de erosión hídrica. Este fenómeno por su magnitud e intensidad, constituye uno de los problemas en la disminución del desarrollo productivo del Valle. La erosión que se presenta en todas partes de la cuenca, de acuerdo a sus manifestaciones, son tipificadas como erosión: laminar, surcos, barrancas y cárcavas; además la erosión en cauce.

Erosión laminar, casi toda la Cuenca Alta presenta éste tipo de erosión, haciéndose más acentuado en la parte alta de la cuenca, donde la cobertura vegetal es mínima. Esta erosión, se manifiesta, en las laderas del macizo montañoso, por el descubrimiento de su abundante pedregosidad y de los sistemas radiculares de la vegetación nativa.

También se presenta en la zona de depósitos de pie de monte, de menor resistencia, que, en los suelos de residuos paleozoicos, y en la parte del fluviolacustre, donde los suelos son degradados o fuertemente amenazados por los activos procesos erosivos.

Este tipo de erosión es directamente proporcional a la cubierta vegetal. Mientras más denso sea la cobertura vegetal, mayor protección al suelo, por lo tanto, mayor infiltración del agua y menor escorrentía, y menor arrastre de sedimentos.

La erosión en surcos y regueros, son relativamente frecuentes en los terrenos al pie de monte, sobre todo en las áreas, con pendientes superiores al 30%, donde ha sido eliminado la vegetación nativa por el sobrepastoreo. Sin embargo, es poco frecuente o nulo éste tipo de erosión en suelos residuales de litofacies paleozoicas.

La erosión en barrancas y cárcavas, se presenta especialmente en la zona del fluviolacustre y en la parte del paleozoico, cuyos suelos se encuentran en franco proceso de desintegración, a esto se suma el sobrepastoreo, deforestación y agricultura no adecuada que existe en la zona. Los perfiles que presenta son en “V”, propias del proceso erosivo iniciado en surcos. Ejemplos típicos tenemos en la subcuenca El Monte y San Pedro, y la parte alta de Corana, Pajchani y Tojtywayco.

Erosión en los cauces, en los valles de los ríos principales, se desarrolla también una erosión fluvial en forma intensa y destructiva. Esto es debido a las crecidas violentas, cuyo caudal es muy variable, su torrencialidad es favorecida por el aumento de la pendiente del cauce. Un ejemplo es el río Guadalquivir, a la altura de la comunidad de Sella.

Entre las causas de la erosión tenemos; inestabilidad de la formación geológica, así por ejemplo, los sedimentos fluviolacustres; el régimen de lluvias; desborde de los ríos; disminución de la cobertura vegetal (inadecuado sistema de uso silvopastoril, tala de árboles para leña, el sobrepastoreo). Estos fenómenos, en parte naturales y en parte antrópicos, aumentan recíprocamente su efecto destructivo causando intenso proceso erosivo, cuyo efecto más importante es la permanente y acelerado reducción de tierras productivas, que representa el recurso mayor, para los habitantes de la cuenca.

2.10.1. Áreas afectadas por la erosión

Las áreas afectadas por los procesos erosivos se encuentran concentradas en sectores favorecidos por la litología local, la pendiente, la vegetación, el régimen de los ríos y la actividad antrópica.

2.10.1.1. Ladera de montaña

Están ubicadas en la parte norte y oeste de la Cuenca, donde se encuentran rocas paleozoicas arcillosas y sensibles a la erosión. Las subcuencas ubicadas son: Chamata, Trancas, Corana, Carachimayo, Pajchani y Tojti Wayko.

Los suelos residuales y poco profundos de éstas cuencas han sufrido procesos de erosión laminar muy intensos, alcanzando la eliminación de todo el suelo hasta el estrato rocoso. En muchos casos aparecen formas de erosión como cárcavas y barrancos, o en otros se han producido deslizamientos de ladera, con arrastre de gran parte de suelo.

Se suma la impermeabilidad de las lutitas, impidiendo la infiltración, y toda el agua de lluvia se escurre rápidamente, arrastrando sedimentos que se introduce en la red de drenaje, creando una torrencialidad en los causes. Esta inestabilidad de la cuenca, afecta al río Guadalquivir a partir de la confluencia con el río Chamata y se hace manifiesta a partir de los ríos Milli Wuayko, Corana, y Carachimayo.

2.10.1.2. Mesetas disectadas

Se ubica en el fondo del valle, donde se depositan los sedimentos fluviolacustres subhorizontales, sobre todo en los alrededores de la ciudad de Tarija, de manera especial las subcuencas El Monte y San Pedro. La morfología de éstas áreas es representada por cárcavas, donde es inutilizado para cualquier clase de actividad productiva de la tierra.

Por las características de la erosión, el cauce principal induce al acarreo de sedimentos de toda clase y escorrentías rápidas, por la escasa retención del agua de lluvia, por el suelo. La progresión de éste fenómeno es continua, produciendo una regresión impresionante.

2.10.1.3. Márgenes y riveras

El régimen de descargas afecta a los terrenos marginales con erosiones laterales, inundaciones, depósito de sedimentos que sumergen los suelos productivos o producen arrastre y perdida de éstos suelos.

Estos procesos se evidencian a lo largo del río Guadalquivir, de Canasmoro hasta la ciudad de Tarija, sobre todo en el límite con la meseta de Sella. Aquí, el socavamiento es grande, produciendo deslizamiento de miles de metros cúbicos de tierra, con una rápida reducción de áreas potenciales para la agricultura.

TABLA Nº 7 EROSIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUADALQUIVIR

SUB CUENCA	*AREA (km^2)*	*EROSION ESPECIFICA (Tn/ha/año)*	*EROSION (mm/año)*
Trancas	142	33,8	2,4
Canasmoro	230	32,1	2,3
Sella	143	22,7	1,6

Las zonas críticas de alto riesgo que afectan, con consecuencias negativas inmediatas, para el sector agropecuario y a los habitantes de la ciudad de Tarija es la erosión alrededor de la meseta de Sella, que representa aproximadamente 2.000 ha. De suelo aptas para la agricultura, cuyo desarrollo puede impulsarse aprovechando la disponibilidad de nuevas áreas productivas; por otro lado, las crecidas de gran magnitud del Río El Monte y San Pedro se constituye en una amenaza permanente para la ciudad de Tarija.

2.11 Prácticas de manejo del suelo

El manejo del suelo, en áreas bajo riego, es adecuado. El agricultor usa fertilizantes químicos, estiércol, leguminosas como abono verde y realiza rotaciones de cultivos.

En terrenos a secano, el manejo del suelo es inapropiado. Se aplica estiércol cada 2 ó 3 años al mismo terreno, generalmente es insuficiente la cantidad para compensar el déficit de nutrientes que tienen las parcelas. Normalmente los suelos presentan baja cantidad de materia orgánica, lo que da lugar a una baja retención de humedad y baja tasa de infiltración y rápida perdida de humedad del suelo después de la ocurrencia de una lluvia, esto se traduce en bajos rendimientos de los cultivos y perdida de suelo.

Muchos cultivos están en terrenos con pendientes, por lo tanto, la pérdida del suelo superficial es apreciable (erosión hídrica). Para manejar el suelo se requiere de prácticas conservacionistas como ser surcos en contorno y coronamiento, surcos en curvas de nivel y la construcción de terrazas.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En la cuenca del rio Guadalquivir se evidencia en la actualidad un ecosistema fuertemente degradado afectado principalmente por una severa erosión del cauce, advirtiendo una disminución importante de agregados como piedra, gravas y arenas, pudiéndose observar a simple vista el exagerado afloramiento de las capas de arcilla del cauce, (puente bicentenario), factores asociados a la contaminación hídrica, la alteración del caudal ecológico, presencia de abundantes residuos sólidos, la pérdida gradual de la fauna acuática, la poca presencia de aves y una vegetación ribereña alterada por la actividad antrópica, generando una creciente desvalorización y degradación del ecosistema como tal.

La creciente sobre explotación de agregados en todo el rio Guadalquivir, actividad hasta ahora efectuada sin manejo técnico ni ambiental apropiado, provocando intervenciones en el lecho propiamente de manera muy desordenada y poco técnica, son entre varias acciones erróneas que ejecutan los operadores de áridos. Por otro lado, el movimiento de material por maquinaria pesada para los encausamientos, la remoción de áreas vulnerables, excavaciones y muchas otras intervenciones que se le hace al cauce, ha generado la destrucción del hábitat de especies acuáticas nativas como los misquinchos, llausas, carachitas, churumas, cangrejos, cuyo nicho ecológico se ubica bajo las piedras del fondo del rio, además de doraditos.

La sobre explotación de los áridos, está provocando en especial en periodos de lluvias, crecidas demasiado agresivas, incrementando su poder erosivo con la remoción de las capas de sedimentos formadores del río y otras acumuladas antiguamente por la dinámica fluvial y, al no existir la reposición natural de los mismos, se tiene ese nivel de erosión crítica; además, ese poder erosivo del agua desde hace mucho tiempo, está afectando obras civiles como puentes y gaviones, cuyos impactos son claramente visiblemente, haciendo necesario trabajos de reparación como es el caso del Puente San Martin, trabajos ejecutados por el Municipio de Cercado en Noviembre del 2023.

Por otro lado, en la parte media de la cuenca, sobre todo en los afluentes principales, existen grandes bancos consolidados de sedimentos, producto de la acumulación natural antigua que están colmatando el cauce, debido a su dinámica fluvial que integra erosión y sedimentación, provocando significativamente alteración, sobre todo esta última, siendo la principal causa las innumerables obras hidráulicas construidas en la red hidrológica, entre ellas, presas y azudes (tomas de agua), que han retenido el transporte de sedimentos y que en la mayoría de los casos, sobre todo de los azudes, ya no cumplen con el propósito de su construcción, ya que se encuentran completamente colmatados y solo contribuyen a retener los sedimentos, hacia la parte baja de la cuenca que corresponde a la zona de sedimentación (acumulación de piedra, gravas, arena, etc.), que se encuentra localizado en el sector de la ciudad de Tarija, desde la zona de Aranjuez hasta el Temporal y, es precisamente en este tramo, donde se observa el mayor impacto ambiental del río (erosión del cauce), pero también, se observa este impacto aunque menos severo, en sectores como Tomatitas, El Rancho y afluentes como los ríos Sella, Erquíz, La Victoria, etc.

Ante esta grave realidad ambiental, ignorada por la sociedad tarijeña y autoridades de turno, se puede pronosticar un futuro incierto para este recurso hídrico, inspiración de poetas y cantores tarijeños, con la pérdida total de lo que aún queda de este frágil ecosistema fluvial, patrimonio de todos los tarijeños.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Realizar un Diagnóstico Ecológico Integral del rio Trancas a través de la aplicación de los índices QBR, IHF y BMWP/bol para conocer el Estado Ecológico actual.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de la calidad de los bosques de planicies aluviales utilizando el índice QBR.
- Determinar el estado actual de la calidad del hábitat fluvial a través del índice IHF.
- Determinar el estado actual de la calidad biológica del agua por índice BMWP/bol basado en capturas de macroinvertebrados.
- Establecer el estado Ecológico Global del rio Trancas mediante la combinación de los resultados del índice QBR, IHF y BMWP/bol.
- Determinar los parámetros Físico Químicos básicos del agua

5. METODOLOGIA

5.1. Procedimientos

Para el desarrollo de la investigación se trabajó previamente en gabinete con información preliminar sobre la caracterización de la cuenca a partir de información proporcionada por las Imágenes de Google Earth en referencia a vegetación, infraestructura, identificación de meandros en el rio, ubicación de puntos de muestreo.

La segunda etapa consistió en el relevamiento de la información a partir de la prospección técnica en el rio de Trancas, para colectar, preservar y obtener datos de perturbaciones. La cuenca fue dividida en doce estaciones de muestreo para la colecta de macro invertebrados, que fueron representativos con respecto a las distancias y las influencias de actividades humanas en los alrededores, además de la accesibilidad a través de caminos de tierra. Cada punto fue georreferenciado con un GPS marca GARMIN modelo GPSMAP 64SC, dando inicio al trabajo de campo con la obtención de muestras, partiendo desde la parte baja de la cuenca hasta la parte alta de la zona de estudio; es decir; una vez realizados los muestreos y recolección de la información de los tres índices, se subió río arriba, procedimiento que minimiza las posibles alteraciones por efecto de la actividad de toma de muestras en el lecho del rio. Las muestras fueron colectadas en el periodo hidrológico considerado seco que corresponde a los meses de agosto a noviembre, con el propósito de obtener una muestra representativa del periodo seco. La ubicación de los sitios de muestreo en coordenadas UTM WGS84 se muestra en la Tabla N° 8. (Ver estaciones de muestreo georreferenciadas).

TABLA Nº 8 ESTACIONES DE MUESTREO GEORREFERENCIADAS

ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.
	ESTE	NORTE	
E001	309806,08	7642937,58	2.208
E002	310076,89	7642830,41	2.206
E003	310365,19	7642900,92	2.198
E004	310596,63	7643105,52	2.196
E005	310844,29	7642937,97	2.191
E006	311092,91	7642835,11	2.190
E007	311316,44	7642691,56	2.185
E008	311674,13	7642842,42	2.177
E009	311968,05	7642929,12	2.173
E010	312206,64	7642738,98	2.170
E011	312462,02	7642307,36	2.164
E012	312805,01	7642161,05	2.162

Como se puede ver en la Tabla N° 8, se realizaron los muestreos en 12 Estaciones de muestreo, localizadas desde el puente del Rio Trancas (Estación 1) hasta 4 Kilómetros aguas abajo, (Estación 12)

A continuación, se describe el procedimiento de cada metodología.

5.1.1. INDICE BIOTICO BMWP/Bol

Para colectar la mayor diversidad posible de macro invertebrados bentónicos, es importante realizar prospecciones técnicas rigurosas a los sitios de muestreo, con el fin de cubrir todos los hábitats posibles, es decir, sustrato de fondo (arena, piedras, lodo, restos de vegetación); plantas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas); raíces de árboles, etc.

Para obtener buenos resultados, el muestreo debe cubrir un área entre 4 y 10 m² por un tiempo promedio de 20 a 30 min. Se recomienda no realizar muestreos después de lluvias intensas, debido a la posibilidad de pérdida de organismos locales, como así también encontrar otros organismos arrastrados por la corriente.

Por otro lado, en ríos grandes se recomienda hacer los muestreos en ambas orillas, debido a la diversidad de especies influenciados por la sombra, meandros, composición del fondo y eventual contaminación, etc.; así mismo no debe muestrearse en la confluencia inmediata de dos ríos, sino más abajo de la zona de mezcla, también es muy importante levantar con la mano piedras, troncos y hojas y tomar los organismos a ellos adheridos con pinzas de punta fina o pinceles.

Luego las muestras recolectadas se lavan, preferiblemente en un balde limnológico, con malla en el fondo (menor de 0,5 mm) y los organismos se llevan luego al laboratorio almacenados en recipientes

plásticos con alcohol al 70%, debidamente rotulados, para su separación, identificación taxonómica y valoración biológica de la calidad del agua asignándole valores según metodología.
Para la aplicación de esta metodología se tomó en cuenta el siguiente procedimiento:

a) Seleccionar un tramo de río que no haya sido inundado recientemente.
Se realizó el muestreo en las áreas centrales del cauce y márgenes tomando en cuenta profundidades mayores a los 20 centímetros.

b) Dividir el tramo de río a estudiar en tantas áreas como hábitats distintos:
Se identificaron dos zonas en cada punto de muestreo con respecto al régimen de flujo del agua, además de otras tres zonas tomando en cuenta la vegetación acuática, macrofitos o macroalgas, arena, grava o fango, conforme se muestra a continuación:

- Zona lótica de fuerte corriente y substrato duro (1)
- Zona léntica y substrato duro (2)
- Entre la vegetación acuática emergida de los márgenes del río (3)
- Entre los macrófitos sumergidos o macroalgas (4)
- Arena, grava o fango (5)

c) Muestrear una vez en cada hábitat seleccionado, siguiendo la metodología adecuada.
Para los hábitats (1) y (2), se realizó:
- Limpiar las piedras de un área de $4m^2$ dentro de la red de arrastre.
- Si las piedras tienen un diámetro inferior a unos 10 cm, remover con los pies una superficie similar y recoger el material con la red de arrastre a contracorriente.

Para los hábitats (3) y (4) Se realizó:
- Pasar la red por entre la vegetación, las raíces sumergidas y los macrófitos.

Para el hábitat (5) se realizó:
- Remover el fondo y recoger el material que se lleve la corriente o quede en suspensión. En todos los casos, hay que seguir muestreando hasta que no aparezcan nuevas unidades taxonómicas.

d) Limpieza y separación de las muestras en campo

Las muestras fueron colocadas en bandejas blancas, bien iluminadas, y con la ayuda de pinzas de punta fina se realizó la extracción de los organismos presentes teniendo cuidado de no afectar su morfología por el manipuleo. Es importante mencionar que para efectivizar el proceso de muestreo de los macro invertebrados evitando que pueden pasar inadvertidos, debido por su tamaño o por estar camuflados con los restos de vegetación o sustratos minerales, el monitoreo fue supervisado por personal altamente. Las muestras fueron conservadas en alcohol al 70%, en frascos de vidrio debidamente identificados.

e) Identificación de macro invertebrados

Concluida la etapa de campo, en instalaciones del Laboratorio de la Carrera de Gestión de los Recursos Hídricos y Riego del Instituto Tecnológico Agropecuario San Andrés, se analizaron y procesaron las muestras de macro invertebrados bentónicos del Rio Trancas, para realizar su identificación hasta el nivel taxonómico de familia, según la guía para la evaluación de a calidad acuática mediante el índice BMWP/Bol. del MMAyA.

f) Aplicación Biological Monitoring Working Party (BMWP/Bol)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP') es un índice biótico cualitativo y también cuantitativo, que toma en cuenta solo la presencia o ausencia de las diferentes familias de macro invertebrados acuáticos a las cuales se les atribuye un puntaje de acuerdo a su tolerancia a la contaminación orgánica. Los grupos más sensibles reciben una puntuación de 10; en cambio los más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1; para finalmente sumar el total del puntaje de todos los especímenes analizados por punto de muestreo. Ver Tabla N° 9.

TABLA Nº 9 VALORACIÓN ÍNDICE BIÓTICO BMWP/BOL

Clase/Orden	*Familia*	*BMWP/ Bol*
Coleoptera	Psephenidae	10
Diptera	Athericidae, Blephariceridae	10
Plecoptera	Gripopterygidae, Perlidae	10
Trichoptera	Odontoceridae	10
Coleoptera	Ptilodactylidae	9
Ephemeroptera	Euthyplociidae, Leptophlebiidae, Polymitarcydae	9
Trichoptera	Calamoceratidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae	9
	Xiphocentronidae	9
Diptera	Simuliidae	8
Odonata	Gomphidae, Megapodagrionidae, Ploythoridae	8
Trichoptera	Glossosomatidae, Helicopsychidae, Philopotamidae	8
	Polycentropodidae, Psyphocentronidae	8
Coleoptera	Hydraenidae, Scirtidae	7
Ephemeroptera	Leptohyphidae	7
Megaloptera	Corydalidae	7
Odonata	Calopterygidae	7
Trichoptera	Hydroptilidae, Limnephilidae	7
Coleoptera	Dryopidae, Luctrochidae	6
Diptera	Dixidae, Psychodidae	6
Gastropoda	Ancylidae	6
Hemiptera	Corixidae, Hebridae, Mesoveliidae	6
	Naucoridae, Notonectidae	6
Odonata	Aeshnidae,Coenagrionidae, Libellulidae	6

Clase/Orden	*Familia*	*BMWP/ Bol*
Coleoptera	Dytiscidae, Elmirae, Noteridae, Staphylinidae	5
Diptera	Tipulidae	5
Ephemeroptera	Baetidae	5
Gastropoda	Ampullaridae, Hydrobiidae	5
Hemiptera	Belostomatidae, Gerridae, Nepidae, Vellidae	5
Lepidoptera	Pyralidae	5
Trichoptera	Hydropsychidae	5
Amphypoda	Hyalellidae	4
Bivalvia	Sphaeriidae	4
Coleoptera	Gyrinidae, Haliplidae, Heteroceridae	4
	Hydrophilidae	4
Decapoda	Aeglidae, Palaemonidae	4
Diptera	Ceratopogonidae, Dolichopodidae	4
	Empididae, Stratiomyidae, Tabanidae	4
Ephemeroptera	Caenidae	4
Gastropoda	Lymnaeidae, Physidae, Planorbiidae	4
Hemiptera	Gelastocoridae, Pleidae	4
Hydracarina		4
Nematoda		4
Ostracoda		4
Tricladida	Planariidae	4
Diptera	Muscidae	3
Hirudinea	Glossiphoniidae	3
Bivalvia	Hyriidae	2
Diptera	Chironomidae, Culicidae, Ephydridae	2
Oligochaeta		1

Fuente: Elab. Propia en base a MMAyA1, 2012

TABLA Nº 10 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE BMWP/BOL.

Clase	Calidad	BMWP/Bol	Significado	Color
I	Buena	>120 101-120	Aguas muy limpias. No contaminadas	AZUL
II	Aceptable	61-100	Se evidencia algún efecto de contaminación	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	AMARILLO
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy Critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

5.1.2. INDICE QBR

Para la aplicación de esta metodología se tomó en cuenta el siguiente procedimiento:

a) Grado de cobertura riparia.

Para este parámetro, se procedió a la diferenciación y delimitación visual de la orilla y la ribera, para cuantificar el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideraron ambos lados del río de forma conjunta. También se tomó en cuenta, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.

b) Estructura de la cobertura

La puntuación se realizó según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona de estudio. Se consideraron las riberas de ambos márgenes del río. También se analizaron elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.

c) Calidad de la cobertura

Para determinar este parámetro, primeramente, se determinó el tipo geomorfológico con el uso de las indicaciones que se encuentran en el reverso de la hoja respectiva de campo.

Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) se cuantifico el número de especies arbóreas autóctonas presentes en la ribera. Se tomó en cuenta además que los bosques en forma de túnel a lo largo del río suponen un aumento de la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado, de igual manera se analizó la disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, es decir en grupos que se van enlazando, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.

d) Grado de naturalidad del canal fluvial

Para este parámetro se analizó la modificación de las terrazas adyacentes al río suponiendo la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la perdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación disminuye.

TABLA Nº 11 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE IHF.

NIVEL DE CALIDAD	IHF	Color representativo
Muy alta diversidad de hábitats	> 90	Azul
Alta diversidad de hábitats	71 - 90	Verde
Diversidad de hábitats media	50 - 70	Amarillo
Baja diversidad de hábitats	31 - 49	Naranja
Muy baja diversidad de hábitats	< 30	Rojo

5.1.3. INDICE IHF

Para la aplicación de esta metodología se tomó en cuenta el siguiente procedimiento:

a) Inclusión rápidos - sedimentación pozas
Para el parámetro Inclusión, se contabilizó el grado en que las partículas del sustrato están fijadas en el lecho del río, mientras que para el parámetro sedimentación, se analizó en la deposición de material fino en las zonas lénticas del río.

b) Frecuencia de rápidos
Se realizaron estimaciones promediadas de la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas más remansadas.

c) Composición del sustrato
Se realizaron estimaciones visuales aproximadas de la composición media del sustrato, siguiendo las categorías del RIVPACS (River Invertebrate Prediction And Classification System).

d) Regímenes de velocidad/profundidad
Se analizó la presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos.

e) Porcentaje de sombra en el cauce
Se estimó de forma visual la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.

f) Elementos de heterogeneidad
Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.

g) Cobertura y diversidad de vegetación acuática
Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida, la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.

TABLA Nº 12 RANGOS DE CALIDAD DEL ÍNDICE QBR Y QBR-AND.

Nivel de calidad		Valor índice QBR	Coloración DMA 2000/60/CE
Muy bueno	*Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural*	⩾ 95	Azul
Bueno	*Bosque ligeramente perturbado*	75-90	Verde
Moderado	*Inicio de alteración importante*	55-70	Amarillo
Deficiente	*Alteración fuerte*	30-50	Naranja
Malo	*Degradación extrema*	⩽ 25	Rojo

Nivel de Calidad	QBR-And	Color
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena. estado natural	≥ 96	Azul
Vegetación ligeramente perturbado. calidad buena	76-95	Verde
Inicio de alteración importante. calidad intermedia	51-75	Amarillo
Alteración fuerte. mala calidad	26-50	Naranja
Degradación extrema. calidad pésima	≤ 25	Rojo

TABLA Nº 13 TABLA DE DOBLE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO INTEGRAL DE LA CUENCA

IHF		BMWP/Bol			Estado Ecológico		
Nivel de calidad	**Rango**	**Nivel de calidad**	**Rango**	**Color**	**QBR-And >75**	**QBR-And 45 - 75**	**QBR-And <45**
Valores óptimos de	>75	Buena	≥ 101	Azul	Muy Bueno	Bueno	Regular
		Aceptable	61-100	Verde	Bueno	Regular	Malo
Valores intermedios de calidad	45-75	Dudosa	36-60	Amarillo	Regular	Malo	Pésimo
Valores bajos de calidad	<45	Crítica	16-35	Naranja	Malo	Pésimo	Pésimo
		Muy crítica	<15	Rojo	Pésimo	Pésimo	Pésimo

6. RESULTADOS

6.5. Índice BMWP/Bol

TABLA Nº 14 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E001

ESTACION N° 1											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Haliplidae	4	7	18	1	BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Ceratopogonidae	4							
		5	Chironomidae	2							
		6	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	7	Baetidae	5							
		8	Leptohyphidae	7							
		9	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	10	Naucoridae	6							
		11	Corixidae	5							
5	Lepidoptera	13	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	14	Corydalidae	7							
7	Trichoptera	15	Calamoceratidae	9							
		16	Hydropsychidae	6							
		17	Leptoceridae	9							
		18	Polycentropodidae	8							
1	CLASE	1	Hydracarina	4							
TOTAL				112							

En la Tabla N° 14, se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E001, donde el puntaje es de 112, por lo que la calidad del agua, está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 7 órdenes,18 Familias y 1 Clase, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 15 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E002

ESTACION N° 2

N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	18		BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Chironomidae	2							
		5	Stratiomyidae	4							
3	Ephemeroptera	6	Baetidae	5							
		7	Leptohyphidae	7							
		8	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	9	Corixidae	6							
		10	Gelastocoridae	4							
		11	Naucoridae	6							
5	Lepidoptera	12	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	13	Corydalidae	7							
7	Odonata	14	Gomphidae	8							
8	Plecoptera	15	Perlidae	10							
		16	Leptoceridae	9							
		17	Psychomyiidae	8							
		18	Xiphocentronidae	9							
TOTAL				121							

En la Tabla N° 15 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E002, donde el puntaje es de 121, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,18 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 16 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E003

ESTACION N° 3											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	13		ACEPTABLE	VERDE	II	SE EVIDENCIA ALGUN EFECTO DE CONTAMINACION
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Dixidae	6							
3	Ephemeroptera	5	Leptohyphidae	7							
		6	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	7	Corixidae	6							
5	Lepidoptera	8	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	9	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	10	Perlidae	10							
8	Trichoptera	11	Hydrobiosidae	9							
		12	Hydropsychidae	5							
		13	Leptoceridae	9							
TOTAL				95							

En la Tabla N° 16 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E003, donde el puntaje es de 95, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como aguas que se evidencia algún efecto de contaminación, correspondiente a la Clase II, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,13 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como ACEPTABLE.

TABLA Nº 17 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E004

ESTACION N° 4											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	19	1	BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Athericidae	10							
		5	Chironomidae	2							
3	Ephemeroptera	7	Baetidae	5							
		8	Caenidae	4							
		9	Leptohyphidae	7							
4	Hemiptera	10	Corixidae	6							
		11	Mesoveliidae	6							
5	Lepidoptera	12	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	13	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	14	Gripopterygidae	10							
		15	Perlidae	10							
8	Thichoptera	16	Hydrobiosidae	9							
		17	Hydropsychidae	5							
		18	Leptoceridae	9							
		19	Polycentropodidae	8							
	CLASE	1	Hydracarina	4							
				129							

En la Tabla N° 17 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E004, donde el puntaje es de 129, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,19 Familias, y 1 Clase de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 18 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E005

ESTACION N° 5											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	18		BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Gyrinidae	4							
		3	Psephenidae	10							
		4	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	5	Ceratopogonidae	4							
		6	Chironomidae	2							
		7	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	8	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	9	Gelastocoridae	4							
		10	Naucoridae	6							
5	Lepidoptera	11	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	12	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	13	Gripopterygidae	10							
		14	Perlidae	10							
8	Trichoptera	15	Calamoceratidae	9							
		16	Hydrobiosidae	9							
		17	Hydropsychidae	5							
		18	Leptoceridae	9							
	CLASE										
				122							

En la Tabla N° 18 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E005, donde el puntaje es de 122, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,18 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 19 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E006

ESTACION N° 6

N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	14		ACEPTABLE	VERDE	II	SE EVIDENCIA ALGUN EFECTO DE CONTAMINACION
		2	Gyrinidae	4							
		3	Psephenidae	10							
		4	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	5	Dixidae	6							
		6	Simuliidae	8							
		7	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	8	Baetidae	5							
		9	Leptohyphidae	7							
		10	Leptophlebidae	9							
6	Hemiptera	11	Naucoridae	6							
7	Lepidoptera	12	Pyralidae	5							
8	Trichoptera	13	Hydropsychidae	5							
		14	polycentropodidae	8							
	CLASE										
				92							

En la Tabla N° 19 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E006, donde el puntaje es de 92, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como aguas que se evidencia algún efecto de contaminación, correspondiente a la Clase II, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,14 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como ACEPTABLE.

TABLA Nº 20 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E007

ESTACION N° 7											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	6	18		BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Gyrinidae	4							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Chironomidae	2							
		5	Dolichopodidae	4							
3	Ephemeroptera	6	Leptohyphidae	7							
		7	Leptophlebiidae	9							
		8	Polymitarcydae	4							
4	Hemiptera	9	Corixidae	6							
		10	Naucoridae	6							
5	Plecoptera	11	Gripopterygidae	10							
		12	Perlidae	10							
6	Trichoptera	13	Calamoceratidae	9							
		14	Hydroptilidae	7							
		15	Hydropsychidae	5							
		16	Leptoceridae	9							
		17	Odontoceridae	10							
		18	Psychomyiidae	8							
1											
TOTAL				125							

En la Tabla N° 20 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E007, donde el puntaje es de 125, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 6 órdenes,18 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 21 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E008

ESTACION N° 8											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	17		BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
		4	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	5	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	6	Baetidae	5							
		7	Leptophlebiidae	9							
		8	Oligoneuriidae	9							
4	Hemiptera	9	Gelastocoridae	4							
5	Lepidoptera	10	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	11	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	12	Perlidae	10							
8	Trichoptera	13	Hydropsychidae	5							
		14	Leptoceridae	9							
		15	Odontoceridae	10							
		16	Philopotamidae	8							
		17	Polycentropodidae	8							
TOTAL				125							

En la Tabla N° 21 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E008, donde el puntaje es de 125, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,17 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 22 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E009

ESTACION N° 9											
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	18		BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Psephenidae	10							
		3	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	4	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	5	Leptohyphidae	7							
		6	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	7	Corixidae	6							
		8	Gelastocoridae	4							
		9	Mesoveliidae	6							
5	Lepidoptera	10	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	11	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	12	Gripopterygidae	10							
		13	Perlidae	10							
8	Trichoptera	14	Calamoceratidae	9							
		15	Hydropsychidae	5							
		16	Philopotamidae	8							
		17	Polycentropodidae	8							
		18	Psychomyiidae	8							
TOTAL				131							

En la Tabla N° 22 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E009, donde el puntaje es de 131, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,18 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 23 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E010

ESTACION N° 10												
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	8	18	1	BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Hydraenidae	7							
		3	Psephenidae	10							
		4	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	5	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	6	Leptohyphidae	7							
4	Hemiptera	7	Belostomatidae	5							
		8	Corixidae	6							
		9	Gelastocoridae	4							
		10	Gerridae	5							
5	Lepidoptera	11	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	12	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	13	Perlidae	10							
		14	Gripopterygidae	10							
8	Trichoptera	15	Calamoceratidae	9							
		16	Hidrobiosidae	9							
		17	Hydropsychidae	5							
		18	Polycentropodidae	8							
	CLASE	1	Hydracarina	4							
TOTAL				130							

En la Tabla N° 23 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E010, donde el puntaje es de 130, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,18 Familias y 1 Clase, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 24 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E011

ESTACION N° 11

N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptea	1	Elmidae	5	8	15	1	BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Psephenidae	10							
		3	Ptilodactylidae	9							
2	Diptera	4	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	5	Leptohyphidae	7							
		6	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	7	Gelastocoridae	4							
		8	Naucoridae	6							
		9	Notonectidae	6							
5	Lepidoptera	10	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	11	Corydalidae	7							
7	Plecoptera	12	Gripopterygidae	10							
8	Trichoptera	13	Calamoceratidae	9							
		14	Hydropsychidae	5							
		15	Leptoceridae	9							
TOTAL				106							

En la Tabla N° 24 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E011, donde el puntaje es de 106, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 8 órdenes,15 Familias, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 25 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ESTACIÓN E012

ESTACION N° 12												
N°	ORDEN	N°	FAMILIA	PUNTAJE BMWP/Bol	N° de Especies			Parámetros			
					orden	Familia	Clase	Calidad	Color	Clase	Nivel
1	Coleoptera	1	Elmidae	5	9	17	1	BUENA	AZUL	I	AGUAS MUY LIMPIAS, NO CONTAMINADAS
		2	Gyrinidae	4							
		3	Psephenidae	10							
2	Diptera	4	Tipulidae	5							
3	Ephemeroptera	5	Baetidae	5							
		6	Leptohyphidae	7							
		7	Leptophlebiidae	9							
4	Hemiptera	8	Corixidae	6							
		9	Gerridae	5							
		10	Naucoridae	6							
5	Lepidoptera	11	Pyralidae	5							
6	Megaloptera	12	Corydalidae	7							
7	Odonata	13	Aeshnidae	6							
8	Plecoptera	14	Perlidae	10							
9	Trichoptera	15	Hydropsychidae	5							
		16	Leptoceridae	9							
		17	Polycentropodidae	8							
	CLASE	1	Hydracarina	4							
TOTAL				116							

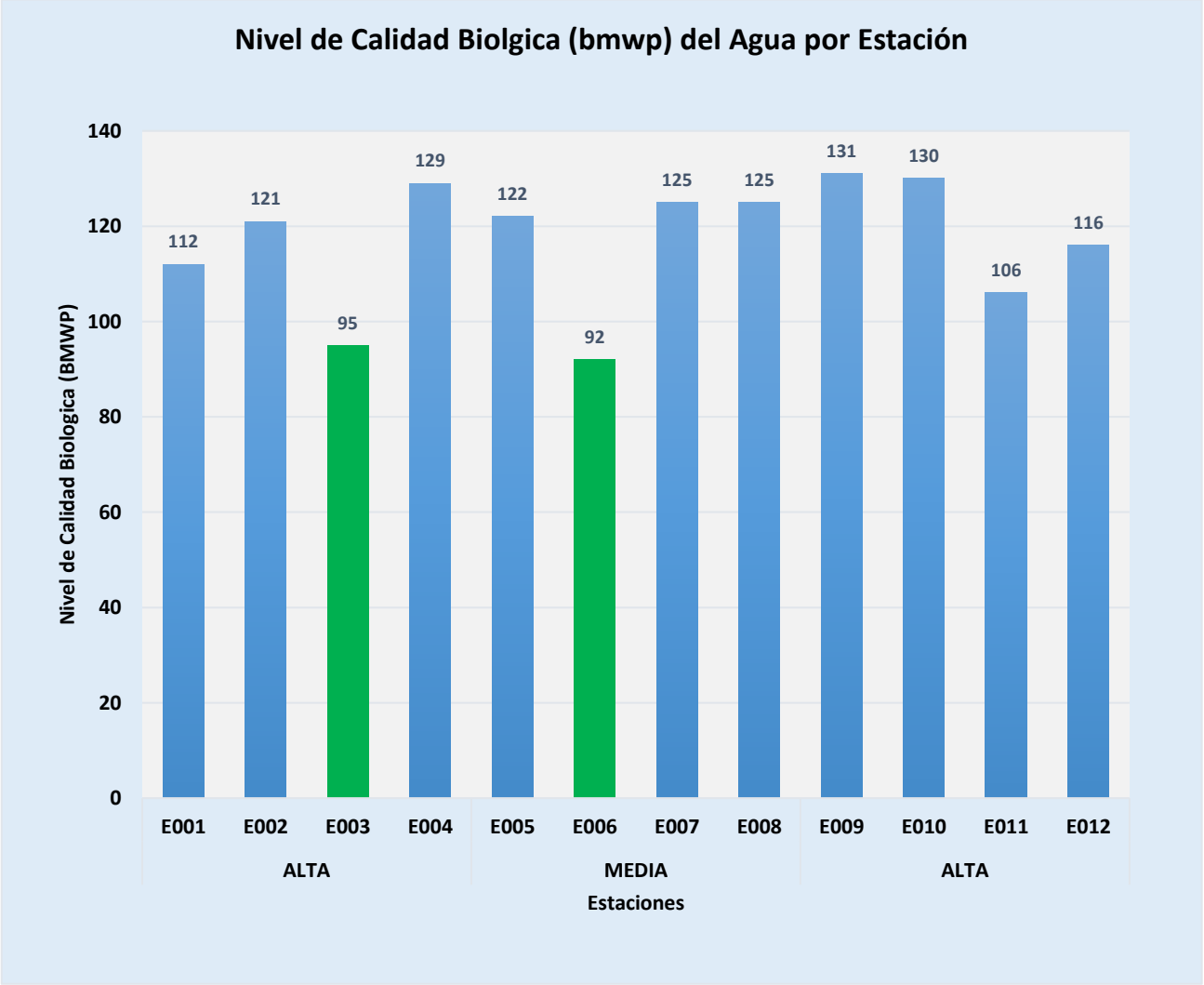
En la Tabla N° 25 se muestra la calidad biológica del agua de la Estación E012, donde el puntaje es de 116, por lo que la calidad biológica del agua está catalogada como Aguas muy limpias, no contaminadas, correspondiente a la Clase I, (BMWP/Bol) y donde se identificaron 9 órdenes,17 Familias y 1 Clase, de macro invertebrados, por lo que se tiene una calidad del agua como BUENA.

TABLA Nº 26 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ÍNDICE BIÓTICO BMWP/BOL

Ubicación Cuenca	*Estación*	*Valor (BMWP/Bol)*	*N° de especímenes*			*Interpretación de la calidad del Agua*
			Orden	*Familia*	*Clase*	
Alta	E001	112	7	18	1	Aguas muy Limpias no contaminadas
	E002	121	8	18		Aguas muy Limpias no contaminadas
	E003	95	8	13		Aguas con algún efecto de Contaminación
	E004	129	8	19	1	Aguas muy Limpias no contaminadas
Media	E005	122	8	18		Aguas muy Limpias no contaminadas
	E006	92	8	14		Aguas con algún efecto de Contaminación
	E007	125	6	18		Aguas muy Limpias no contaminadas
	E008	125	8	17		Aguas muy Limpias no contaminadas
Baja	E009	131	8	18		Aguas muy Limpias no contaminadas
	E010	130	8	18	1	Aguas muy Limpias no contaminadas
	E011	106	8	15		Aguas muy Limpias no contaminadas
	E012	116	9	17		Aguas muy Limpias no contaminadas

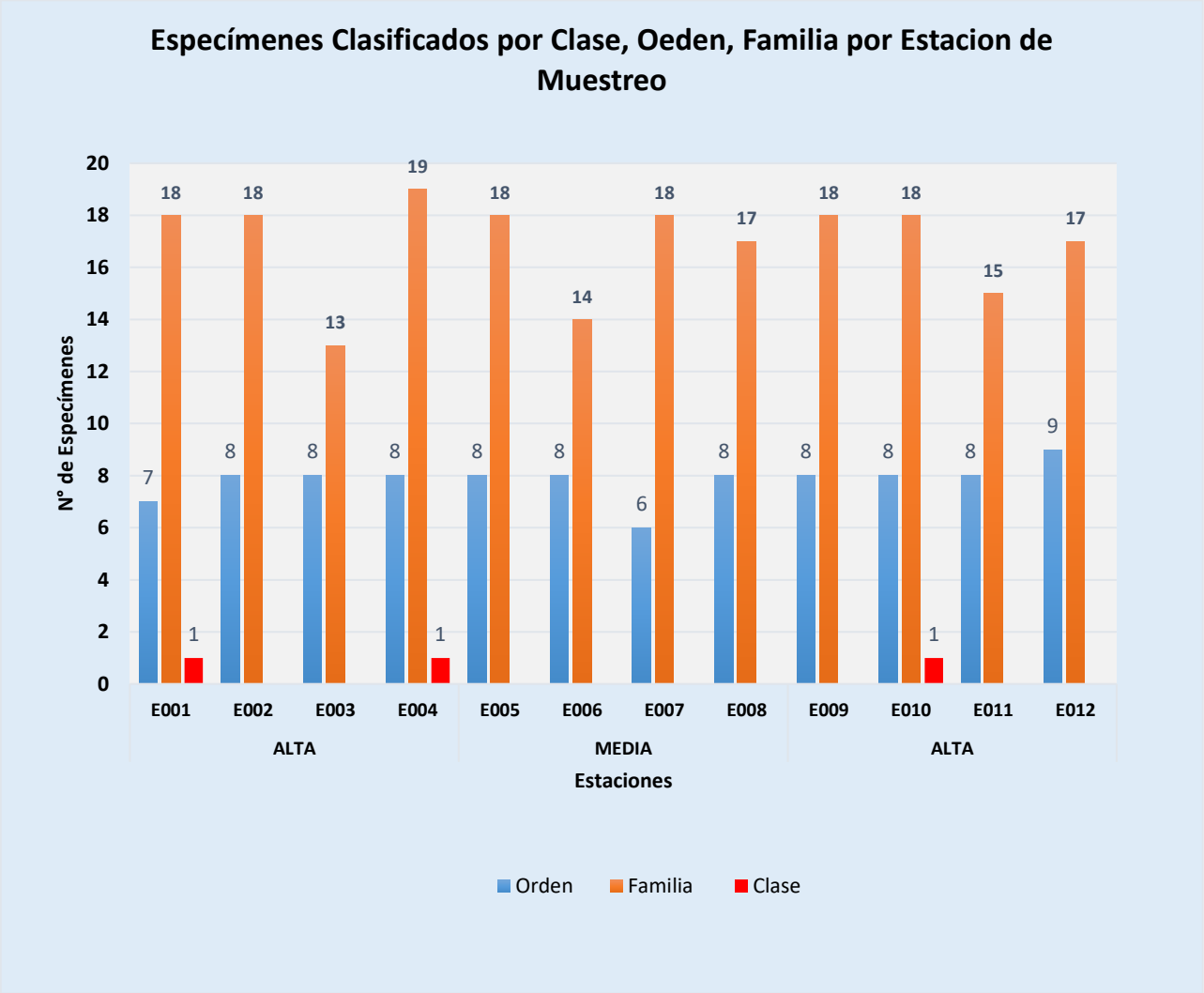
En la Tabla N° 26 se presenta el resumen de los resultados de las doce Estaciones de muestreo en relación a la calidad Biológica del Agua, donde se evidencia que en dos estaciones (E003; ubicada en la cuenca alta; E006, ubicada en la cuenca media) las aguas se encuentran con algún efecto de contaminación, mientras que, en el resto de las estaciones ubicadas en la cuenca alta, media y baja, las aguas están muy limpias, es decir no contaminadas.

GRAFICO Nº 1 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA POR ESTACIÓN



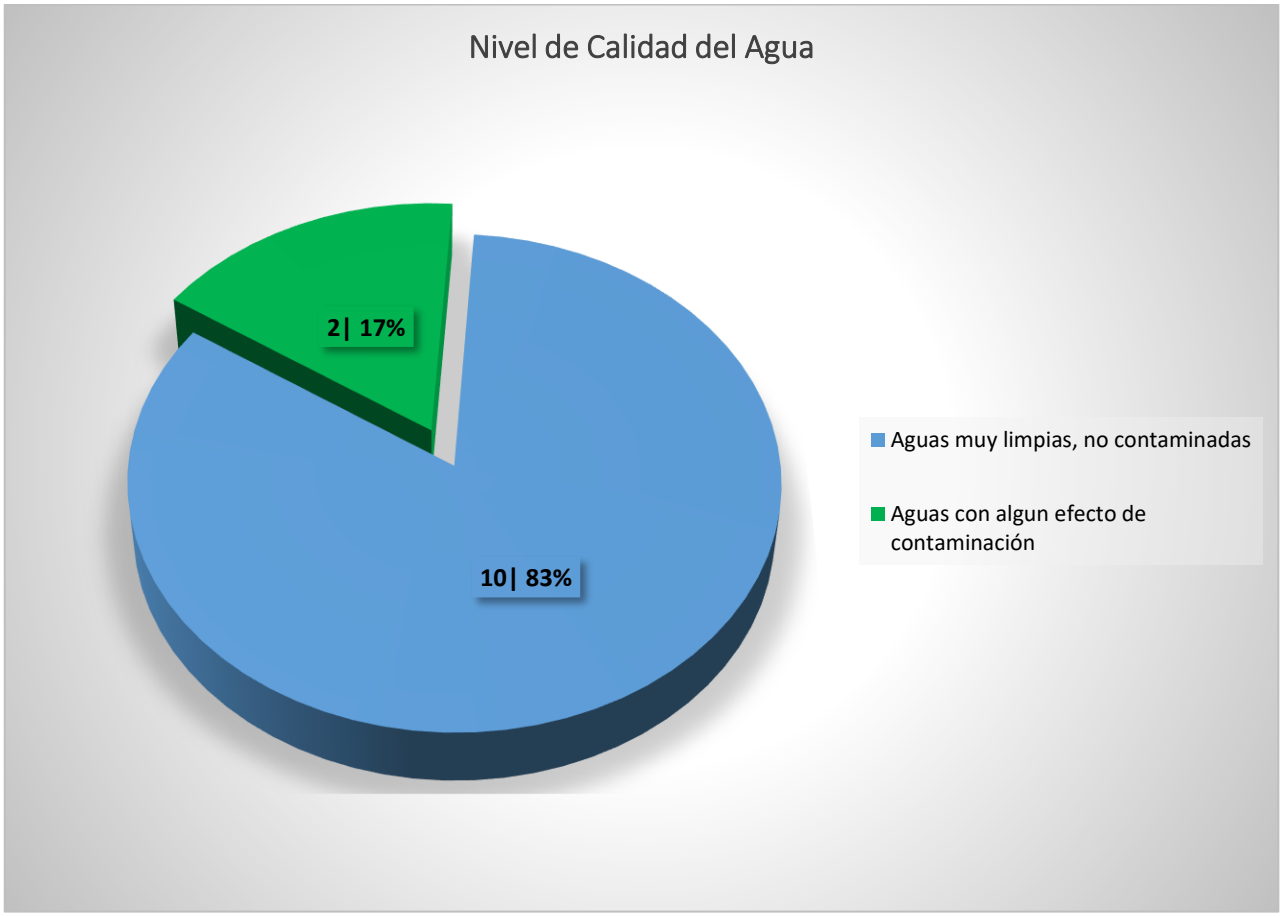
Se muestra en el Gráfico N° 1 el nivel de la calidad biológica (BMWP) de la Sub cuenca del rio Trancas por estación, donde las estaciones E003 ubicada en la cuenca alta y E006 ubicada en la cuenca media, muestran las aguas con algún efecto de contaminación, mientras que en las estaciones E001, E002, E004; ubicadas en la cuenca alta; E005, E007, E008 ubicadas en la cuenca media; y E009, E010, E011, y E012, ubicadas en la cuenca baja, evidencian aguas muy limpias no contaminadas.

GRAFICO Nº 2 TAXONOMÍA DE MACRO INVERTEBRADOS POR ESTACIÓN SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



Se observa en el Gráfico N° 2 el número de especímenes de macro invertebrados clasificados por Clase, Orden y Familia donde se puede apreciar que en la Estación E012, ubicada en la cuenca baja, se identificaron el mayor número de ordenes con un máximo de 9 ordenes, mientras que en la Estación E007, ubicada en la cuenca media se identificaron la menor cantidad de ordenes con solamente 6; con relación al número de familias se identificaron la mayor cantidad en la estación E004 con 19 familias, y la de menor cantidad de familias en la estación E003, ubicada en la cuenca alta, con solamente 13 familias, finalmente en las estaciones E001, E004, ubicadas en la cuenca alta; E010, ubicada en la cuenca baja, se identificaron 1 clase de macro invertebrados.

GRAFICO Nº 3 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA SUB CUENCA RIO TRANCAS



En el Grafico N° 3 Se evidencia que la calidad biológica del agua de la Sub cuenca del Rio Trancas se encuentra en dos estaciones con nivel de calidad aceptable con el 17 %, mientras que, en el resto de las estaciones, 10 en total, el nivel de la calidad es Buena con el 83%.

TABLA Nº 27 ESPECÍMENES DE MACRO INVERTEBRADOS IDENTIFICADOS EN RIO TRANCAS

N°	*ORDEN*	*N°*	*FAMILIA*	*N°*	*CLASE*
1	Coleoptera	1	Elmidae	1	Hydracarina
		2	Gyrinidae		
		3	Haliplidae		
		4	Hydraenidae		
		5	Psephenidae		
		6	Ptilodactylidae		
2	Diptera	7	Athericidae		
		8	Ceratopogonidae		
		9	Chironomidae		
		10	Dixidae		
		11	Dolichopodidae		
		12	Simuliidae		
		13	Stratiomyidae		
		14	Tipulidae		
3	Ephemeroptera	15	Baetidae		
		16	Caenidae		
		17	Leptohyphidae		
		18	Oligoneuriidae		
		19	Polymitarcydae		
4	Hemiptera	20	Belostomatidae		
		21	Corixidae		
		22	Gelastocoridae		
		23	Gerridae		
		24	Mesoveliidae		
		25	Naucoridae		
		26	Notonectidae		
5	Lepidoptera	27	Pyralidae		
6	Megaloptera	28	Corydalidae		
7	Odonata	29	Gomphidae		
		30	Aeshnidae		
8	Plecoptera	31	Perlidae		
		32	Gripopterygidae		
9	Trichoptera	33	Hidrobiosidae		
		34	Hydropsychidae		
		35	Hydroptilidae		
		36	Leptoceridae		
		37	Odontoceridae		
		38	Philopotamidae		
		39	Polycentropodidae		
		40	Psychomyiidae		
		41	Xiphocentronidae		

En la Tabla N° 27 se muestra el número de especímenes encontrados en el Rio Trancas, identificándose 9 Ordenes, 41 Familias y 1 Clase de macro invertebrados Bentónicos.

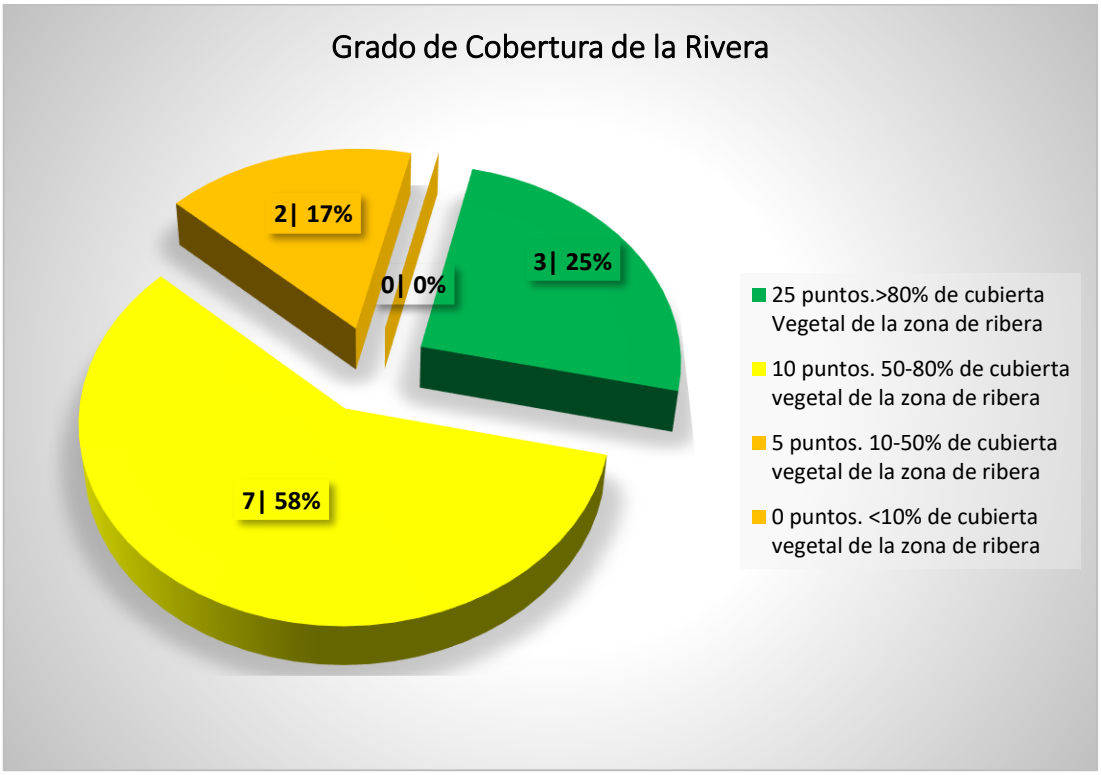
6.6. Índice de Calidad de Bosque de Rivera (QBR)

6.6.1. Grado de Cobertura de la Zona de Ribera (Bloque 1)

En este bloque se destaca el rol de la vegetación arbórea y arbustiva como elemento estructurador del bosque de ribera. El resultado se puede observar en el Grafico N°4

GRAFICO Nº 4 GRADO DE COBERTURA DE VEGETACIÓN RIBEREÑA

Sub Cuenca Rio Trancas



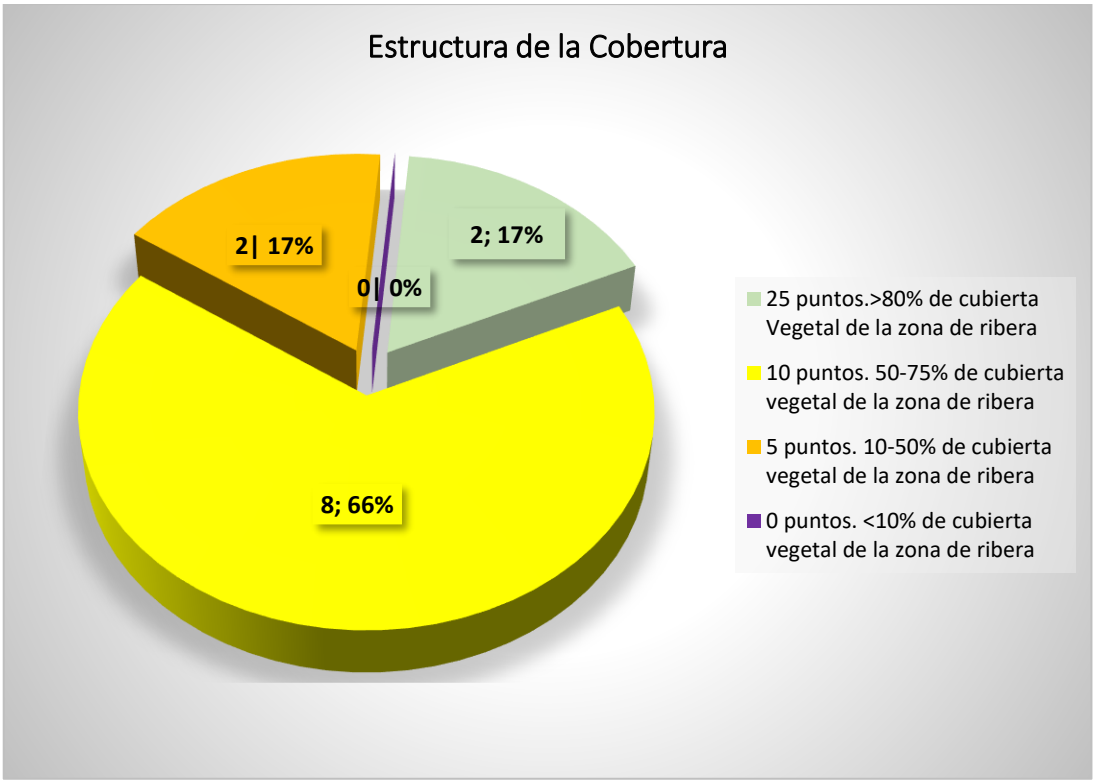
Como se muestra en el Grafico N°4 respecto a la puntuación asignada, se calificó un valor de 25 puntos, a las estaciones que presentan el 80% o más de cubertura vegetal ribereña (Estación E005, ubicada en la cuenca alta; mientras que las Estaciones E010, E011 se ubican en la cuenca baja), donde estas estaciones representan el 25% del total, lo que quiere decir que mantienen un estado excelente de conservación.

De igual manera y con el valor de 10 puntos para el 58% del total de las estaciones, siendo estas (Estación E001, E004, ubicadas en la cuenca alta; E006, E007, E008, E009, ubicadas en la cuenca media y E012 ubicada en la cuenca baja), significando que la cubierta se encuentra en proceso de degradación; finalmente con un valor asignado de 5 puntos a las estaciones (E002, E003 ubicadas en la cuenca alta) que representan solo el 17% del total de las estaciones; significando que la cubierta vegetal esta degradada, considerando el Estado Natural de acuerdo a la metodología aplicada.

6.6.2. Estructura de la Cobertura Vegetal (Bloque 2)

En este bloque se evalúa la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. El resultado se puede observar en el Grafico N°5

GRAFICO Nº 5 ESTRUCTURA COBERTURA DE VEGETACIÓN RIBEREÑA



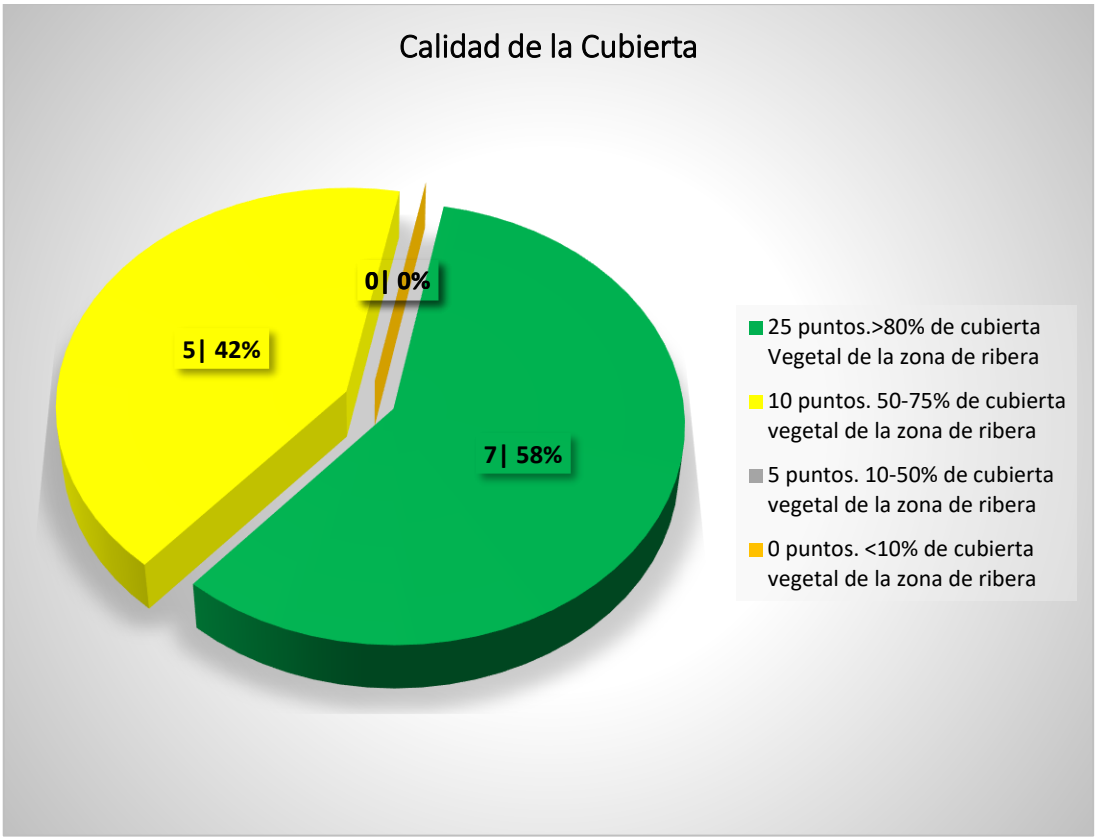
Como se muestra en el Grafico N° 5 respecto a la puntuación asignada, se calificó un valor de 25 puntos, a las estaciones que presentan el 80% o más de cubierta vegetal ribereña (Estación E005, ubicada en la cuenca alta; mientras que la Estación E011 se ubican en la cuenca baja), donde estas estaciones representan el 17% del total, lo que quiere decir que mantienen un estado excelente de conservación.

Así mismo con el valor de 10 puntos al 66 % del total de las estaciones siendo estas (Estación E001, ubicada en la cuenca alta; E004, E005, E006, E007, E008, E009, ubicadas en la cuenca media y E012 ubicada en la cuenca baja), significando que la cubierta se encuentra en proceso de degradación; finalmente con un valor asignado de 5 puntos a las estaciones (E002, E003 ubicadas en la cuenca alta) que representan solo el 17% del total de las estaciones; significando que la cubierta vegetal esta degradada, considerando el Estado Natural de acuerdo a la metodología aplicada.

6.6.3. Calidad de la Cobertura Vegetal (Bloque 3)

En este bloque se destaca el rol de la cubierta vegetal para determinar este apartado, antes que nada, se determina el tipo geomorfológico, para ello es necesario utilizar la puntuación del margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. El resultado se puede observar en el Grafico N° 6

GRAFICO Nº 6 ESTACIONES VS COBERTURA VEGETACIÓN RIBEREÑA



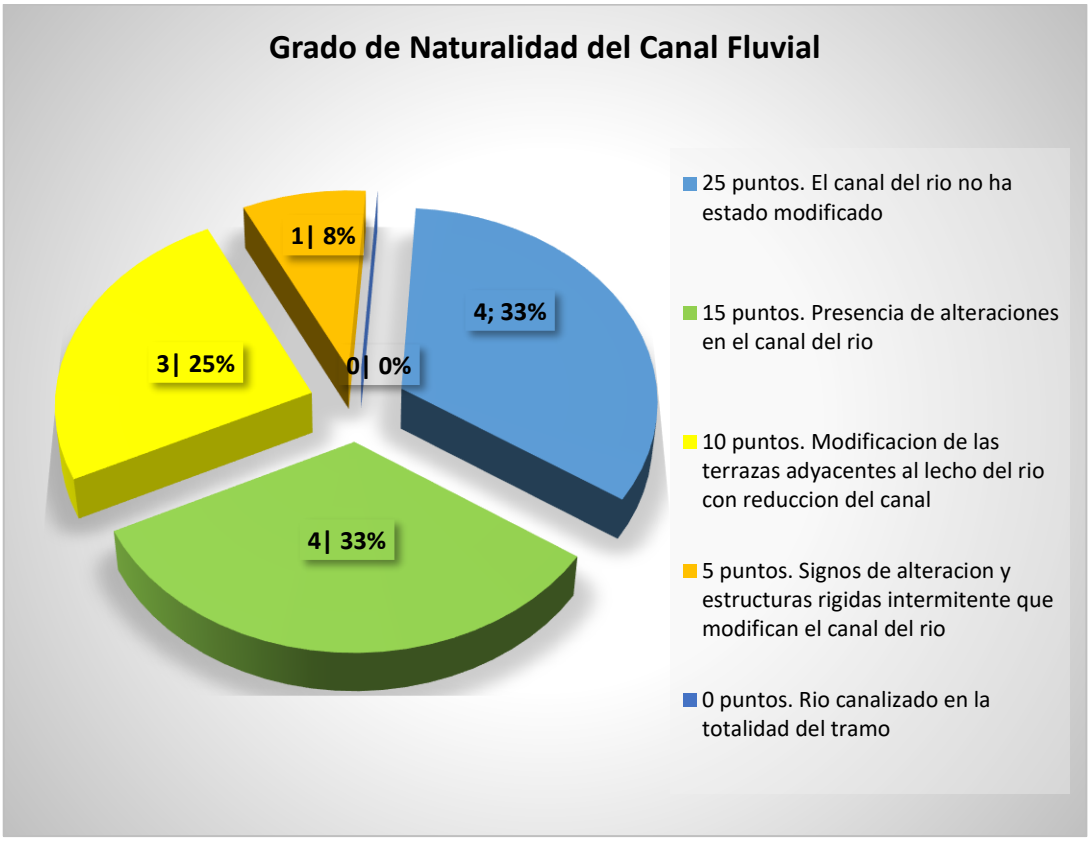
De acuerdo al Grafico N° 6, en siete de las estaciones observadas (E001, E002, ubicadas en la cuenca alta; E006, E007, E008, E009 ubicadas en la cuenca media; además de la E011 ubicada en l cuenca baja) la calidad de la cubierta vegetal está determinada por la presencia de árboles nativos en un 100% en ambas riberas, otorgándoles una puntuación máxima de 25.

Mientras que en las restantes cinco estaciones observadas (E003, E004 ubicadas en la cuenca alta; E005, ubicada en la cuenca media; E010, E011, ubicadas en la cuenca baja), se le asigno la puntuación de 10 puntos, debido a la presencia de especies alóctonas como el Eucaliptus glóbulos.

6.6.4. Grado de Naturalidad del Canal Fluvial (Bloque 4)

En este bloque se destaca el rol del grado de naturalidad del canal fluvial, la modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. El resultado se puede observar en el Grafico N° 7

GRAFICO Nº 7 NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



Como se puede observar en el Grafico N° 7, solo el 33% de las estaciones no registran alteraciones en el canal fluvial, cuya puntuación de estas estaciones (25 puntos) debido a que no se encontraron modificaciones dentro de él. Las estaciones E001, E003, E004 ubicadas en la cuenca alta y la estación E007 ubicada en la cuenca media; presentaron una puntuación máxima de 25, esto debido a que ambas riberas no presentan ninguna modificación como encauzamiento del rio.

Mientras que las estaciones E008, E009, E010 ubicadas en la cuenca alta y la estación E012 ubicada en la cuenca baja, que representan el 33% de las estaciones, fueron penalizadas con -10 puntos debido a que ambas riberas, existe modificaciones de las Terrazas adyacentes al lecho del Río con reducción

de canal (la Rivera está aprovechada completamente con el tema de expansión de cultivos) lo cual es un puntaje de 15.

Las estaciones E005, E006, ubicadas en la cuenca media y la estación E011, ubicada en la cuenca baja, que representan el 25% de las estaciones, fueron penalizadas con -15 puntos debido a que se observaron vestigios de desmonte, encauzamiento del rio construcción de gaviones, factores que modifican el cauce natural del río. Su puntuación final fue en consecuencia de 10. Finalmente, la Estación E002, ubicada en la cuenca alta, representando el 8% de las estaciones, se le asigno la puntuación de 5 puntos debido a la alteración del cauce.

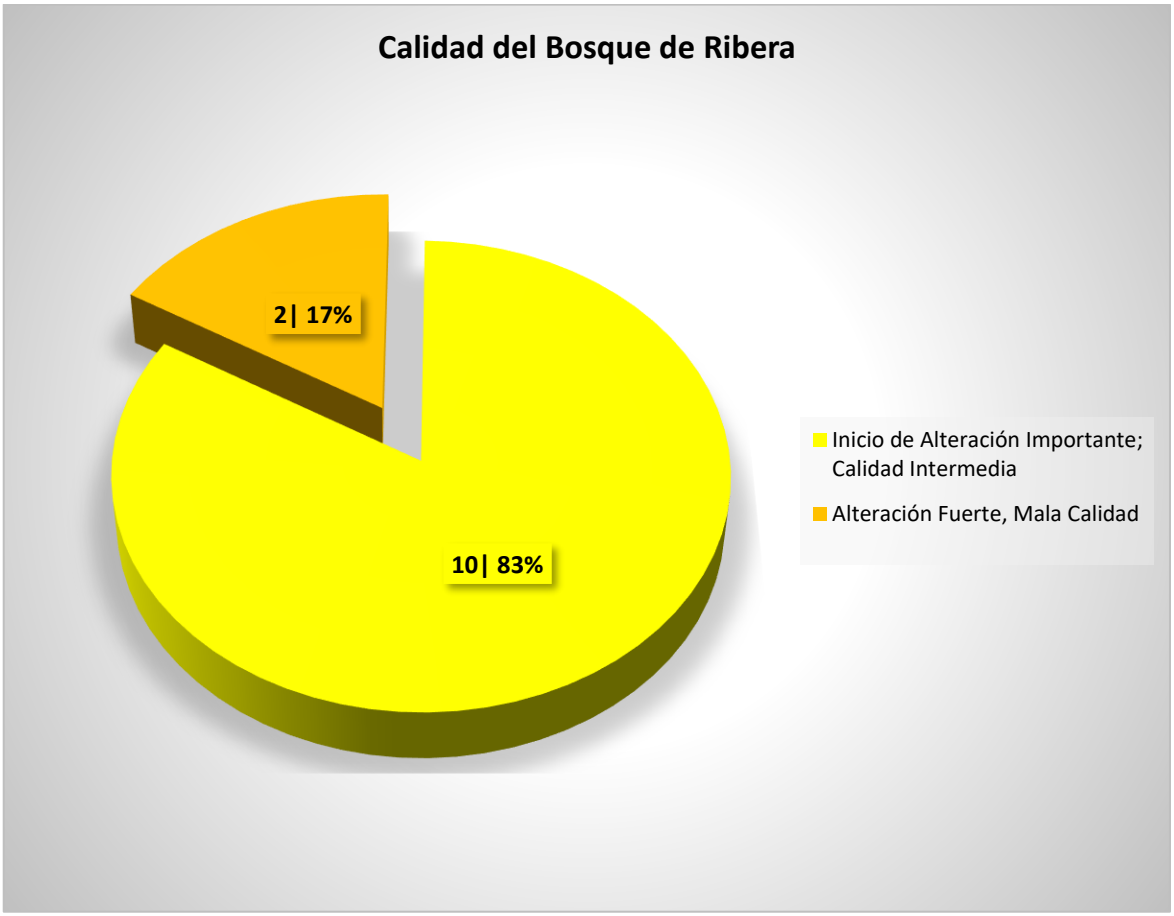
6.6.5. Análisis de la Calidad del Bosque de Rivera (QBR)

TABLA Nº 28 CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS

Ubicación Cuenca	Estación	Bloques				Puntaje Final	Nivel de Calidad	Interpretación de la Calidad de Bosque de Rivera
		Cobertura	Estructura	Calidad	Naturalidad			
Alta	**E001**	10	10	25	25	***70***	**Moderado**	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E002	5	5	25	5	***40***	**Deficiente**	Alteración fuerte, mala calidad
	E003	5	5	10	25	***45***	**Deficiente**	Alteración fuerte, mala calidad
	E004	10	10	10	25	***55***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
Media	**E005**	25	25	10	10	***70***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E006	10	10	25	10	***55***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E007	10	10	25	25	***70***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E008	10	10	25	15	***60***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
Baja	**E009**	10	10	25	15	***60***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E010	25	10	10	15	***60***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E011	25	25	10	10	***70***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E012	10	10	25	15	***60***	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia

En la Tabla N° 28 se presenta el resumen de los resultados de las doce Estaciones de muestreo en relación al Índice de Calidad del Bosque de Ribera de la Sub Cuenca del Rio Trancas, donde se evidencia que en dos estaciones (E002, E003; ubicadas en la cuenca alta; la calidad del bosque de ribera tiene un nivel de calidad Deficiente, evidenciándose una alteración fuerte, principalmente por la actividad agrícola, importante en la zona, mientras que en el resto de las estaciones ubicadas en la cuenca alta, (E001, E004), cuenca media (E005, E006, E007, E008,) y cuenca baja, (E009, E010, E011, E012) el nivel de calidad del Bosque de Ribera es Moderado.

GRAFICO Nº 8 ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA DE LA SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS

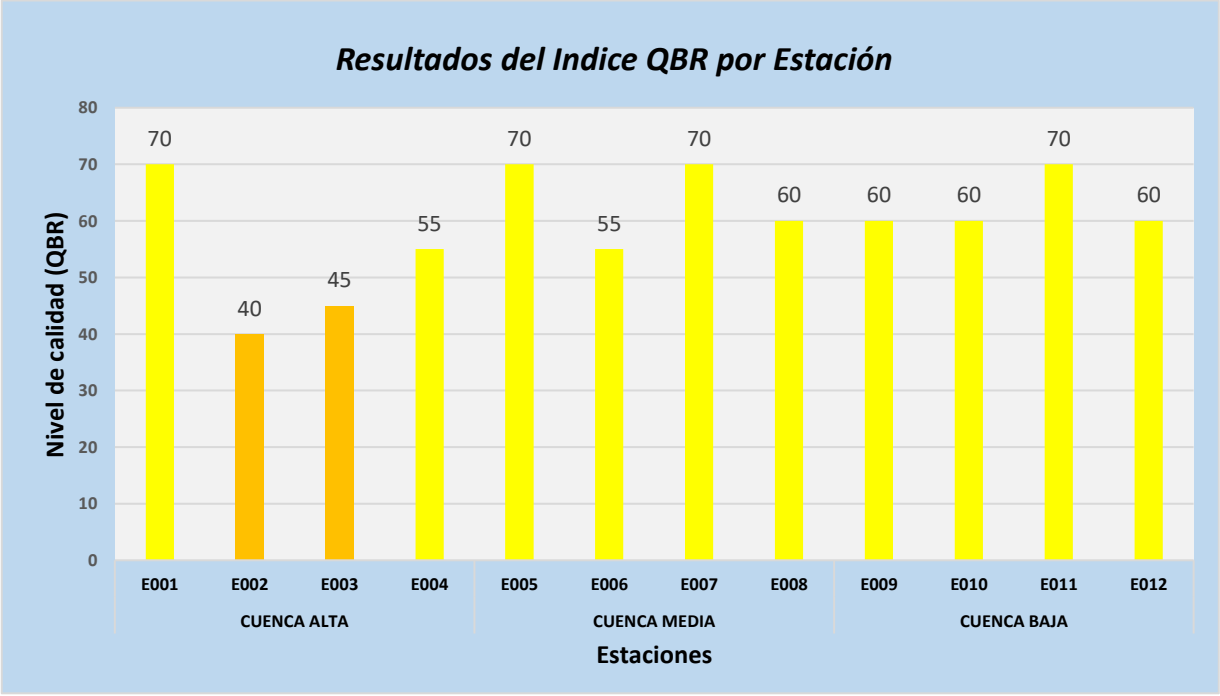


Como se puede observar en el Grafico N° 8, son 10 Estaciones que representan el 83% del total que presentan un nivel de calidad moderado (intermedia) donde se evidencia inicios de alteración importante, siendo estas estaciones E001, E004 ubicadas en la cuenca alta; E005, E006, E007, E008 ubicadas en la cuenca media; y E009, E010, E011, E012 ubicadas en la cuenca baja. Mientras que 2 Estaciones representando el 17% del total se encuentran con una calidad deficiente (mala calidad) siendo estas E002, E003, ubicadas en la cuenca alta.

TABLA Nº 29 CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA POR PARTES DE LA SUB CUENCA

Ubicación Cuenca	Estación	QBR	Nivel de Calidad	Interpretación de la Calidad de Bosque de Rivera
Alta	E001	70	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E002	40	Deficiente	Alteración fuerte, mala calidad
	E003	45	Deficiente	Alteración fuerte, mala calidad
	E004	55	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
Media	E005, E007	70	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E006	55	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E008	60	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
Alta	E009, E010, E012	60	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
	E011	70	Moderado	Inicio de alteración importante, calidad intermedia

GRAFICO Nº 9 ÍNDICE (QBR) POR ESTACIÓN SUB CUENCA



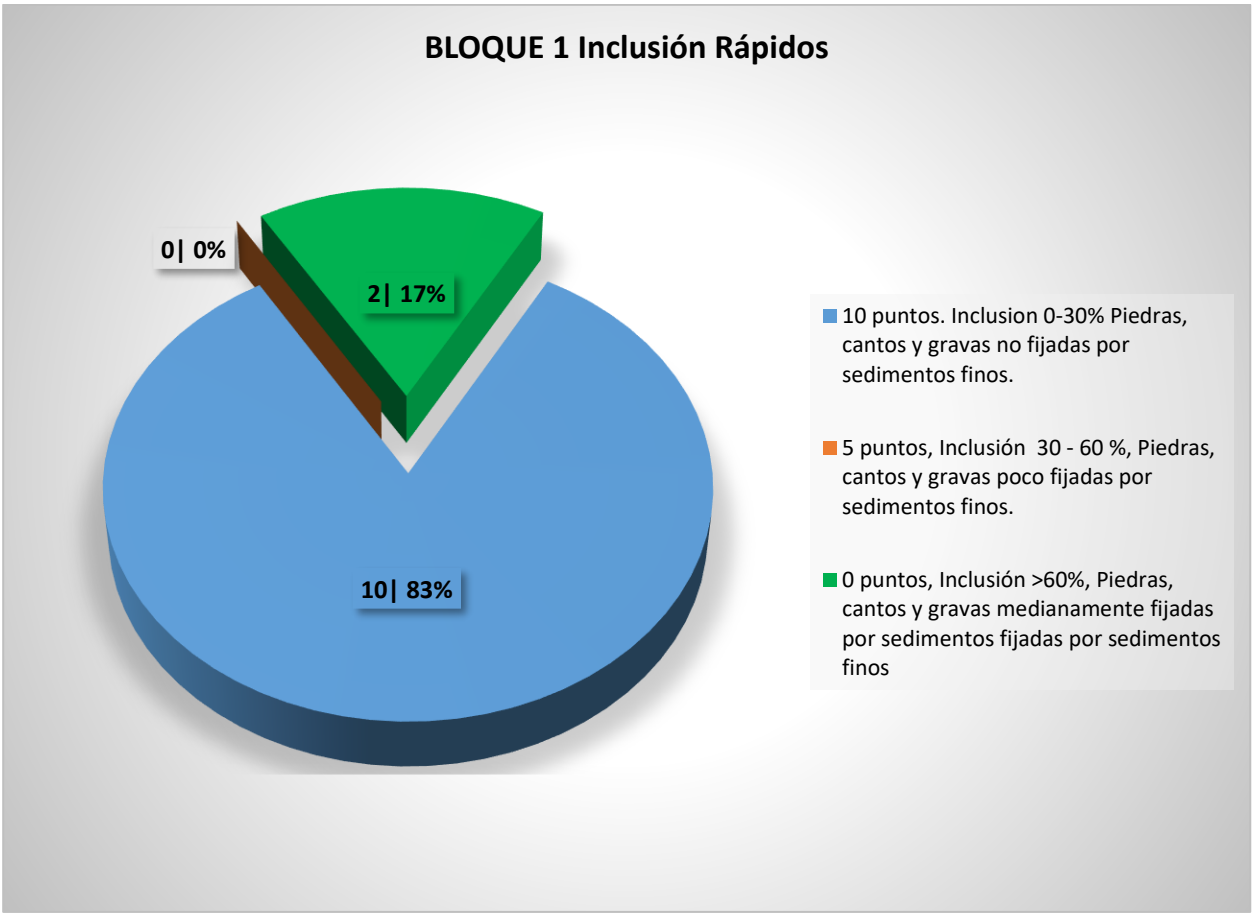
Como se puede observar en el Grafico N° 9, se identificaron 2 estaciones con alteración fuerte, con una calidad deficiente, de la vegetación ribereña, cuyos valores oscilan entre 40 (E002) y 45 (E003), ambas ubicadas en la cuenca alta, mientras que las 10 estaciones restantes se identificaron inicios de una alteración fuerte, con una calidad moderada de la vegetación ribereña, donde los valores oscilan

entre 55 (E004, E006) ambas ubicadas en la cuenca media y 70 (E001, ubicada en la cuenca alta; E005, E007, ubicadas en la cuenca media; E011, ubicada en la cuenca baja)

6.7. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

6.7.1. Inclusión Rápidos- Sedimentación Pozas (Bloque 1)

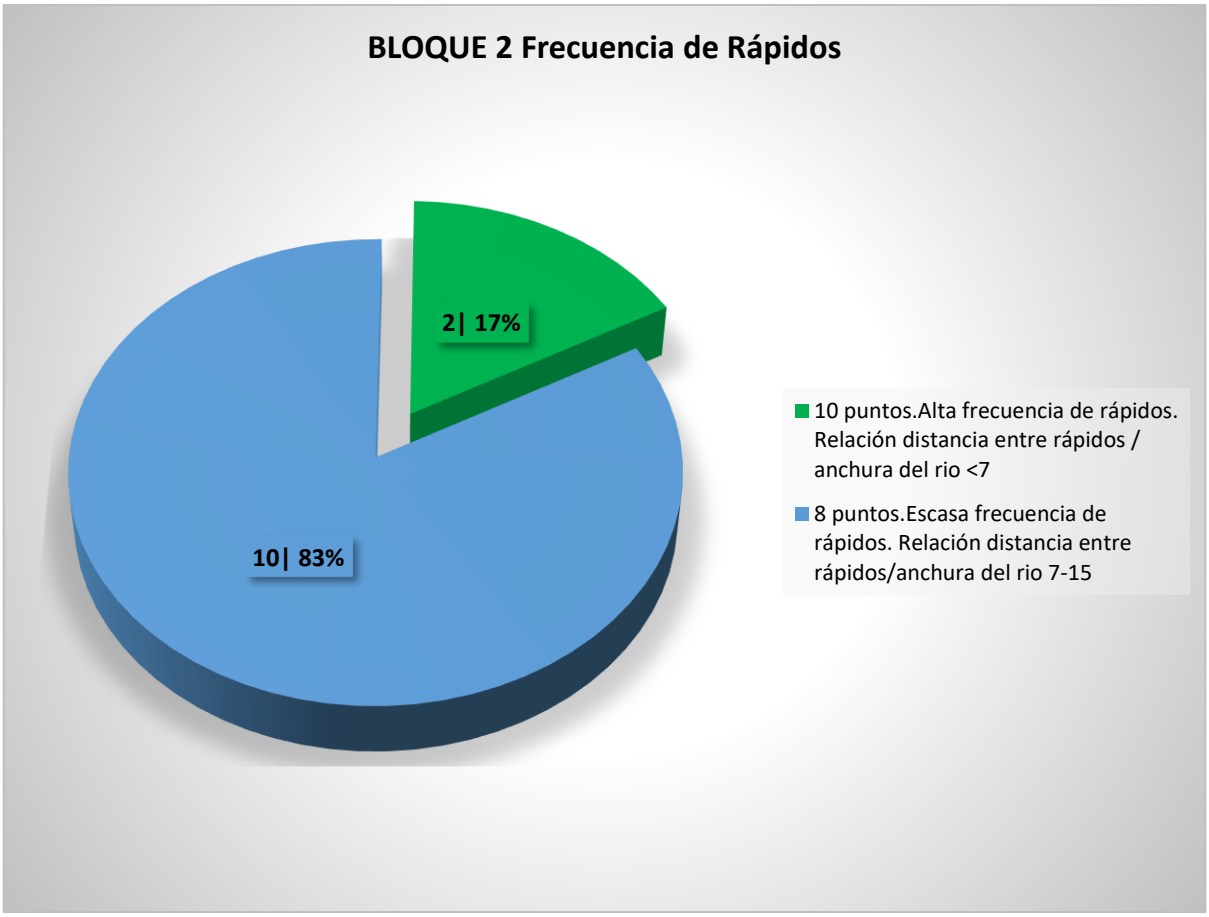
GRAFICO Nº 10 INCLUSIÓN RÁPIDOS-SEDIMENTACIÓN POZAS (IHF)



Como se puede observar en el Grafico N° 10, se identificaron 2 Estaciones con alteración fuerte, E008, ubicada en la cuenca media, y E010, ubicada en la cuenca baja, con una inclusión mayor al 60% de piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos, por lo que se le dio una valoración de 0 (cero), mientras que el resto de las Estaciones E001, E002, E003, E004; ubicadas en la cuenca alta, E005, E006, E007, E009, ubicadas en la cuenca media; E011, E012, ubicadas en la cuenca baja tienen una inclusión entre 0-30% de Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos, por lo que obtuvieron una calificación de 10 puntos.

6.7.2. Frecuencia de Rápidos (Bloque 2)

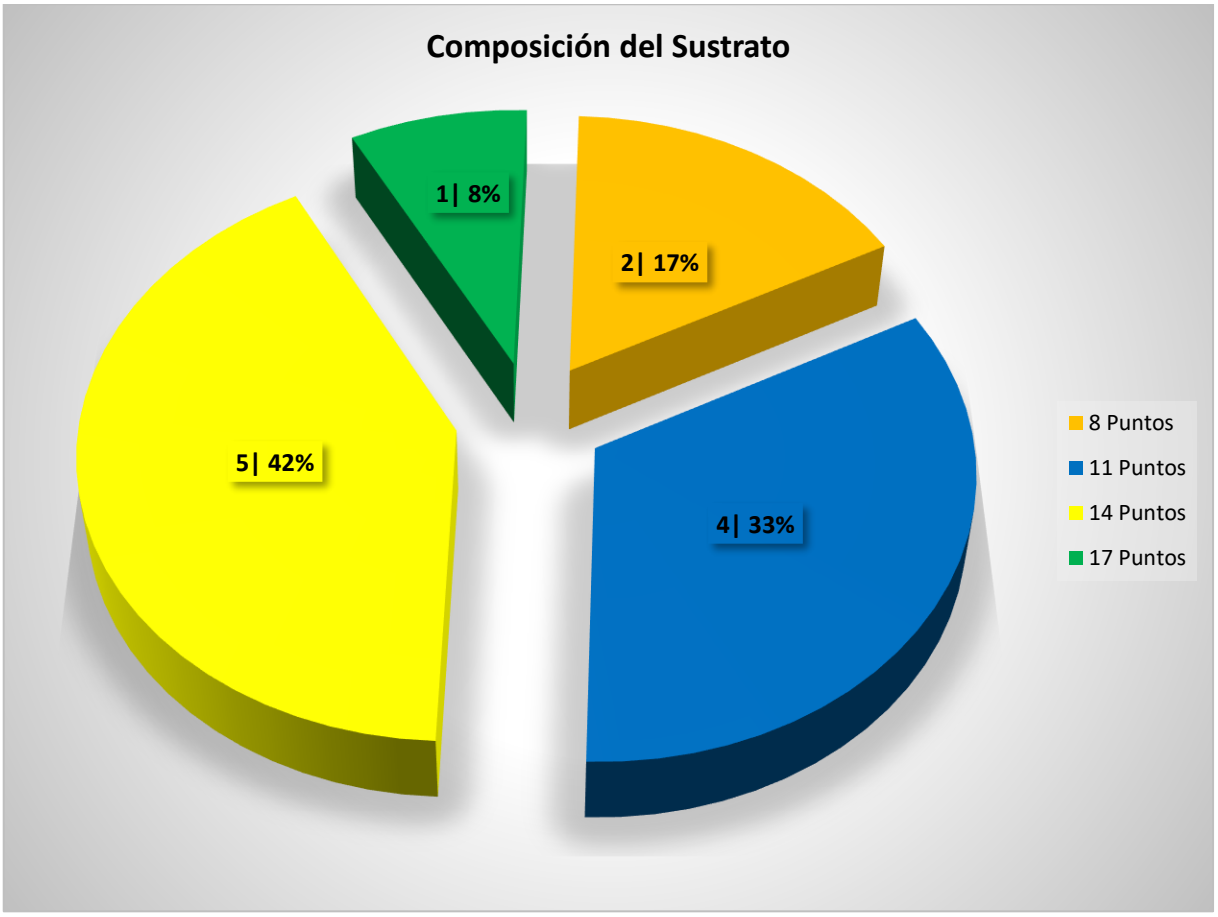
GRAFICO Nº 11 FRECUENCIA DE RÁPIDOS (IHF)



Como se puede observar en el Grafico N° 11, se identificaron 2 Estaciones con alta frecuencia de rápidos, E003, E004, ubicadas en la cuenca alta, cuya relación entre la distancia de rápidos y el ancho del rio < 7 por lo que se le asignó el puntaje de 10; mientras que en las estaciones E001, E002, ubicadas en la cuenca alta; E005, E006, E007, E008, ubicadas en la cuenca media; E009, E010, E011, E0012, ubicadas en la cuenca baja la relación entre la distancia de rápidos y el ancho del rio esta en el rango comprendido entre 7 – 15 por lo que se le asignó el puntaje de 8.

6.7.3. Composición del Sustrato (Bloque 3)

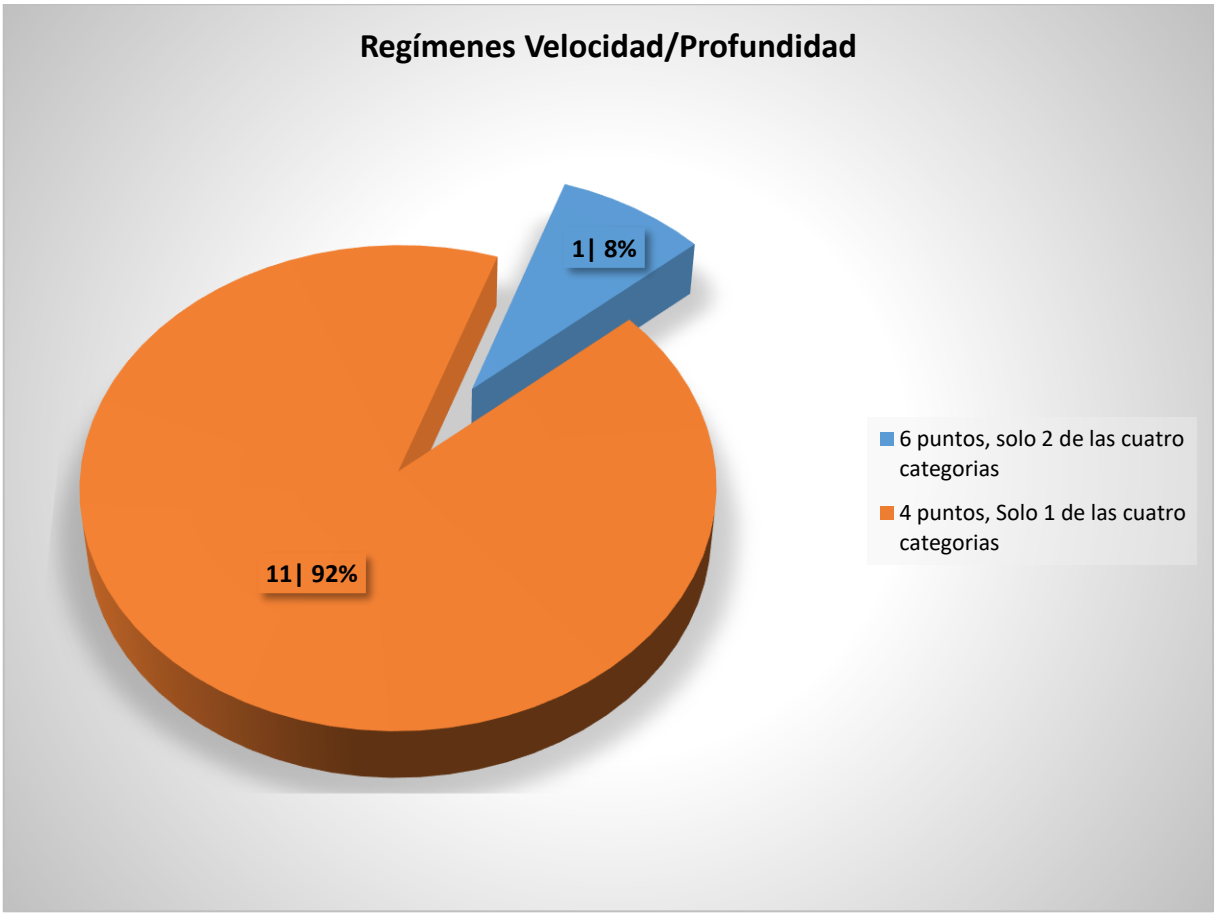
GRAFICO Nº 12 COMPOSICIÓN SUSTRATO (IHF)



Como se puede observar en el Grafico N° 12, se identificó 1 Estación, E010, ubicada en la cuenca baja, con una composición de sustrato muy buena asignándole una puntuación de 17; luego 5 estaciones, E005, E008, ubicadas en la cuenca media; E009, E011, E012 ubicadas en la cuenca baja, con una composición buena, por lo que se le asignó una puntuación de 14; además 4 estaciones, E001, E002, E003, E004, ubicadas en la cuenca alta con una composición de sustrato regular, cuya puntuación le corresponde a 11 puntos, finalmente 2 estaciones, E006, E007, ubicadas en la cuenca media con una composición de sustrato baja, por lo que se le asignó una puntuación de 8.

6.7.4. Regímenes de velocidad / profundidad (Bloque 4)

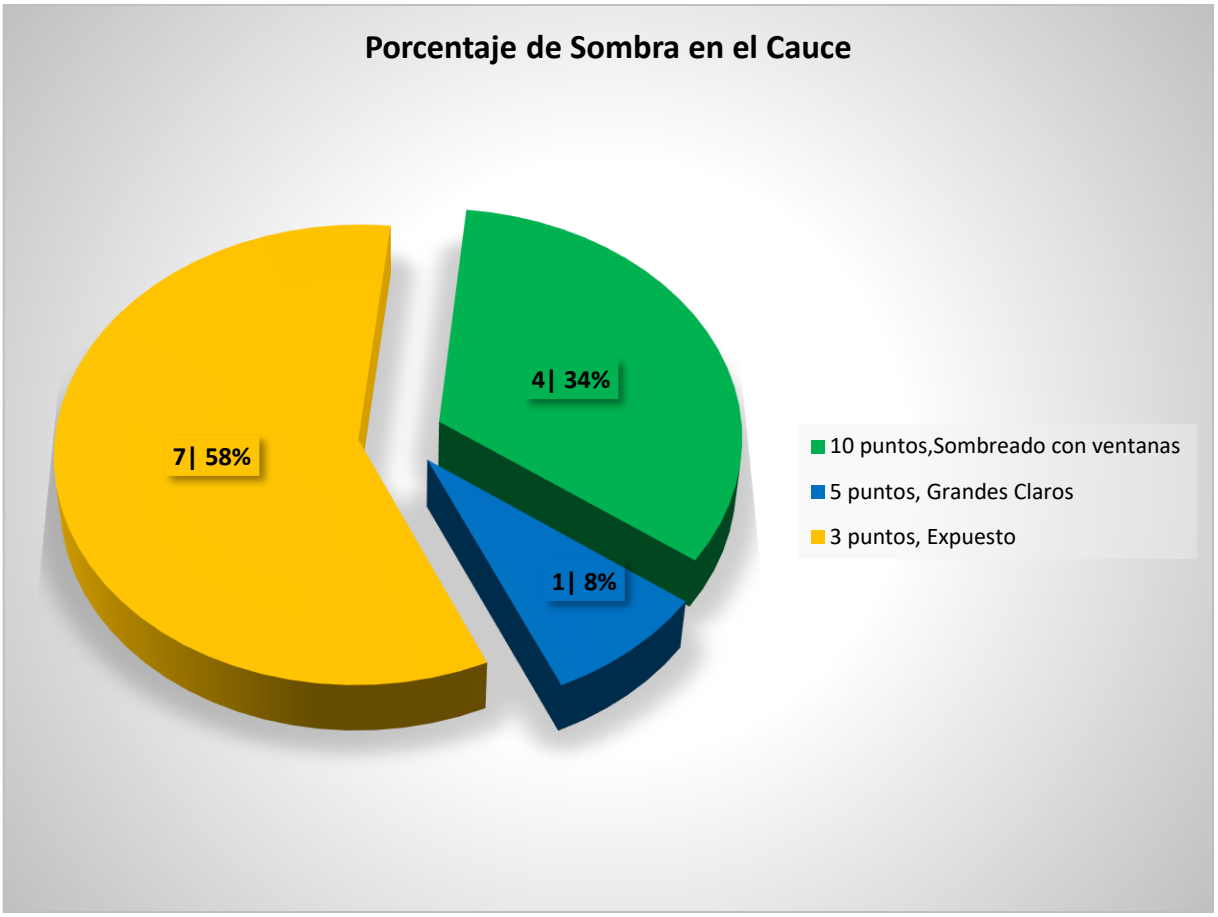
GRAFICO Nº 13 REGÍMENES DE VELOCIDAD / PROFUNDIDAD (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



Se observa en el Grafico N° 13, una única Estación, E001, ubicada en la cuenca alta, regímenes de velocidad /profundidad solo 2 de las cuatro categorías, con una puntuación de 6; luego las estaciones E002, E003, E004, ubicadas en la cuenca alta; E005, E006, E007, E008, ubicadas en la cuenca media; E009, E010, E011, E012, ubicadas en la cuenca baja, con regímenes de velocidad solo 1 de las cuatro categorías, con una puntuación de 4.

6.7.5. Porcentaje de sombra en el cauce (Bloque 5)

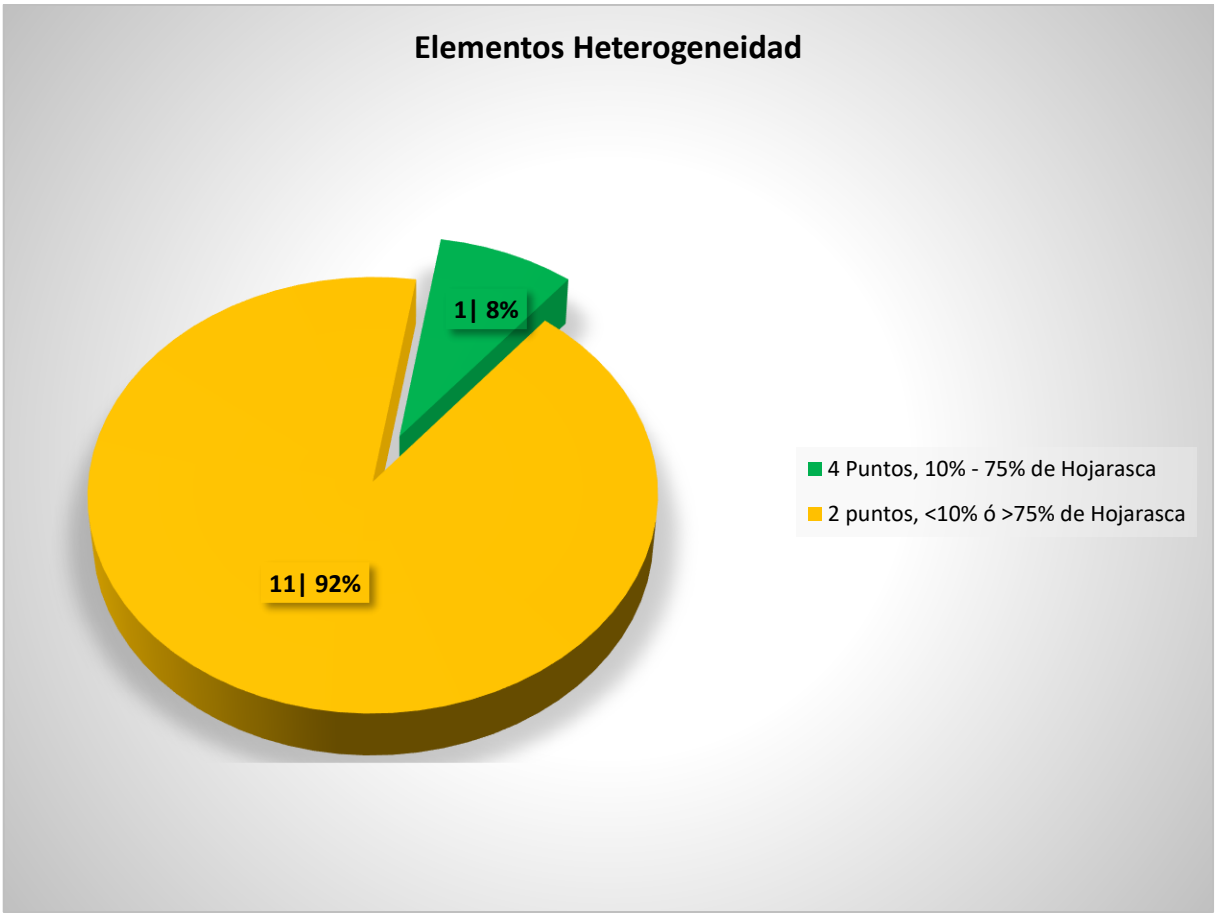
GRAFICO Nº 14 % DE SOMBRA EN EL CAUCE (IHF) SUB CUENCA RIO TRANCAS



Se observa en el Grafico N° 14, 4 Estaciones con Sombreado con ventanas, E001, E002, E004, ubicadas en la cuenca alta; E006, ubicada en la cuenca media; cuya ponderación es de 10 puntos; luego 7 Estaciones con Grandes Claros, E003, ubicada en la cuenca alta; E005, E007, E008; ubicadas en la cuenca media; y E010, E011, E012, ubicadas en la cuenca baja.; con una cobertura expuesta, con una ponderación de 3 puntos; finalmente una Estación E009, ubicada en la cuenca baja, con una cobertura de grandes claros, y una ponderación de 5 puntos.

6.7.6. Elementos Heterogeneidad (Bloque 6)

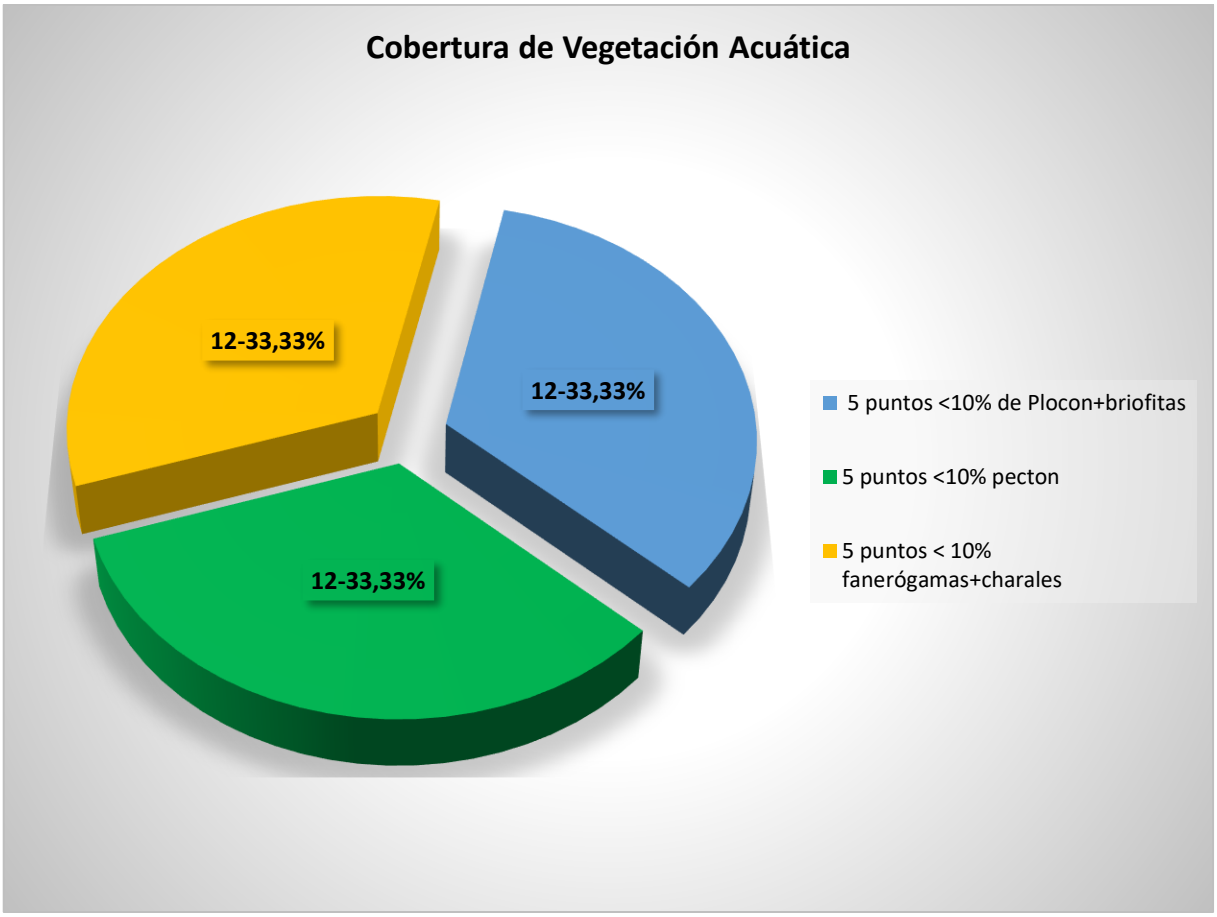
GRAFICO Nº 15 ELEMENTOS HETEROGENEIDAD (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



Como se puede ver en el Grafico N° 15, hay una sola estación E001, ubicada en la cuenca alta, con una relación de hojarasca entre 10% y 75%, correspondiéndole una puntuación de 4 puntos, las demás estaciones, E002, E003, E004, ubicadas en la cuenca alta; E005, E006, E007, E008, ubicadas en la cuenca media, y E008, E010, E011, E012, ubicadas en la cuenca baja, con una relación de hojarasca menor al 10%, por lo que se les asigno una puntuación de 2 puntos.

6.7.7. Cobertura de Vegetación Acuática (Bloque 7)

GRAFICO Nº 16 COBERTURA DE VEGETACIÓN ACUÁTICA (IHF) SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



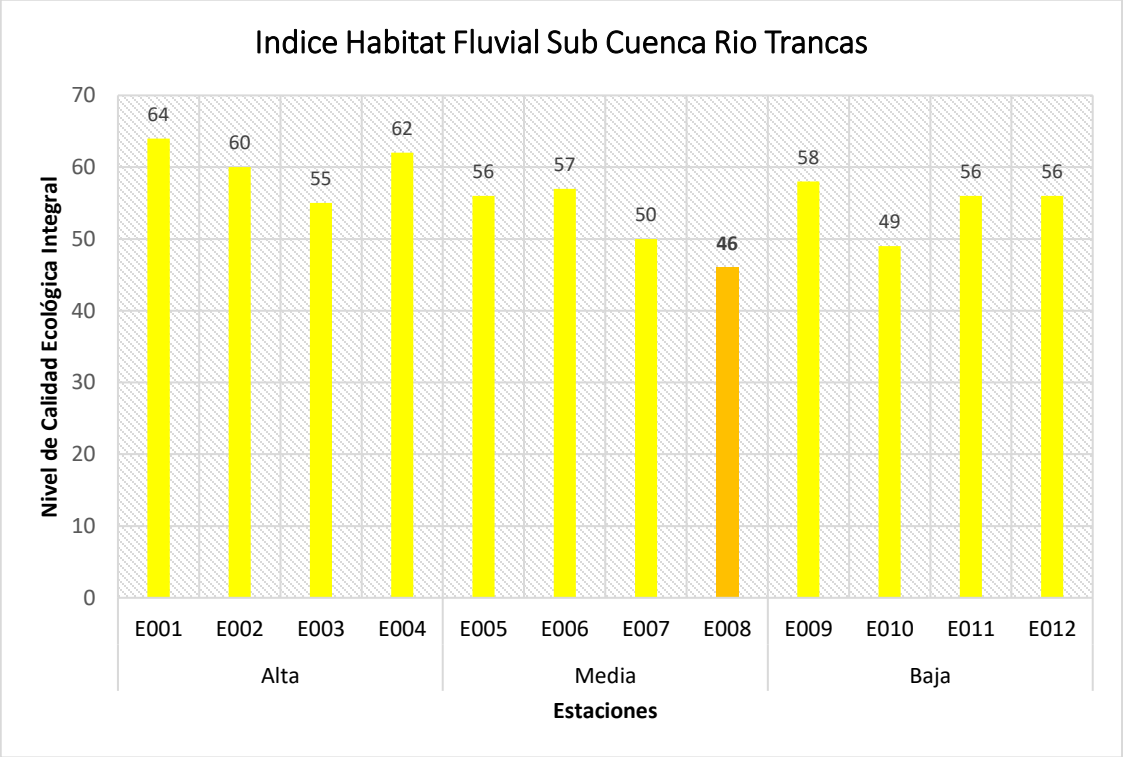
En el Grafico N° 16 se observa que en todas las estaciones se identificaron: < 10% de plocon+briofitas; con una puntuación parcial de 5 puntos; <10% de pecton; con una puntuación parcial de 5 puntos; < 10% de fanerógamos charales, con una puntuación parcial de 5 puntos, por lo que la puntuación total en las 12 Estaciones es de 15 puntos.

6.8. Resultados del Índice de Hábitat Fluvial (IHF) Sub Cuenca Rio Trancas

TABLA Nº 30 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) SUB CUENCA RIO TRANCAS

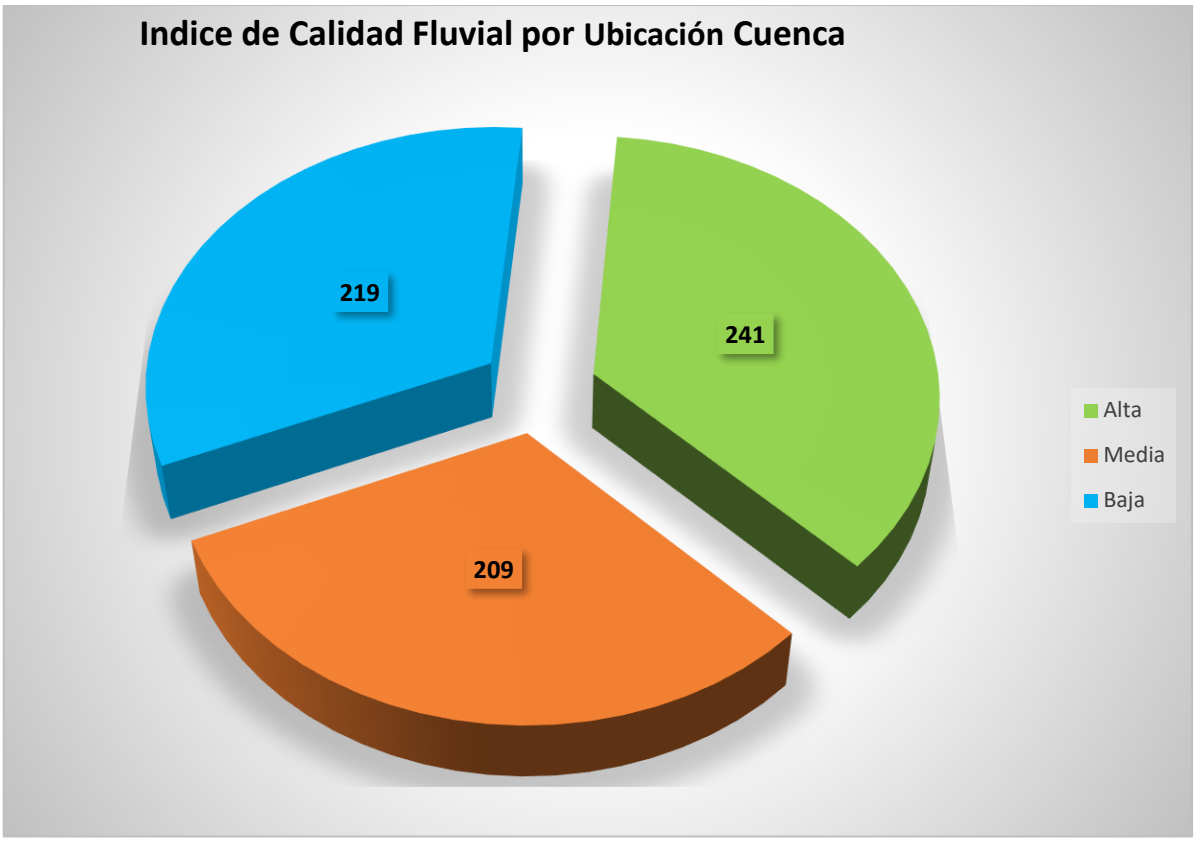
Ubicación Cuenca	Estación	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6	Bloque 7	TOTAL	Nivel de Calidad
Alta	**E001**	10	8	11	6	10	4	15	64	Diversidad de hábitats media
	E002	10	8	11	4	10	2	15	60	Diversidad de hábitats media
	E003	10	10	11	4	3	2	15	55	Diversidad de hábitats media
	E004	10	10	11	4	10	2	15	62	Diversidad de hábitats media
Media	**E005**	10	8	14	4	3	2	15	56	Diversidad de hábitats media
	E006	10	8	8	4	10	2	15	57	Diversidad de hábitats media
	E007	10	8	8	4	3	2	15	50	Diversidad de hábitats media
	E008	0	8	14	4	3	2	15	46	Baja diversidad de hábitats
Baja	**E009**	10	8	14	4	5	2	15	58	Diversidad de hábitats media
	E010	0	8	17	4	3	2	15	49	Diversidad de hábitats media
	E011	10	8	14	4	3	2	15	56	Diversidad de hábitats media
	E012	10	8	14	4	3	2	15	56	Diversidad de hábitats media

GRAFICO Nº 17 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL SUB CUENCA DEL RIO TRANCAS



En el Grafico N° 17 se muestra el Índice de calidad Fluvial de la Sub cuenca del Rio Trancas, donde se tiene 11 Estaciones (92%) con un nivel de Diversidad Media (Color Amarillo) y una sola estación E008, (8%), ubicada en la cuenca media con una baja Diversidad de hábitats (Color Naranja)

GRAFICO Nº 18 ÍNDICE DE CALIDAD FLUVIAL POR UBICACIÓN DE CUENCA



Se observa en el Grafico N° 18 que en la cuenca alta se tiene la mejor relación de calidad fluvial con 241 puntos de las estaciones E001, E002, E003, E004, con un nivel de Diversidad Media, mientras que en la cuenca media se tiene la relación Fluvial más baja con 209 puntos de las estaciones E005, E006, E007 con un nivel de Diversidad Media y E008 con una baja Diversidad de Hábitats; finalmente en la cuenca baja se tiene una relación de la calidad Fluvial de 219 puntos de las estaciones E009, E010, E011, y E012, con un nivel de Diversidad Media.

6.9. Parámetros Físico Químicos de la Sub cuenca Rio Trancas

TABLA Nº 31 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS SUB CUENCA RIO TRANCAS

Ubicación Cuenca	Estación	HORA	PH	TEMP. °C	SOLIDOS DISUELTOS "ppm"	CONDUCTIVIDAD "uS/cm"
Alta	E001	11:19:00	7,96	25,4	107	214
	E002	11:08:00	7,56	25,1	105	210
	E003	11:00:00	7,63	28,8	106	213
	E004	10:52:00	7,47	24,2	107	214
	Promedio parcial		**8**	**26**	**106**	**213**
Media	E005	10:38:00	7,62	24,3	109	218
	E006	10:27:00	6,98	23,8	110	219
	E007	10:14:00	7,38	23,6	109	218
	E008	09:46:00	7,05	22,5	111	222
	Promedio parcial		**7**	**24**	**110**	**219**
Baja	E009	09:27:00	7,35	22	111	222
	E010	09:00:00	7,38	21,1	111	222
	E011	08:47:00	7,38	20	111	222
	E012	08:35:00	6,21	22	109	217
	Promedio parcial		7	**21**	**111**	**221**

GRAFICO Nº 19 PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS SUB CUENCA RIO TRANCAS POR ESTACIÓN

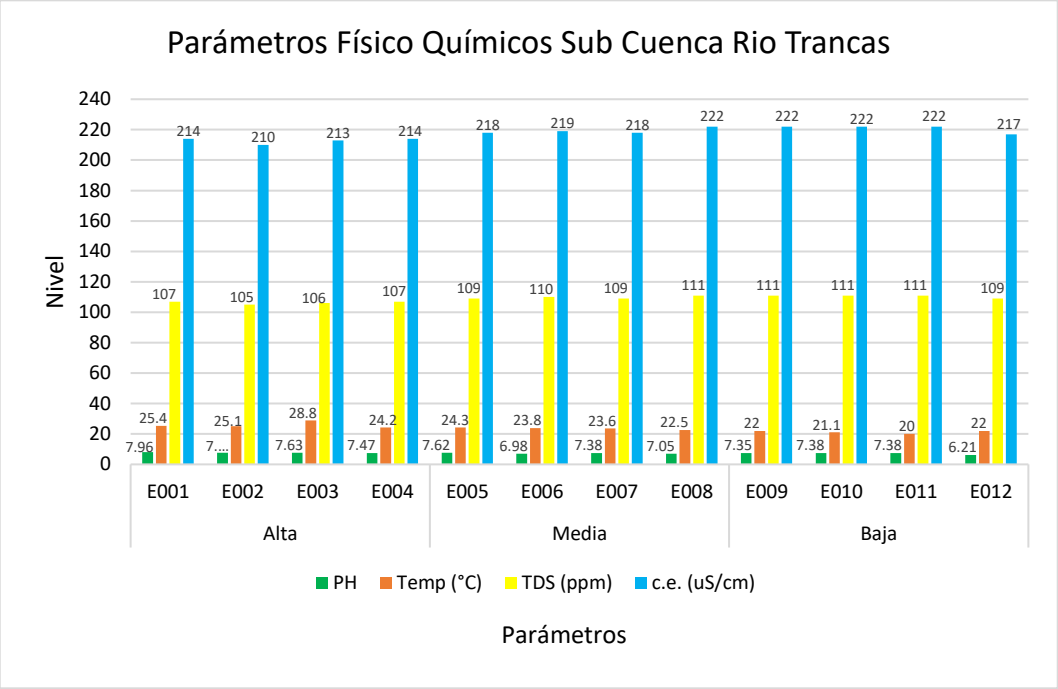
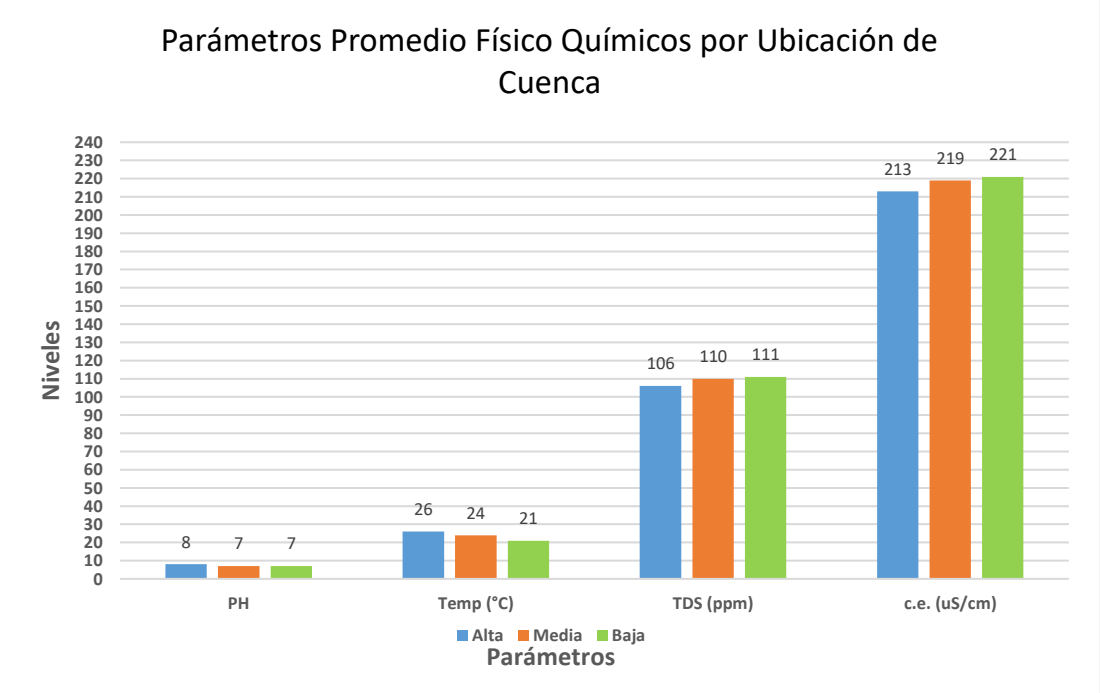


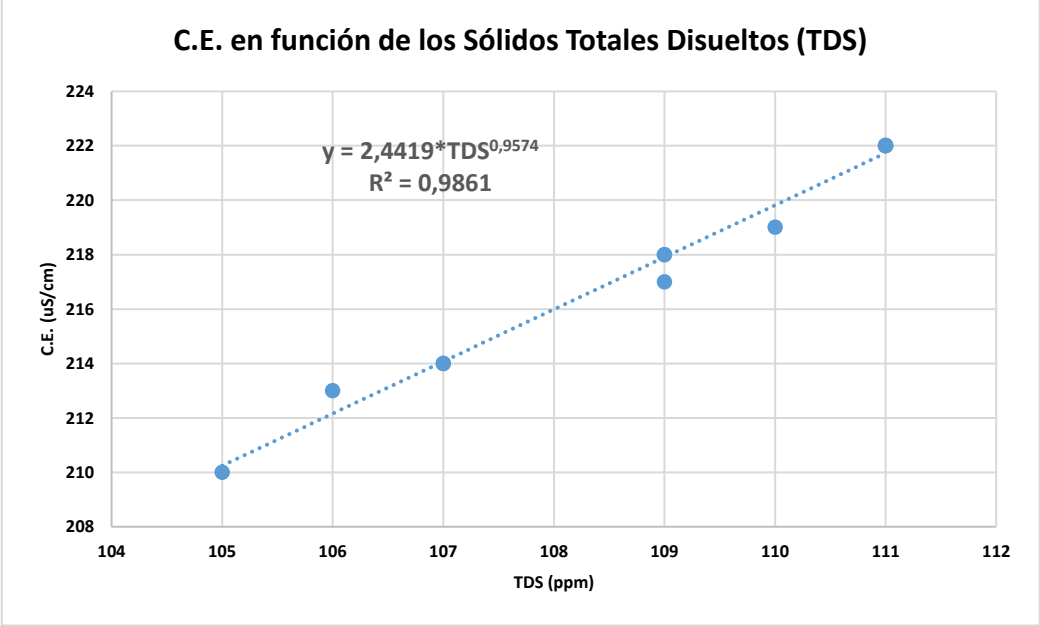
GRAFICO Nº 20 PARÁMETROS PROMEDIO FÍSICOS QUÍMICOS POR UNIDAD DE CUENCA



Como se puede ver en el Grafico N° 20 los parámetros físico químicos tienen una variación importante en función a la ubicación de la cuenca, conforme se sigue el curso del rio aguas abajo, donde el PH se encuentra en la cuenca alta con un valor de 8 significando aguas alcalinas, posiblemente por presencia de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y bicarbonato de Sodio ($NaHCo_3$); y conforme el agua fluye aguas abajo el PH disminuye en la cuenca media y baja a un nivel neutro (7), con respecto a la temperatura en la cuenca lata se tiene la mayor con 26 °C y conforme fluye al agua hacia la cuenca media y baja esta disminuye a 24°C y 21°C respectivamente.

Por otro lado, los sólidos totales disueltos se incrementan desde la cuenca alta (106 ppm) a (110 ppm) en la cuenca media y (111ppm) en la cuenca baja; teniendo una muy buena correlación con la conductividad eléctrica, misma que sigue la misma tendencia desde la cuenca alta (213 uS/cm), en la cuenca media (219 uS/cm) y (221 uS/cm) en la cuenca baja, por lo que este comportamiento de ambos parámetros podemos asumir por causas de contaminación producto de la actividad agrícola y pecuaria de la Sub cuenca.

GRAFICO Nº 21 C.E. EN FUNCIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS SUB CUENCA RIO TRANCAS



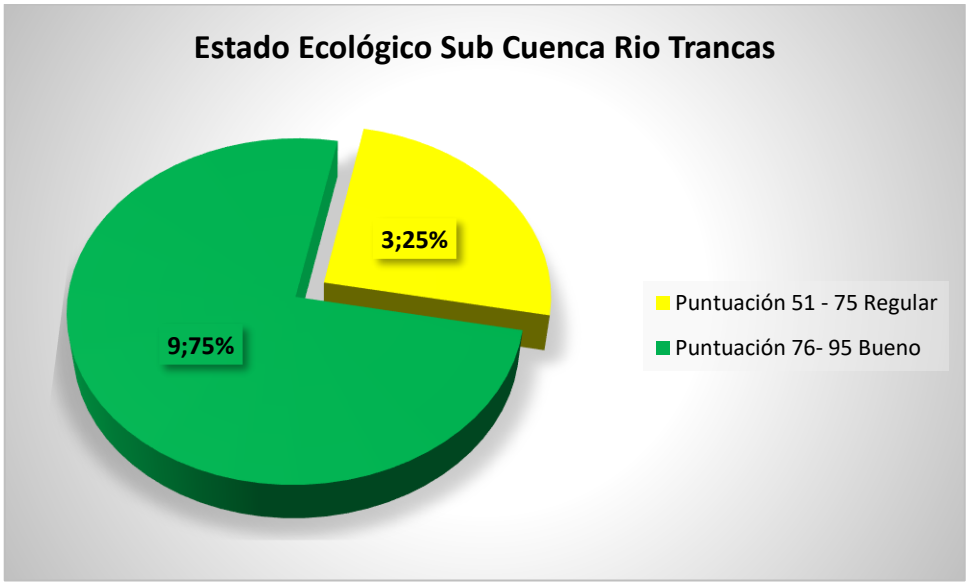
En el Grafico N° 21 se puede evidenciar que conforme se incrementa los niveles de Solidos Totales Disueltos (TDS) en el agua, la Conductividad Eléctrica (CE) de igual manera se incrementa, pudiendo concluir que existe una muy buena correlación (0,9861) entre estos dos parámetros Físico Químicos.

6.10. Resultados de la calidad ecológica integral de la Sub cuenca Rio Trancas

TABLA Nº 32 ESTADO ECOLÓGICO DE LA SUB CUENCA RIO TRANCAS

Estación	INDICES				ESTADO ECOLOGICO
	IHF	BMWP	QBR	Prom	
E001	64	112	70	82	BUENO
E002	60	121	40	74	REGULAR
E003	55	95	45	65	REGULAR
E004	62	129	55	82	BUENO
E005	56	122	70	83	BUENO
E006	57	92	55	68	REGULAR
E007	50	125	70	82	BUENO
E008	46	125	60	77	BUENO
E009	58	131	60	83	BUENO
E010	49	130	60	80	BUENO
E011	56	106	70	77	BUENO
E012	56	116	60	77	BUENO

GRAFICO Nº 22 ESTADO ECOLÓGICO SUB CUENCA RIO TRANCAS



Se observa en el Grafico N° 22 que son 9 Estaciones (75%) ubicadas en la cuenca alta, media y baja que tienen un estado ecológico Bueno cuyos rangos de puntuación están entre 76 y 95 puntos; mientras que, en las tres Estaciones E002, E003, ubicadas en la cuenca alta; E006 ubicada en la cuenca media, el Estado Ecológico es Regular, cuyos rangos de puntuación están entre 51 y 75 puntos.

6.11. Estado Ecológico en función a los Indicadores IHF, BMWP, QBR, Sub Cuenca Rio Trancas

GRAFICO Nº 23 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE IHF

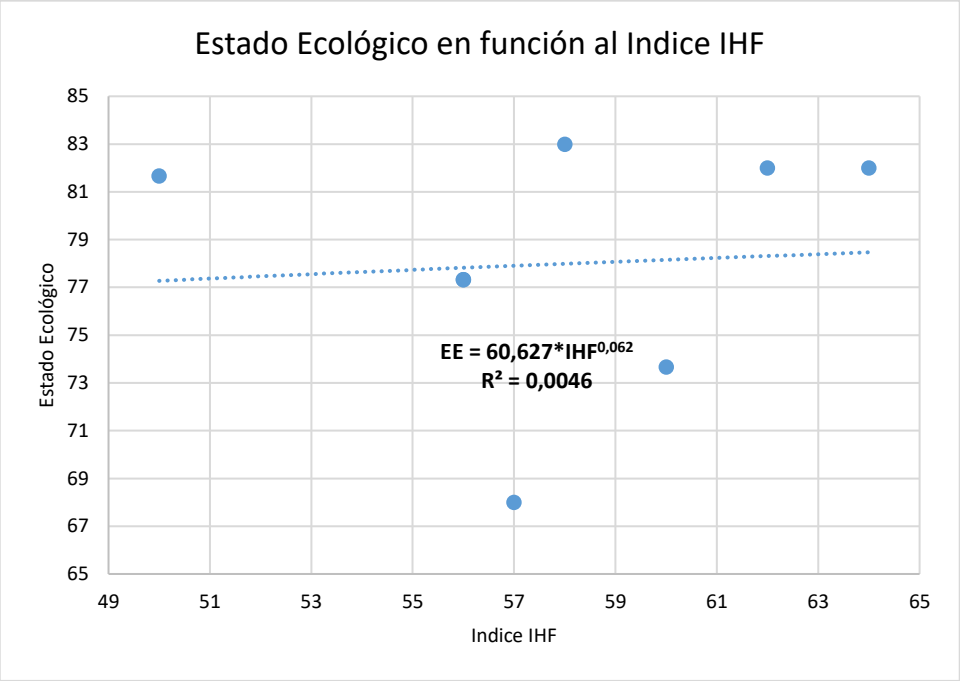


GRAFICO Nº 24 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE BMWP

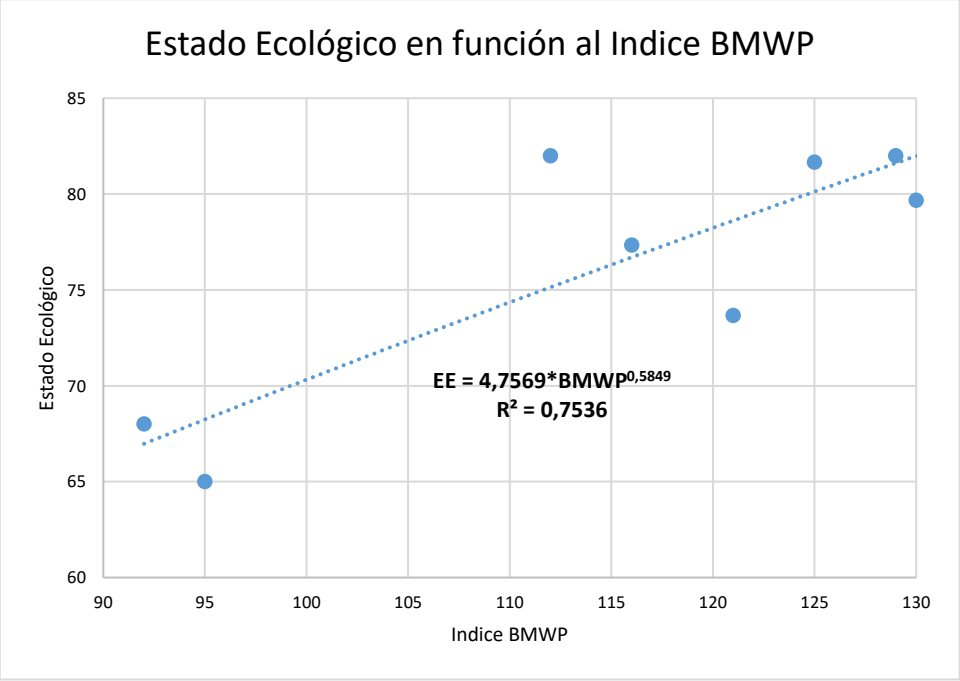
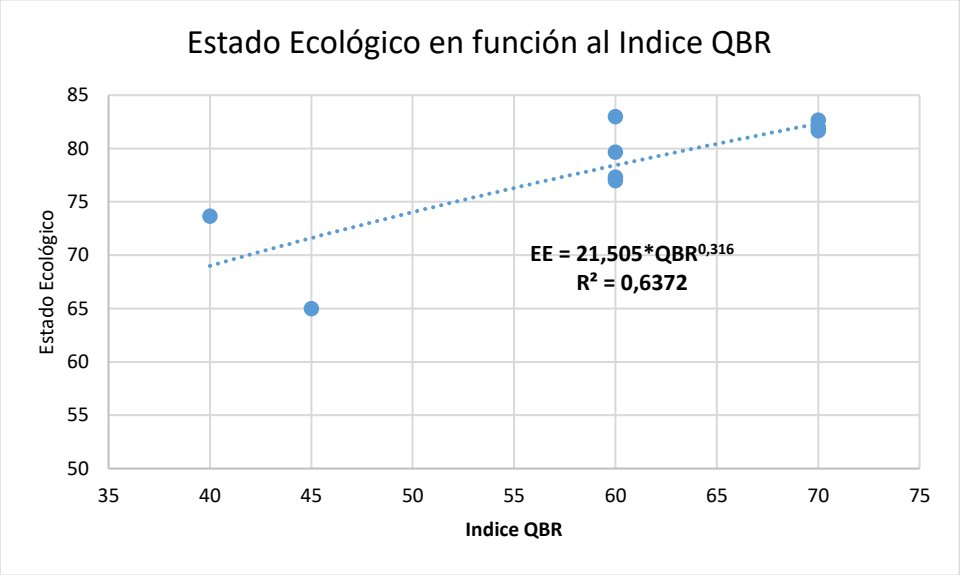


GRAFICO Nº 25 ESTADO ECOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE QBR



Como se puede evidenciar, de los tres Gráficos 23,24, y 25 se tiene que el Grafico N° 24 tiene la mayor correlación con 0,7536, muy por encima de los otros dos Gráficos, significando de esta manera que el Índice BMWP, tiene mayor incidencia en el resultado del Estado Ecológico de la Sub cuenca Rio Trancas; siendo el índice IHF con una correlación de 0,0046 el que tiene la menor incidencia en el resultado del Estado Ecológico de la Sub cuenca Rio Trancas.

6.12 Análisis de Resultados

6.12.1. Estadísticas Descriptivas

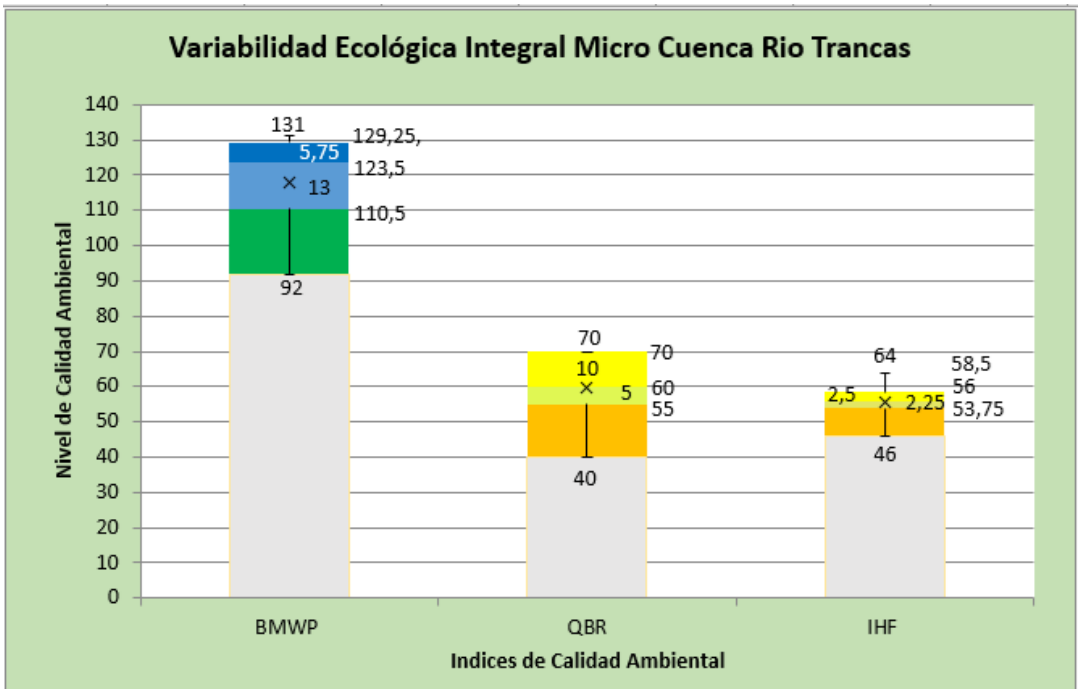
TABLA Nº 33.a. RELACIÓN ENTRE INDICADORES

Descriptive Statistics	*BMWP*	*QBR*	*IHF*
Mean	117,75	59,5833333	55,75
Standard Error	3,96981986	2,85099221	1,52317949
Median	123,5	60	56
Mode	130	70	56
Standard Deviation	13,7518594	9,87612671	5,27644853
Sample Variance	189,113636	97,5378788	27,8409091
Kurtosis	-0,39655594	-0,05345197	-0,22789349
Skewness	-0,93964634	-0,71153243	-0,39293591
Range	39	30	18
Maximum	131	70	64
Minimum	92	40	46
Sum	1413	715	669
Count	12	12	12
Geometric Mean	116,959384	58,7601533	55,5144921
Harmonic Mean	116,114836	57,8604975	55,2724179
AAD	11,2916667	7,22222222	3,83333333
MAD	7	7,5	3
IQR	18,75	15	4,75

TABLA Nº 34.b. RELACIÓN ENTRE INDICADORES

	BMWP	*QBR*	*IHF*
Min	92	40	46
Q1-Min	18,5	15	7,75
Med-Q1	13	5	2,25
Q3-Med	5,75	10	2,5
Max-Q3	1,75	0	5,5
Mean	117,75	59,5833333	55,75
Min	92	40	46
Q1	110,5	55	53,75
Median	123,5	60	56
Q3	129,25	70	58,5
Max	131	70	64
Mean	117,75	59,5833333	55,75

GRAFICO Nº 26 VARIABILIDAD ECOLÓGICA INTEGRAL SUB CUENCA RIO TRANCAS



En el Gráfico N° 26 se observa la relación entre los tres índices aplicados para la determinación del Estado Ecológico Integral de la Sub cuenca del Rio Trancas, donde:

Índice BMWP

Se observa una distribución asimétrica negativa, donde el 50% de los datos de la caja es más disperso y cuyo Rango Intercuartil (IQR) es igual a 18,75; siendo además la Media (117,75) menor que la Mediana (123,5) y menor que la Moda (130)

Índice QBR

Se observa una distribución asimétrica positiva, donde el 50% de los datos dentro de la caja es menos disperso que del índice BMWP, y donde el Rango Intercuartil (IQR) es igual a 15; siendo además la Media, menor (59,58) que la Mediana (60) y menor que la Moda (70)

Índice IHF

Finalmente, con relación al índice IHF, se observa una distribución asimétrica positiva, donde el 50% de los datos de la caja es poco disperso, que los índices BMWP y QBR, y donde el Rango Intercuartil (IQR) es igual a 4,75, siendo además la Media (55,75) menor que la Mediana (56) y menor también que la Moda (56).

6.12. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk Test			
	BMWP	***QBR***	***IHF***
W-stat	0,85779781	0,87491856	0,95388549
p-value	0,04588287	0,0754727	0,69428415
alpha	0,05	0,05	0,05
normal	no	yes	yes

En la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, se observa que el valor del Nivel de Significancia (Alpha) es igual a 0.05; y donde el P-Valor del índice BMWP es menor que el valor de (Alpha) los datos no siguen una distribución normal concluyendo que, si existe una diferencia significativa, mientras que en los P-Valor de los Índices QBR y IHF son mayores que el valor de (Alpha) por lo que los datos siguen una distribución normal, y no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad.

7. CONCLUSIONES

- Con respecto a la Calidad Biológica del Agua mediante la Aplicación del Índice Biótico (BMWP), en el presente estudio, se recolectaron e identificaron 9 órdenes, 41 familias y 1 clases en el área de la Sub Cuenca del Rio Trancas.

- De las 12 (100%) estaciones de muestreo consideradas se tiene que 10 (83%), las aguas están muy limpias, no contaminadas y 2 (17%) Estaciones, las aguas están con algún efecto de contaminación.

- En la Estación de muestreo E004 perteneciente a la cuenca alta, se encontraron la mayor cantidad de macro invertebrados, identificándose 8 ordenes, 19 familias, y una clase; mientras que en la Estación de Muestreo E007 perteneciente a la cuenca media se encontraron la menor cantidad de macro invertebrados, identificándose 6 ordenes,18 familias.

- En referencia a la Calidad del Bosque de Rivera (QBR), de las 12 (100%) Estaciones de Muestreo, 10 (83%), la vegetación de ribera, se encuentran con inicios de alteración importante, con un nivel de calidad moderado, mientras que en 2 (17%) Estaciones ubicada en la cuenca alta, la vegetación de ribera se encuentra con alteración fuerte, con un nivel de calidad deficiente.

- Para el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), de las 12 (100%) Estaciones de Muestreo, 11 (92%) Estaciones de Muestreo tienen una Diversidad de Hábitat Media, mientras que 1 (8%) Estación ubicada en la cuenca media tiene una Baja Diversidad de Hábitat.

- Por ubicación de la cuenca se tiene que en la cuenca alta se tiene una mayor Diversidad Fluvial con 241 puntos, seguido de la cuenca baja con una Diversidad de Hábitat de 219 puntos, finalmente en la cuenca media se tiene la menor Diversidad de Hábitat con solamente 209 puntos.

- Referente a los parámetros físico químicos tienen una variación importante en función a la ubicación de la cuenca, conforme se sigue el curso del rio aguas abajo, donde el PH se encuentra en la cuenca alta con un valor de 8 significando aguas alcalinas, posiblemente por presencia de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y bicarbonato de Sodio ($NaHCo_3$); y conforme el agua fluye aguas abajo el PH disminuye en la cuenca media y baja a un nivel neutro (7), con respecto a la temperatura en la cuenca lata se tiene la mayor con 26 °C y conforme fluye al agua hacia la cuenca media y baja esta disminuye a 24°C y 21°C respectivamente.

- Por otro lado, los sólidos totales disueltos se incrementan desde la cuenca alta (106 ppm) a (110 ppm) en la cuenca media y (111ppm) en la cuenca baja; teniendo una muy buena correlación con la conductividad eléctrica, misma que sigue la misma tendencia desde la cuenca alta (213 uS/cm), en la cuenca media (219 uS/cm) y (221 uS/cm) en la cuenca baja, por lo que este comportamiento de ambos parámetros podemos asumir por causas de contaminación producto de la actividad agrícola y pecuaria de la Sub cuenca.

- Para la Calidad Ecológica Integral de la Sub Cuenca del Rio Trancas, de las 12 (100%) de las Estaciones de Muestreo, 9 (75%) de las Estaciones de Muestreo tienen un Estado Ecológico Bueno, mientras que 3 (25%) Estaciones de Muestreo tienen un Estado Ecológico Regular.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Bonada, N., Casas, J., & Pardo, I. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica, 115-133
- Alzérreca, H. (1992) Produccción y Utilización de pastizales de la zona andina de Bolivia
- Alzerreca, H. & Espinoza, L. (1999) Tipología de la vegetación de los Campos Naturales de Pastoreo de la Cuenca del Valle Central de Tarija.
- Alzerreca, H. (1999) Evaluación de los campos naturales de pastoreo (CANAPAS) en la Cuenca del Valle Central de Tarija.
- Alzérreca, H., Luna, D., Prieto, G., Cardozo, A., & Céspedes, J. (2001). *Estudio de la capacidad de carga de bofedales para la cría de alpacas en el sistema TDPS-Bolivia.* Informe final de consultoría, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Autoridad Binacional del lago Titicaca, Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Altos Andes, La Paz, Bolivia.
- AGROSIG. (2000). *Estudio de la vegetación, uso actual de la tierra y riesgo a la erosión, en la parte alta de la Reserva Biológica Cordillera de Sama.* PROMETA.
- Brandt, J. (2006). Evaluación de la Salud Biótica de los Ríos del Valle Central de Tarija. Resumen ejecutivo presentado en la Jornada del Agua del 15 de marzo 2006.
- Cammaerts, D., Cammaerts, R., Riboux, A., & Vargas, M. (2008). Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos. Revista Boliviana de Ecología Y Conservación
- Carvacho, C. A. 2012. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limarí en Chile. Tesis de Maestría. Universidad de Barcelona. 70 p.
- Cereghino, Regis & Park, Y-S & Compin, Arthur & Lek, Sovan. (2003). Predicting the Species Richness of Aquatic Insects in Streams Using a Limited Number of Environmental Variables. Journal of the North American Benthological Society. 22. 442-456. 10.2307/1468273.
- Domínguez., &. F. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y Biología. (V. R. Scopus, Ed.) Fundación Miguel Lillo, 656.
- Giacometti, J. & Bersosa, V. F. (2006). Evaluación de la Salud Biótica de los Ríos del Valle Central de Tarija. Resumen ejecutivo presentado en la Jornada del Agua del 15 de marzo 2006.
- González Marta, G. D. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de directiva marco del agua. INGENIERIA CIVIL 143, 97-108.
- Herman, Matthew & Nejadhashemi, Amir. (2015). A review of macroinvertebrate- and fish-based stream health indices. Ecohydrology & Hydrobiology. 15. 10.1016/j.ecohyd.2015.04.001.
- Ideam. (2006). Macro Invertebrados Acuáticos, determinación taxonómica - Conteo. Bogota: ideam.
- Ideam. (2010). Guía de Monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. En IDEAM, TIPOS DE MUESTRAS Y FRECUENCIA DE MUESTREO (págs. 16 - 17). BOGOTA: IDEAM.
- Jacobsen, D.; R. Schultz & A. Encalada. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. Freshwat. Biol. 38: 247- 261.

- Jacobsen, D. 1998. The Effect of Organic Pollution on the Macroinvertebrate Fauna of Ecuadorian Highland Streams. Arch. Hydrobiol. 143(2): 179-195.
- Kerans, B. L., & Karr, J. R. (1994). A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. *Ecological applications*, *4*(4), 768-785.
- Marcano C, J. A. (2016). Coeficientes de Correlación de Pearson y de Spearman. barcelona: Instituto Universitario Politécnico Santiago Marino, República Bolivariana de Venezuela
- Palma, Alejandro, Figueroa, Ricardo, & Ruiz, Víctor H. (2009). EVALUACION DE RIBERA Y HABITAT FLUVIAL A TRAVES DE LOS INDICES QBR E IHF. *Gayana (Concepción)*, *73*(1), 57-63. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382009000100009
- Pardo, Isabel & Alvarez, Maruxa & Casas, J. & Moreno, Jose Luis & Vivas, Soledad & BONADA, Núria & Alba-Tercedor, Javier & Jaimez-Cuéllar, P. & Moya, Giancarlo & Prat, Narcís & Robles, Santiago & Suárez Alonso, María & Toro, Manuel & Vidal-Abarca, María. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica. 21. 115-133. 10.23818/limn.21.21.
- Pilière, Anne & Schipper, Aafke & Breure, Anton & Posthuma, Leo & Zwart, Dick & Dyer, Scott & Huijbregts, Mark. (2014). Comparing responses of freshwater fish and invertebrate community integrity along multiple environmental gradients. Ecological Indicators. 43. 215–226. 10.1016/j.ecolind.2014.02.019.
- Piñón Flores, Miguel & Pérez-Munguía, Ricardo & Torres, Ulises & Pineda, Raul. (2014). Integridad biótica de la microcuenca del Río Chiquito, Morelia, Michoacán, México, basada en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical. 62. 220. 10.15517/rbt.v62i0.15789.
- Quintana, H. 2009. Manual de gestión de Aegla spp y su ecosistema en la cuenca del río Tolomosa (Tarija-Bolivia).
- Reyes Morales, Fátima y Springer, Monika. (2014). Efecto del esfuerzo de muestreo en la riqueza de táxones de macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP/Atitlán. *Revista de Biología Tropical* , *62* (Supl. 2), 291-301. Recuperado el 22 de abril de 2024, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000600019&lng=en&tlng=es.
- Rodier, J. (2011). ANALISIS DE LAS AGUAS primera parte: analisis de las aguas naturales. En J. Rodier, Generalidades: Toma de muestras (págs. 6 - 7). BARCELONA: OMEGA S.A.
- Suárez Alonso, María & Vidal-Abarca, María & Sánchez-Montoya, María & Alba-Tercedor, Javier & Alvarez, Maruxa & J, Avilés & BONADA, Núria & Casas, J. & P, Jáimez-Cuéllar & Munné, Antoni & Pardo, Isabel & Prat, Narcís & Rieradevall, Maria & Salinas, María & Toro, Manuel & Vivas, Soledad. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. Limnetica. 21. 135-148. 10.23818/limn.21.22.
- Torres-Cervera, K. P., Herrera-Martínez, J. R. ., Navarro-Sining, B. A., Martínez-García, N. ., Royero-Ibarra, A. ., & Cahuana-Mojica, A. . (2022). Determinación de los índices BMWP/COL, (QBR), (IHF) E ICO en Valledupar, Colombia. *Revista Politécnica*, *18*(35), 110–127. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a8

- Trama, Florencia Andrea, Salcedo Gustavson, Stefany Arely, Demarcy, Laetitia, Erbure Cardozo, Lorena, Jara Palomino, Bryan Alberto, Muñoz Ccuro, Felipa Elvira, Rios Alvarado, Josué Renato, & Rizo Patrón Viale, Federico L.S. (2020). Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: conservación y manejo del bosque ribereño en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, *27*(2), 149-168. https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730
- ZONISIG (2001) Proyecto de Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia, Prefectura del Departamento de Tarija. 1ra. Edición ISBN: 99905-53-18-1

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Campo Metodología BMWP/BOL

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Hoja de cálculo para la determinación del índice BMWP/Bol

MMAyA Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Localidad:	Tipo: Léntico ☐ Lótico ☐
Cuenca:	Coordenada punto medio
Río/Lago:	
Responsable:	Fecha:

Taxón	Pts	Taxón	Pts	Taxón	Pts
1.- Amphypoda		Stratiomyidae	4	**12.- Megaloptera**	
Hyalellidae	4	Tabanidae	4	Corydalidae	7
2.- Bivalvia		Tipulidae	5	**13.- Nematoda**	4
Hyriidae	2	**6.- Ephemeroptera**		**14.- Odonata**	
Sphaeriidae	4	Baetidae	5	Aeshnidae	6
3.- Coleoptera		Caenidae	4	Calopterygidae	7
Dryopidae	6	Euthyplociidae	9	Coenagrionidae	6
Dytiscidae	5	Leptohyphidae	7	Gomphidae	8
Elmidae	5	Leptophlebiidae	9	Libellulidae	6
Gyrinidae	4	Oligoneuriidae		Megapodagrionidae	8
Haliplidae	4	Polymitarcydae	9	Polythoridae	8
Heteroceridae	4	**7.- Gastropoda**		**15.- Oligochaeta**	1
Hydraenidae	7	Ampullaridae	5	**16.- Ostracoda**	4
Hydrophilidae	4	Ancylidae	6	**17.- Plecoptera**	
Luctrochidae	6	Hydrobiidae	5	Gripopterygidae	10
Noteridae	5	Lymnaeidae	4	Perlidae	10
Psephenidae	10	Physidae	4	**18.- Trichoptera**	
Ptilodactylidae	9	Planorbiidae	4	Calamoceratidae	9
Scirtidae	7	**8.- Hemiptera**		Glossosomatidae	8
Staphylinidae	5	Belostomatidae	5	Helicopsychidae	8
4.- Decapoda		Corixidae	6	Hydrobiosidae	9
Aeglidae	4	Gelastocoridae	4	Hydropsychidae	5
Palaemonidae	4	Gerridae	5	Hydroptilidae	7
5.- Diptera		Hebridae	6	Leptoceridae	9
Athericidae	10	Mesoveliidae	6	Limnephilidae	7
Blephariceridae	10	Naucoridae	6	Odontoceridae	10
Ceratopogonidae	4	Nepidae	5	Philopotamidae	8
Chironomidae	2	Notonectidae	6	Polycentropodidae	8
Culicidae	2	Pleidae	4	Psychomyiidae	8
Dixidae	6	Veliidae	5	Xiphocentronidae	9
Dolichopodidae	4	**9.- Hydracarina**	4	**19.- Tricladida**	
Empididae	4	**10.- Hirudinea**		Planariidae	4
Ephydridae	2	Glossiphoniidae	3		
Muscidae	3	**11.- Lepidoptera**			
Psychodidae	6	Pyralidae	5		
Simuliidae	8				

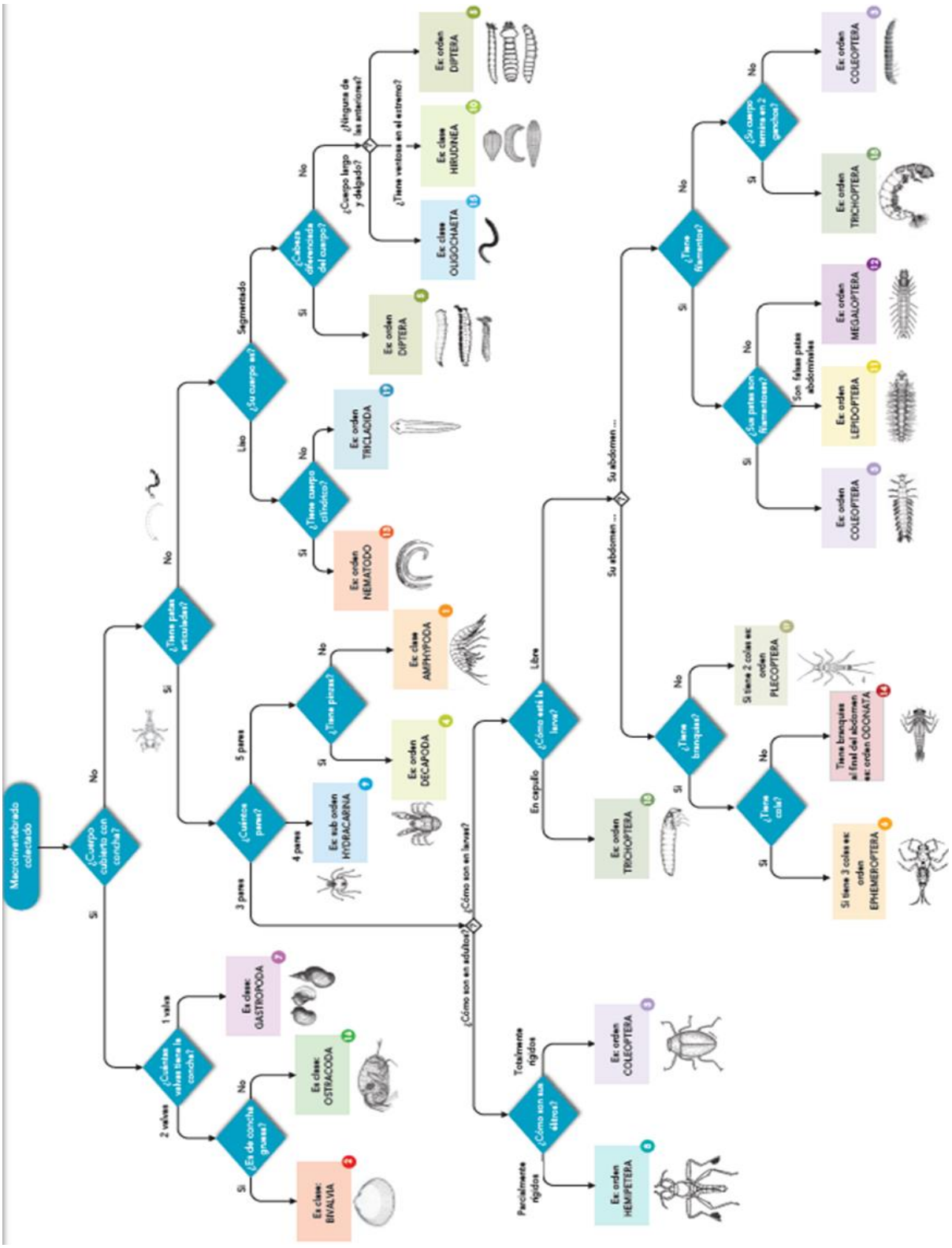
ÍNDICE BMWP/Bol (Puntuación): _____

Condición biológica	BMWP/Bol	Interpretación	Color
Buena	> 100	Cuerpo de agua no alterado	Azul
Aceptable	61-100	Con algún efecto de contaminación	Verde
Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Observaciones: .....

PNC

Anexo 2. Clave Dicotómica para la Identificación de Marco invertebrados



Anexo 3. Hoja de Campo Metodología IHF

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF

Estación	
Fecha	
Operador	

Bloques			**Puntuación**
1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
	TOTAL (una categoría)		
2. Frecuencia de rápidos			
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
	Sólo pozas	2	
	TOTAL (una categoría)		
3. Composición del substrato			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
	TOTAL (sumar categorías)		
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
somero:< 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
lento:< 0.5 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
	TOTAL (una categoría)		
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	
	TOTAL (una categoría)		
6. Elementos heterogeneidad			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
	TOTAL (sumar categorías)		
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	TOTAL (sumar categorías)		
	PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)		

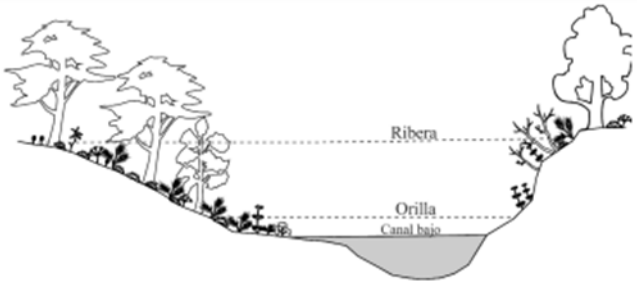
La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del substrato	20
Régimen velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

Anexo 4. Hoja de Campo Metodología QBR

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha).
Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación _____
Fecha _____

Grado de cubierta de la zona de ribera — Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantes anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
-5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera) — Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
-5	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
-5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-10	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*) — Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		**Tipo 1**	**Tipo 2**	**Tipo 3**
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+5	si el número de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
-5	si hay estructuras construidas por el hombre			
-5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto alóctono** aislada			
-10	si hay sp. de árboles y/o arbustos alóctonos** formando comunidades			
-10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial — Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
-10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-10	si existe alguna presa <o> U otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)
Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipos de desnivel de la zona ripària		Puntuación Izquierda	Derecha
Vertical/cóncavo (pendiente > 75º), con una altura no superable por las máximas avenidas		**6**	**6**
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)		**5**	**5**
Pendiente entre el 45 y 75º, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. **Σ a > Σ b**		**3**	**3**
Pendiente entre el 20 y 45º, escalonado o no. **Σ a < Σ b**		**2**	**2**
Pendiente < 20º, ribera uniforme y llana.		**1**	**1**

Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río		
Anchura conjunta "a" > 5 m.		- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1

Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente	
> 80 %	No se puede medir
60 - 80 %	+ 6
30 - 60 %	+ 4
20 - 30 %	+ 2

Puntuación total

Tipo geomorfológico según la puntuación		
> 8	**Tipo 1**	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	**Tipo 2**	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	**Tipo 3**	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

Anexo 5. Memoria Fotográfica

	Foto N° 1. Etapa de Campo, Recolección de muestras de macro invertebrados, Rio Trancas.
	Foto N° 2 Etapa de Campo, Proceso de recolección de macro invertebrados en zonas loticas, con la ayuda de una red de arrastre, Rio Trancas.
	Foto N°3 Etapa de Campo, Identificación de un espécimen de macro invertebrado, Rio Trancas.

	Foto N° 4. Etapa de Campo, Clasificación de macro invertebrados en función a zonas loticas y lenticas, Rio Trancas.
	Foto N° 5 Etapa de Laboratorio, clasificación taxonómica de las muestras recolectadas.
	Foto N°6 Uso de GPS para la ubicación georreferenciada de las estaciones de muestreo, Rio Trancas.

	Foto N° 7. Determinación del ancho del Rio y ancho de Rivera , para el Índice QBR, Rio Trancas.
	Foto N° 8 Evaluación de la Vegetación de Rivera, para el índice QBR, Rio Trancas.
 	Foto N°9 Determinación de parámetros físico químicos del agua, Rio Trancas.

	Foto N° 10. Determinación de la composición del sustrato del rio, para el Índice IHF, Rio Trancas.
	Foto N° 11 Evaluación Grado de Naturalidad del Canal Fluvial, verificación si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del rio QBR, Rio Trancas.
	Foto N°9 Determinación de parámetros físico químicos del agua, Rio Trancas.

	Foto N° 10 Equipo de Investigación conformado por estudiantes de segundo y tercer año de la Carrera de Gestión de los Recursos Hídricos y Riego.
	Foto N° 11 Puente del Rio Trancas