

1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del
Medio Ambiente

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MALACATOS MEDIANTE FAUNA BENTÓNICA COMO BIOINDICADORA Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

*Tesis de grado previo a la obtención del
título de Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente*

AUTORES:

Mercy Elizabeth Medina Medina
Marlon Augusto Andrade Riascos

DIRECTOR:

Ing. Klever Poma V. M.Sc.

Loja Ë Ecuador
2009

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCIÓN	8
3	REVISIÓN DE LITERATURA	11
3.1	CALIDAD DEL AGUA	11
3.1.1	Contaminantes Físicos, Químicos y Microbiológicos	11
3.2	ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA (ICA DEL AGUA)	12
3.3	IMPACTOS QUE GENERAN LAS AGUAS CONTAMINADAS	13
3.4	ALTERNATIVAS PARA EVITAR O MITIGAR LOS IMPACTOS QUE GENERAN LAS AGUAS CONTAMINADAS.	15
3.5	MARCO LEGAL RELACIONADO CON LA PROTECCION DE CUERPOS HIDRICOS	16
3.6	MACROINVERTEBRADOS.	17
3.7	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	19
3.7.1	Tipo de Hábitats Acuáticos.	19
3.8	MODOS DE VIDA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.	21
3.8.1	Neuston.	21
3.8.2	Bentos.	22
3.9	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS.	23
3.9.1	En el Campo.	23
3.9.2	Métodos de Recolección Cualitativos.	24
3.9.3	Métodos de Recolección Cuantitativos.	25
3.9.4	Uso de Sustratos Artificiales.	27
4	MATERIALES Y METODOS	29
4.1	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	29
4.2	MATERIALES Y EQUIPOS	33
4.2.1	Material de Campo	33
4.2.2	Material de Identificación Taxonómica	33

4.2.5	Material de Laboratorio	33
4.3	MÉTODOS	34
4.3.1	Metodología para Inventariar y Georeferenciar las Fuentes Contaminantes del Río Malacatos y sus Impactos	34
4.3.1.1	Inventariar.	34
4.3.1.2	Georeferenciación.	34
4.3.1.3	Valoración.	35
4.3.2	Metodología para Diagnosticar el Estado de Agua del Río Malacatos a Través de Metodologías Biológicas Rápidas	36
4.3.2.1	Descripción de los Puntos de Muestreo.	36
4.3.2.2	Trabajo de campo	40
4.3.3	Metodología para establecer la estructura y distribución de las poblaciones de macro invertebrados de los sitios de muestreo.	43
4.3.3.1	Trabajo de laboratorio.	43
4.3.3.2	Análisis de datos biológicos.	45
4.3.3.3	La evaluación de la calidad del hábitat	46
4.3.4	Metodología para proponer medidas preventivas para mitigar los impactos significativos en las fuentes de contaminación del agua	47
5	RESULTADOS	48
5.1	INVENTARIO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES DEL RÍO MALACATOS Y SUS IMPACTOS	48
5.1.1	Descargas de Fábricas Industriales.	49
5.1.2	Mercado y Camal.	49
5.1.3	Gasolinera y Lavadora.	50
5.1.4	Aguas residuales domesticas.	50
5.1.5	Contaminación Avícola.	53
5.1.6	Contaminación Vacuna.	53
5.1.7	Contaminación Porcina.	54
5.1.8	Residuos Sólidos.	54
5.1.9	Explotación de material árido.	55
5.1.10	Cultivos.	55
5.1.11	Deforestación.	56

5.1.12	Letinas.	56
5.2	ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE MACROINVERTEBRADOS EN LAS ZONAS DE MUESTREO.	58
5.2.1	Parámetros Biológicos.	58
5.2.2	Caudal registrado en el rio Malacatos.	68
5.3	CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MALACATOS.	69
5.3.1	Calidad del agua a través de bioindicadores.	69
5.3.2	Análisis Físico, Químico y Microbiológico del Agua del Rio Malacatos	72
5.4	MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS DE LA CONTAMINACIÓN HIDRICA.	74
6	DISCUSIÓN.	84
7	CONCLUSIONES.	87
8	RECOMENDACIONES.	89
9	BIBLIOGRAFICA.	91
10	ANEXOS.	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zonación de un ecosistema acuatico lenticó (Albariño, 1999).	21
Figura 2.	Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuatico Necton (Albariño, 1999).	21
Figura 3.	Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuatico (Albariño, 1999)	22
Figura 4.	Macroinvertebrados representantes del bentos en un ecosistema acuatico (Barbour, 1999).	23
Figura 5.	Métodos más usados para la recolección de macroinvertebrados acuáticos, a. red d-net, b. Red de pantalla; c. red Surber; d. draga Ekman (Roldán, 2003).	27
Figura 6.	Métodos de recolección (cualitativa y cuantitativa), de conservación y de reproducción de macroinvertebrados acuáticos. A. sustrato artificial (método cualitativo); b. sustrato artificial (método cuantitativo); c. conservación de muestra; d. acuario para cría de larvas (Roldán, 2003).	28
Figura 7.	Microcuenca del Río Malacatos	32
Figura 8.	S1: Cedro Quemado, diciembre 2008	37
Figura 9.	S2: Quebrada San Francisco, diciembre 2008	37
Figura 10.	S3: Quebrada Mishiquiyacu, diciembre 2008	38
Figura 11.	S4: Quebrada Nangora, diciembre 2008	38
Figura 12.	S5: Quebrada Seca, diciembre 2008	39
Figura 13.	S6: Canal de la destiladora, diciembre 2008	39
Figura 14.	S7: Los Encuentros, diciembre 2008	40
Figura 15.	Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca del Río Malacatos	40
Figura 16.	Método de recolección, enero 2009	41
Figura 17.	Observación microscópica de los macroinvertebrados, febrero 2009.	44
Figura 18.	Guía de identificación de los macroinvertebrados.	44

Figura 19. valoración absoluta de las fuentes puntuales de contaminación	49
Figura 20. A) Fabrica de panela de Malacatos , B) Destilería sector Santa Anilla, diciembre 2008	49
Figura 21. A) Camal de Malacatos; B) Mercado de Malacatos, diciembre 2008	50
Figura 22. Lavadora en el sector de Malacatos, diciembre 2008	50
Figura 23. Mapa de ubicación de las Descargas Puntuales de contaminación en la Microcuenca del Rio Malacatos	51
Figura 24. Valor absoluto de las fuentes no puntuales	53
Figura 25. Galpones de pollos sector Cedro Quemado, diciembre 2008	53
Figura 26. Actividad ganadera sector Pueblo Nuevo, diciembre 2008	54
Figura 27. Chanceras cerca de los canales de riego, sector Landanguí, diciembre 2008	54
Figura 28. Residuos sólidos a la orilla del rio Malacatos, sector Nangora diciembre 2008	55
Figura 29. Explotación de material de construcción, sector El Porvenir, diciembre 2008	55
Figura 30. A) Diferentes cultivos, B) Aplicación de pesticidas sector Santa Cruz, diciembre 2008	56
Figura 31. Deforestación en las cercanías de Rumizhitana, diciembre 2008	56
Figura 32. Mapa de Ubicación de las fuente no puntuales de contaminación en la microcuenca del Rio Malacatos	57
Figura 33. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 1: Cedro Quemado	59
Figura 34. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 2: Quebrada San Francisco	60
Figura 35. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 3: Quebrada Mishiquiyacu	61
Figura 36. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio cuatro: Quebrada Nangora	62

Figura 37. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio cinco: Quebrada Seca	63
Figura 38. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio 7: Los Encuentros	64
Figura 39. Porcentaje del taxón dominante.	65
Figura 40. Macroinvertebrados bentónicos dominantes en los sitios de muestreos del Rio Malacatos	66
Figura 41. Índice de similitud de las comunidades respecto a la zona de referencia.	67
Figura 42. Caudales registrados en la microcuenca del Rio Malacatos.	68
Figura 43. Índice EPT.	69
Figura 44. Índice A.B.I. adaptado, evaluado en las siete zonas de muestreo del Rio Malacatos.	70
Figura 45. Calidad del hábitat, para las siete zonas de la microcuenca del Rio Malacatos	71
Figura 46. Contenedor de desechos	78
Figura 47. Pantano artificial	80
Figura 48. Filtro de grasa	82



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valor del Impacto Ambiental	36
Tabla 2.	Significado de los valores del índice EPT	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del Índice de Calidad del Agua %CA+ propuesto por Brown.	13
Cuadro 2. Marco Legal relacionado con la Gestión Ambiental	16
Cuadro 3. Ponderación y calificación de los impactos ambientales.	35
Cuadro 4. Sitios de muestreo en la microcuenca del Rio Malacatus	36
Cuadro 5. Mediciones complementarias para la interpretación de resultados, se aplicaran los siguientes índices:	42
Cuadro 6. Índice biótico ajustado para la región andina	45
Cuadro 7. Significado de los valores del índice biológico (A.B.I.) y colores a utilizarse en representaciones cartográficas	45
Cuadro 8. Categorización para valoración de calidad de hábitat	46
Cuadro 9. Fuente de contaminación puntual	48
Cuadro 10. Fuentes de contaminación no puntuales	52
Cuadro 11. Índice de calidad ambiental tomadas en cuatro zonas de muestreo.	73
Cuadro 12. Plan de manejo ambiental; medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación	83

1 RESUMEN

La microcuenca del Río Malacatos, se encuentra ubicada al Sureste de la ciudad de Loja, forma parte del Parque Nacional Podocarpus, entre las coordenadas planas: 9540016,03m N., a 9548701,44m N.; 695863,5m E., a 704744,46m E., a una altitud desde 1200 hasta 2400 m.s.n.m.

Limita al norte y al este con la microcuenca alta del Río Zamora, donde se inicia la vertiente del atlántico, al sur con la microcuenca del río Vilcabamba y del río Solanda y al oeste con la microcuenca del Tambo. Forma parte de la cuenca binacional Catamayo-Chira.

Este presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Río Malacatos, en el tramo comprendido entre Cajanuma hasta su desembocadura en el Río Catamayo, teniendo como objetivo principal determinar la calidad del agua mediante fauna bentónica como bioindicadora el mismo que se lo desarrollo de acuerdo a la presencia de actividades generadoras de fuentes contaminantes como son: Descargas de Fábricas Artesanales (Landangui, Taxiche, Malacatos,); Mercado, Camal, Aguas Residuales Domésticas, Gasolinera y Lavadora de automóviles (Malacatos); Producción Agropecuaria (Cedro Quemado, Pueblo Nuevo, Puembo, Rumizhitana, Landangui, Taxiche); Depósitos de Residuos Sólidos (Puembo, Rumizhitana, Nangora, Landangui); Extracción de Material Árido, Letrinas y Cultivos (Rumizhitana, Porvenir, Nangora, Santa Anilla, Santa Cruz, Los Encuentros).

A la zona de estudio se la dividió en 7 sitios: Cedro Quemado (S1), Quebrada San Francisco (S2), Quebrada Mishiquiyacu (S3), Quebrada Nangora (S4), Quebrada Seca (S5), Canal de la destiladora (S6), Los Encuentros (S7), sitios en los cuales se determinó la abundancia y calidad del agua por medio bioindicadores, mediante la metodología de Evaluación Biológica Rápida aplicando la técnica del Zapateo; procedimiento apropiado para el muestreo de macroinvertebrados bénticos como lo señala Barbour (1999).

Los individuos recolectados se identificaron en el Centro de Biotecnología BIOTEC de la UNL y se clasificaron de acuerdo a las claves taxonómicas de Roldán (1996), Domínguez y Fernández (2001), Paprocki y Muñoz (2002) y Roldán (2003), también de la lámina de identificación de macroinvertebrados acuáticos Carrera y Fierro (2001). Donde se tomaron como indicadores el Índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera); Índice de Similitud de Comunidades (IFC), Índice Biológico Andino (ABI) y el Hábitat.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Índice ETP en el sitio 1 indica que la calidad de agua es buena con un 72%; en los sitios 2, 3, 4, 5 y 7, la calidad del agua es regular con un promedio de 40%; y en el sitio 6 la calidad del agua según el índice de ETP es mala con un porcentaje de 0%, debido a que existe un desequilibrio de las comunidades por las diferentes alteraciones que sufre cada uno de los ecosistemas.

El Índice de Similitud de Comunidades que mayor semejanza tiene con el sitio de comparación (1) es en el sitio 5 con el 1,8% debido a las condiciones del hábitat existentes en los sitios y la diferenciación de los otros sitios es por la variedad de usos de suelo que se dan a lo largo de la microcuenca afectando la calidad del agua.

Los resultados obtenidos del Índice Biológico Andino (ABI) son: en el sitio 1 y 3 tuvieron un promedio del 75% lo que indica que la calidad del agua es buena; los sitios 2, 4, 7 con un promedio del 57% por lo cual la calidad de agua fue regular; y en el sitio 6 el agua fue de mala calidad con un promedio del 1%, debido a que en estos sitios donde las actividades antropogénicas (agricultura y actividades industriales) se intensifican por las condiciones de accesibilidad a las fuentes de agua.

De todos los sitios de estudios el sitio 7, de acuerdo con los parámetros de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) se encontró con el más bajo porcentaje respecto a los demás con un porcentaje del 56%, repercutiendo

en el hábitat del lugar, en cambio los sitios 1, 2 son hábitat aceptables de la zona de estudio con un promedio del 75%; y, las zonas parcialmente aceptables son en los sitios 3, 4, 5, 6 con un promedio del 69%. Debido a las condiciones causadas por actividades antrópicas.

Para tener una mejor aceptación con los resultados encontrados en macroinvertebrados se realizó un análisis bio-físico-químico, con los resultados del análisis, se calculó el ICA (Propuesta por Brown), con lo que se obtuvieron los siguiente resultados: el valor ICA de la muestra 1, 4 y 7 corresponde a una calidad Regular con un promedio del 58% debido a que se hallan altos valores de coliformes totales y sólidos, convirtiéndose en un recurso hídrico con menos diversidad de organismos acuáticos, en estos sitios de muestreo las causas principales son la falta de recolección de residuos sólidos en las riberas del río y también la explotación de material árido existente, con lo cual la calidad disminuye considerablemente, mientras que en el valor ICA de la muestra 6 corresponde con un porcentaje del 16% a una calidad de agua Pésima debido a que esta agua puede solamente apoyar a un número limitado de formas acuáticas de vida, y no son consideradas aceptables para actividades que implican el contacto directo con ella (Brown, 1970).

En cambio los resultados de la muestra 1, entre el cálculo del ICA y el monitoreo de macroinvertebrados difieren, debido a que se encontró especies de macroinvertebrados (*Elmidae* y *Dixidae*) que son indicadores de buena calidad del agua y a la vez son resistentes a cierto grado de contaminación lo que en cierta forma altero el resultado (aguas contaminadas por descomposición de materia orgánica).

Con los resultados obtenidos se realizó medidas de mitigación en base a programas, los cuales son los siguientes:

- Programa de educación ambiental para las actividades pecuarias y uso de agroquímicos.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Programa de manejo integral de residuos sólidos.
- Programa de manejo de aguas residuales e industriales.
- Programa para control de vertido de residuos derivados de la actividad de lavado y lubricación de automotores.

SUMMARY

The Malacatos River micro basin is located in the south east of the city of Loja; it is part of the Podocarpus National Park, between the plane coordinates: 9540016,03m N. to 9548701,44m N; 695863,5m E to 704744,46m E. with an altitude from 1200 m.a.s.l. to 2400 m.a.s.l.

Its limits are: to the North and the East with high part of the Zamora River basin, where it starts the Atlantic Ocean effluent, at the South with the micro basin of the Vilcabamba and Solanda Rivers, and to the west with the micro basin of the Tambo River. It forms part of the international basin Catmayo . Chira.

This research was developed in the Malacatos River, in the part between Cajanuma until its opening in the Catamayo River, Having as the principal objective to determine the quality of the water through the observation of the benthonic fauna as bio indicator, The research was carried out taking into account the presence of activities generator of polluting sources such as: Discharges from craft factories (Landangui, Taxiche, Malacatos); Market, Meat processors, Domestic residual water, Gas Stations, and Car Wash (Malacatos); Farming Production (Cedro Quemado, Pueblo Nuevo, Puembo, Rumizhitana, Landangui, Taxiche); Solid Waste Deposit (Puembo, Rumizhitana, Nangora, Landangui); Sand extraction, latrines, and farming (Rumizhitana, Porvenir, Nangora, Santa Anilla, Santa Cruz, Los Encuentros).

The study zone was divided into 7 sites: Cedro Quemado (S1), San Francisco Ravine (S2), Mishiquiyacu Ravine (S3), Nangora ravine (S4), Dry Ravine (S5), Channel of the alcohol distilling factory (S6), Los Encuentros (S7), where the abundance and quality of water through the observation of bio indicators was determined, through the methodology of Biological Rapid Evaluation applying the kicking technique; an appropriate procedure for benthonic macro invertebrates sampling as it is pointed out by Barbour (1999).

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

The collected individuals were identified in the Biotechnology Center BIOTEC of the National University of Loja UNL and were classified according to the Roldán taxonomic clues (1996), Dominguez and Fernández (2001), Paprocki and Muñoz (2002) and Roldán (2003). It was also used the layer for aquatic macro invertebrates identification Carrera and Fierro (2001). Where were taken as indicators the ETP Index (Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera), Community Similitude Index (IFC), Andean Biological Index (ABI) and the habitat.

The obtained results are as follows:

ETP Index in the site 1 shows that the quality of water is good with a 72%; in the sites 2, 3, 4, 5 and 7 The quality of water is regular with an average of 40%; in the site 6 the quality of water is bad with a percentage of 0% due to a disequilibrium in the communities for the different alterations that suffers each one of these ecosystems.

The Communities Similitude Index that has major resemblance with the comparison site (1) is in the site 5 with 1, 8% due to the habitat conditions existent in the sites and the differentiation in the other sites is for the variety in land use happening along the micro basin, affecting the quality of water.

The results obtained from the Andean Biological Index (ABI) are: The sites 1 and 3 had an average of 75% which shows that the quality of water is good; the sites 2, 4 and 7 with an average of 57% reason why the quality of water was regular; and in the site 6, the water has bad quality with an average of 1% due to around this sites, anthropogenic activities (farming and industrial activities) are more intensive due to the conditions of water access.

From all the study sites, the site 7, according to the Environmental Protection Agency (EPA) parameters, it was found with the lowest percentage respect to the other sites, with 56% having repercussion on the habitat of the place. On the other hand, the sites 1, 2 are acceptable habitats in the study zone, with an average of 75%; and the partially acceptable zones are the sites 3, 4,

5, 6 with an average of 69% due to the conditions caused by anthropogenic activities.

To have a better acceptance with the obtained results found in macro invertebrates, a bio-physic-chemical analysis was done, with the results of the analysis, the ICA was calculated (Proposed by Brown) With this, the following results were obtained: The ICA value of the sample 1, 4 and 7 correspond to a Regular quality with an average of 58% due to high values of total coliforms and solids, becoming a hydro resource with less aquatic organisms diversity, in these sampling sites, the main cause are the lack of solid waste collection along the bank of the river as also the extraction of arid materials existent in the zone, what provokes that the quality of water diminishes considerably. While the ICA value for the site 6 corresponds to a percentage of 16% to a mostly bad quality of water due to this water can only support to a limited number of aquatic life forms, and are not considered acceptable to develop activities that imply direct contact with this water.

On the other hand the results of the sample 1, between the calculation of the ICA index and the macro invertebrates monitoring differ, due to macro invertebrates (*Elmidae* and *Dixidae*) were found, which are indicators of good quality water and at the same time they are resistant to certain level of pollution which somehow affected the result (water contaminated by organic matter in decomposition)

Based on the obtained results, some mitigation measures were developed based on programs, they are detailed as follows:

- Environmental Education Program for people working on farming activities and use of agro chemicals.
- Integral management of Solid Waste Program.
- Program management and industrial wastewater
- Program to Control the discharge of effluents derived of car washing and lubricating.

2 INTRODUCCION

En el mundo existen 1 400 millones de km³ de agua, de los cuales 2,5% es agua dulce; 1,76%, glaciares y capas polares; 0,76 %, agua subterránea; 0,1% lagos, ríos y atmósfera; y, el 97,47% es agua salina (Vivas, 2002).

La degradación de los recursos acuáticos ha sido motivo de preocupación de las sociedades humanas en las últimas décadas. Por esta razón, existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas acuáticos y estudiar sus cambios en el tiempo, desarrollando criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Cisneros, 2001). La pauta inicial para lograr la conservación de un recurso es conocerlo, al determinar su origen, estado y las causas de dicho estado, se pueden identificar y determinar las posibles soluciones.

En la actualidad, para determinar la calidad y el grado de contaminación de las aguas, existen varios métodos de estudio tanto de carácter químico, físico y biológico (Domínguez y Fernández, 2001), siendo este último de gran importancia, pues considera a los seres vivos como indicadores e informadores de la calidad del agua, es decir del buen o mal estado de la misma.

Dentro de los seres vivos, en forma específico, para realizar estudios cuantitativos y cualitativos se considera como indicadores de la calidad de agua a los macroinvertebrados bentónicos que viven en todos los sistemas acuáticos.

En consideración de las características de estos organismos, en el Río Malacatos, en el tramo comprendido entre Cajanuma hasta su desembocadura en el Río Catamayo, se realizo el presente estudio para determinar la calidad de agua utilizando la metodología de Evaluación Biológica Rápida. Ya que en la actualidad el Rio Malacatos sufre un proceso intensivo de contaminación por descargas puntuales y no puntuales de efluentes domésticos y pequeñas industrias, residuos sólidos, por la

extracción de material ardo de su lecho, así como por la actividad agropecuaria.

La Evaluación Biológica Rápida, permitió conocer la abundancia y distribución de familias de macroinvertebrados en cada sitio de muestreo, como *Annelidae*, *Baetidae*, *Euthyplociidae*, *Hydropsychidae* y *Perlidae*, lo que permitió con estos indicadores biológicos, conocer a la vez el grado de la calidad de agua. Y para establecer comparaciones con esta metodología se realizó análisis físico-químico y microbiológico del agua.

Además, establecida la calidad, y tomando en cuenta la fuentes puntuales y no puntuales de contaminación de su contaminación se estableció una propuesta, a través de programas, de medidas de prevención y mitigación.

En general la presente investigación se encaminó a conocer el grado de contaminación del agua, utilizando como indicadores a macroinvertebrados.

Para el efecto se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar la calidad del agua del río Malacatos mediante fauna bentónica como bioindicadora y diseñar medidas para prevenir y/o reducir la contaminación

Objetivos Específicos

- Inventariar y georeferenciar las fuentes contaminantes del río Malacatos y sus impactos.
- Diagnosticar la calidad del agua del río Malacatos a través de metodologías biológicas rápidas.
- Establecer la estructura y distribución de las poblaciones de macro invertebrados de los puntos de muestreo ubicadas en el río y aplicar los protocolos bio-valoración rápida.
- Proponer medidas preventivas para evitar y/o mitigar los impactos significativos generados por la contaminación del agua.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos tales como pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes. Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues ellos depositan residuos en el agua y añaden toda clase de sustancias y de contaminantes que no están presentes de forma natural (Arco, 2005).

3.1.1 Contaminantes Físicos, Químicos y Microbiológicos

Los contaminantes más frecuentes de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos pesticidas y otros utilizados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radioactivos.

- **Contaminantes físicos** afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuática. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).
- **Contaminantes químicos** incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Gran parte de estos contaminantes son liberados directamente a la atmósfera y bajan arrastrados por la lluvia. Esta lluvia ácida, tiene efectos nocivos que pueden observarse tanto en la vegetación como en edificios y monumentos de las ciudades industrializadas.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- **Los contaminantes orgánicos** también son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Estos contaminantes consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática (eutrofización).
- **Contaminantes biológicos** incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua (Arco, 2005).






3.2 ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA (ICA DEL AGUA)

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del %WQI+ que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de USA (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA). Para la determinación del %ICA+interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 ml)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO₅ en mg/ L)
- Nitratos (NO₃ en mg/L)
- Fosfatos (PO₄ en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en NTU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación).

El cálculo del índice de calidad de agua de tipo **WCA** clasifica la calidad del agua con base al Cuadro 1:

Cuadro 1. Clasificación del Índice de Calidad del Agua **WCA** propuesto por Brown.

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 A 100%
Buena		71 A 90%
Regular		51 a 70%
Mala		26 a 50%
Pésima		0 a 25%

Fuente: SNET, 2004.

- Las aguas con **WCA** mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.
- Las aguas con **WCA** de categoría **Buena**, son aptas para cualquier tipo de forma de vida, presentado menos problemas de contaminación y requieren solo procesos físicos para su tratamiento.
- Las aguas con un **WCA** de categoría **Regular** tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.
- Las aguas con un **WCA** de categoría **Mala** pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.
- Las aguas con un **WCA** que caen en categoría **Pésima** pueden solamente apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

3.3 IMPACTOS QUE GENERAN LAS AGUAS CONTAMINADAS

Entre los principales impactos que generan las aguas contaminadas tenemos:

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Las aguas con desechos orgánicos son una fuente potencial de enfermedades infectas contagiosas; las cuales pueden ser de tipos parasitarias, mismas que pueden infectarse ya sea por beber aguas contaminadas o alimentos que estén con residuos de heces fecales. Otras enfermedades que pueden transmitirse por agua contaminada son la cólera, tifoidea; también enfermedades virales como: hepatitis y gastroenteritis.
- La extracción de material árido en las vertientes de los ríos causa el aumento de la turbidez, provocando así la disminución de oxígeno disuelto y terminando con las diferentes vidas acuáticas existentes.
- La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en el agua y procedente de los vertidos industriales, de tuberías galvanizadas deterioradas, o de los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.
- Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo contribuyen en gran medida al proceso de eutrofización, puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor del agua, y un cúmulo de algas o verdín que puede resultar estéticamente poco agradable, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras.

3.4 ALTERNATIVAS PARA EVITAR O MITIGAR LOS IMPACTOS QUE GENERAN LAS AGUAS CONTAMINADAS.

Plantear soluciones a problemas de contaminación de agua es un desafío para los profesionales relacionados con el área, especialmente cuando muchos de los problemas de contaminación están relacionadas con otros factores tales como deficientes sistemas sanitarios y falta de cumplimiento de normativas para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua, sin embargo se podría proponer algunos alternativas que previenen la contaminación del agua:

- Rediseñar tecnologías para minimizar la utilización de sustancias contaminantes en cultivos, se puede utilizar sistemas como el control de plaguicidas y fertilizantes orgánicos
- Los estudios de impacto ambiental para la ubicación de relleno sanitarios se deben realizar con el cumplimiento de leyes existentes, además deben tomar en cuenta las consideraciones técnicas para evitar la contaminación de las aguas freáticas con lixiviados.
- Separar los desechos sólidos tanto en la industria como en el hogar y evitar lanzar al agua, contaminantes como aceites, solventes, pinturas y materia orgánica.
- Para evitar la contaminación con residuos de heces fecales se debe implementar sistemas sanitarios que sean eficientes ya sea letrinas o pozos sépticos, unidades sanitarias integrales o un sistema de alcantarillado el mismo que debe contar con una planta de tratamiento de aguas residuales
- Realizar controles periódicos de la calidad del agua, especialmente en las vertientes que son utilizadas para consumo humano, animal y riego
- Cuidar la vegetación de los páramos y cabeceras de los ríos, evitando la tala de los bosques.
- Proteger las fuentes de agua, sin arrojar residuos sólidos o residuos fecales en ellas.
- Construir letrinas y pozos sépticos.

- Realizar campañas educativas para lograr actitudes positivas hacia la conservación del agua.

3.5 MARCO LEGAL RELACIONADO CON LA PROTECCION DE CUERPOS HIDRICOS

Respecto al marco legal se ha creído conveniente citar las normas y reglamentos relacionados con la calidad ambiental (Cuadro2).

Cuadro 2. Marco Legal relacionado con la Gestión Ambiental

Número	Nombre del documento	Contenido
1	Constitución Política de la República del Ecuador vigente desde el 2008, Título II Derechos, capítulo segundo, Sección II, Ambiente Sano, Art.14 y 15	Se refiere a la población la cual tiene el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
2	LEY PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL Decreto supremo N° 374, RO/97 del 31 de mayo de 1976. CAP. VI De la prevención y control de la contaminación de las aguas Art. 16	Regula: la protección de los recursos aire, agua, y suelo; y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente, actividades que se declaran de interés público. Se refiere a la descarga de las aguas residuales, bajo las normas técnicas y regulaciones que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana y a la fauna.
3	LEY DE GESTION AMBIENTAL Ley No. 37.RO/245 de 30 julio de 1999. Instrumentos de gestión ambiental Cap. II. De la evaluación de Impacto ambiental y del control ambiental. Art. 19-20-21-23-24	Art 1-2. Señala las obligaciones y responsabilidades de las empresas en la gestión ambiental y de los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia. Señala los principios de solidaridad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos. Se refiere al Sistema Único de Manejo Ambiental, el cual es el organismo descentralizado de control, para La evaluación de Impacto Ambiental.
4	Texto Unificado de Legislación ambiental libro VI de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	Están regulados los límites máximos permisibles para descarga en cuerpos de agua, disposición de líquidos y sólidos en el suelo.
5	TULAS, Anexo I Del Libro VI De La Calidad Ambiental.	Se refiere a las descargas a un cuerpo de agua dulce, los cuales deberán cumplir los valores establecidos

Fuente: Constitución 2008 y (TULAS) Libro VI Anexo 1

3.6 MACROINVERTEBRADOS.

El término macroinvertebrados acuáticos, se emplea como una abstracción que incluye a aquellos animales invertebrados, que, por su tamaño relativamente grande, son retenidos por redes de luz de malla, miden entre 2mm y 30 cm y viven en lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. En su gran mayoría (alrededor del 80 %) corresponden a grandes grupos de artrópodos¹, dentro de estos los insectos, en especial sus formas larvarias son los más abundantes.

Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad del agua, debidos a que:

- Son razonablemente sedentarios², ya que debido a su escasa capacidad de movimiento, están directamente afectados por las sustancias vertidas en las aguas.
- Tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que nos permite estudiar los cambios acontecidos durante largos periodos de tiempo.
- Abarcan en su conjunto un amplio espectro ecológico.
- Tienen un tamaño aceptable frente a otros microorganismos.

Las respuestas de las comunidades acuáticas a las perturbaciones ambientales son útiles para evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación, residuos municipales, agrícolas, industriales e impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales (Ballesteros, 1997).

¹ **Artrópodo.** Se dice de los animales invertebrados, de cuerpo con simetría bilateral, cubierto por cutícula, formado por una serie lineal de segmentos más o menos ostensibles y provisto de apéndices compuestos de piezas articuladas o artejos; p. ej., los insectos, los crustáceos y las arañas.






² **Sedentario.** De poca agitación o movimiento.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos animales, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de chagas.

Incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, plananas, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres.

Se multiplican en grandes cantidades, se pueden encontrar miles en un metro cuadrado. Son parte importante en la alimentación de los peces. Los macroinvertebrados pueden alimentarse de:

- Plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas, 
- Otros invertebrados y peces, 
- Restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo,
- Animales en descomposición 
- Elementos nutritivos del agua; y, 
- Sangre de otros animales. 

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

tienen muchas formas, así, las conchas son redondeadas, los escarabajos son ovalados, las lombrices son alargadas y los caracoles tienen forma de espiral.

Algunos tienen muchas patas, por ejemplo, los camarones tienen 10, los ácaros ocho y los chicaposos seis. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca.




Casi todos los macroinvertebrados tienen colores parecidos al sitio donde viven. Por ejemplo, las conchas tienen colores oscuros, como el lodo que las rodea; las moscas de piedra son café amarillento, como las piedras cercanas (Carrera, 2001).

3.7 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS




3.7.1 Tipo de Hábitats Acuáticos.

Unos viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación, otros habitan en las orillas, adheridos a vegetación adherente o sumergida. Unos viven sobre la superficie del agua en tanto que otros nadan en ella como los peces. Otros se entierran en sustratos arenosos, fangosos o pedregosos. Unos prefieren corrientes rápidas, en tanto que otros lo hacen en aguas quietas o remansos de los ríos. La fauna acuática que se encuentra en remansos es, por tanto muy diferente a las de corrientes, así como lo es la de los fondos lodosos, pedregosos o en zonas ribereñas.

Los macroinvertebrados pueden vivir:

- En hojas flotantes y en sus restos, 
- En troncos caídos y en descomposición, 
- En el lodo o en la arena del fondo del río, 

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Sobre o debajo de las piedras, 
- Donde el agua es más correntosa y 
- En lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos. 

Por ello es básico que cuando se realicen estudios para evaluar la calidad del agua, estos deban considerar todos los posibles hábitats presentes en el área de muestreo. Los ecosistemas loticos se refieren a los ríos, quebradas y arroyos donde las corrientes rápidas juegan un papel muy importante en la distribución de macro invertebrados. Los organismos aquí presentes, por lo regular tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente.

Los ecosistemas Lenticos son aquellos de aguas quietas o encantadas como lagos, lagunas, embalses. Los remansos de los ríos y quebradas se comportan en general como hábitats Lenticos dependiendo de la geomorfología del cauce. Estos ecosistemas por lo general presentan abundante vegetación ribereña y sumergida, lo que ofrece un variado hábitat para gran número de organismos, siendo más frecuentes los hemípteros, odonatos y coleópteros que ciertos dípteros, moluscos y cangrejos.

La zona profunda de los lagos por lo regular ofrece condiciones estresantes por la falta de oxígeno y por la acumulación de gases tóxicos; por eso la fauna que allí se encuentra en la mayoría de los casos es poco variada, pero los individuos presentes pueden ser abundantes.

La zona Limnética³ (Figura 1) se refiere a la región de aguas abiertas, alejada de la orilla y que puede observarse en los grandes ríos. Allí la fauna de macro invertebrados es prácticamente inexistente o se reduce a unos pocos individuos adaptados para nadar en la superficie (Albariño, 1999).

³ Existen solo en lagos (Albariño, 1999)

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

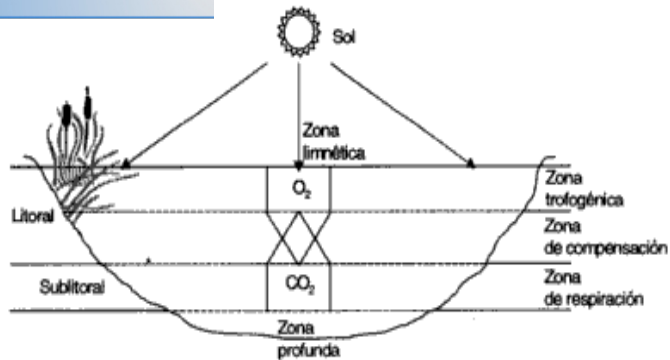


Figura 1. Zonación de un ecosistema acuatico lentic (Albariño, 1999).

3.8 MODOS DE VIDA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

Los macro invertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie del agua, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación.

3.8.1 Neuston.

Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando (Figura 2). Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias *Gerridae*, *Hidrometridae* y *Mesoveliidae* (Albariño, 1999).

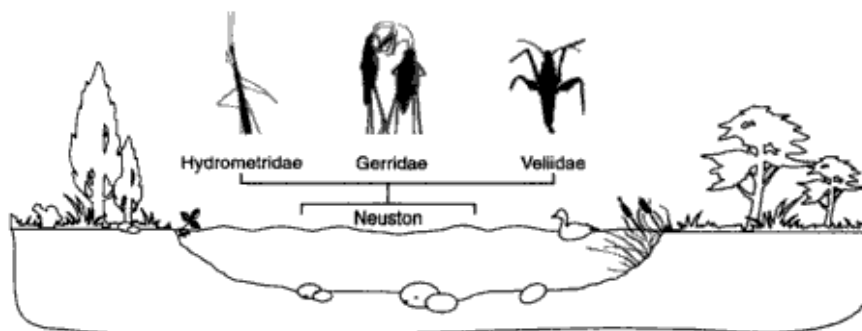


Figura 2. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuatico Necton (Albariño, 1999).

Además existen otros organismos que nadan libremente en el agua (Figura 3). Entre ellos se encuentran: Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera; Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae del orden Coleoptera y Bactidae del orden Ephemeroptera (Albariño, 1999).

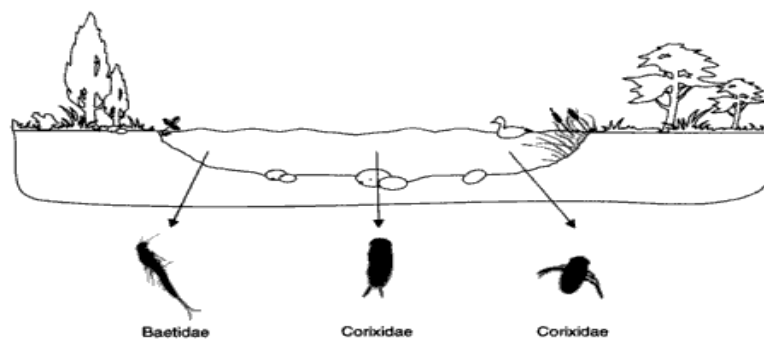


Figura 3. Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático (Albariño, 1999)

3.8.2 Bentos.

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares (Figura 4). Los principales órdenes representantes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae *Ephemeroptera*. Otros, como la familia Blephariceridae *Díptera*, se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente (Barbour, 1999).

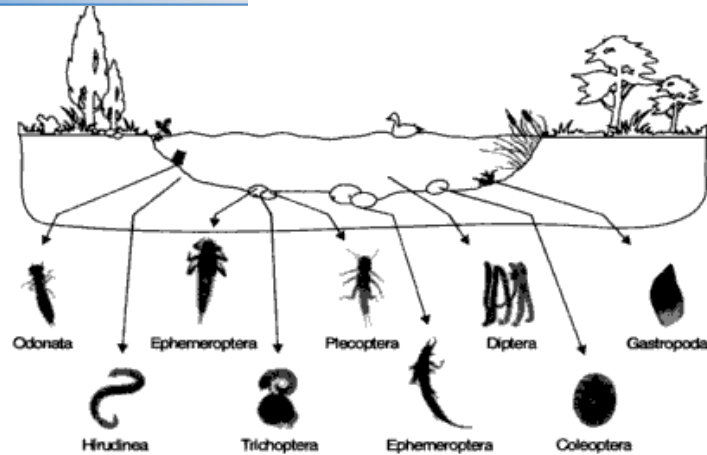


Figura 4. Macroinvertebrados representantes del bentos en un ecosistema acuático (Barbour, 1999).

3.9 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS.

3.9.1 En el Campo.

El objetivo fundamental del muestreo consiste en recolectar la mayor diversidad posible de macroinvertebrados. Para ello deben explorarse cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo. Esto incluye sustrato de fondo (piedras, arena, lodo, restos de vegetación), macrófitas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), raíces sumergidas de árboles y sustratos artificiales (restos de basuras que pueden estar presentes). Para obtener resultados comparables, el esfuerzo de muestreo debe cumplir un área entre 10 y 20 m² y hacerse durante 20 o 30 min.

- **Muestreo en aguas poco profundas:** la red de pantalla es la ideal para obtener en estos hábitats la mayor diversidad posible. Para las orillas es recomendable la red D-net.
- **Muestreo en aguas profundas:** en la mayoría de los casos el muestreo debe hacerse en las orillas hasta 1m de profundidad,

moviendo la red de mano (D-net) en forma de barrido sobre la vegetación y el fondo. También se usa la draga Ekman para fondos lodosos.

- **Muestreo en aguas de pocas corrientes o estancadas.-** conviene usar la red mano de la misma manera que para aguas profundas. El fondo debe barrerse sólo superficialmente. Adicionalmente deben recogerse piedras, ramas hojas y otros objetos que pueda haber en el lugar (Roldán, 2003).

Recomendaciones.

- a) No muestrear después de lluvias intensas, pues puede haber pérdida de organismos locales o encontrarse otros arrastrados por la corriente.
- b) En grandes ríos debe muestrearse en ambas orillas, pues la fauna puede ser diferente debido a la sombra, meandros, composición del fondo y eventual contaminación.
- c) No debe muestrearse en la confluencia inmediata de dos ríos, sino más abajo de la zona de mezcla.
- d) Recolectar plantas flotantes o sumergidas para posterior análisis en el laboratorio.

A continuación se presentan los diferentes métodos de muestreo de manera detallada (Roldán, 2003).

3.9.2 Métodos de Recolección Cualitativos.

- **Red de tipo D-net:** esta red se usa para hacer un barrido a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10m a lo largo de ambas orillas). El material recolectado se vacía sobre un cedazo, o simplemente sobre una red, para lavar el exceso de

rodo o arena, luego se guarda en una bolsa de plástico o un recipiente de plástico con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio.

- **Red de mano o pantalla:** consiste en usar una red de más o menos 1m² con un ojo de malla de 500 m aproximadamente; la red está sujeta a dos mangos de maderas o aluminio. Una persona se coloca en contra de la corriente y sustenta la red con ambas manos, mientras la otra, colocada en dirección de la corriente, remueve el fondo con los pies o con las manos (se recomienda usar guantes fuertes para evitar heridas), el material removido se acumula en la red y con él, las larvas que haya en el sustrato. Este procedimiento debe repetirse por lo menos tres veces o hasta que se haya cubierto un área de unos 6m² aproximadamente. Es recomendable examinar en el mismo campo el material acumulado en la red; de no ser posible por razones de tiempo, se procede de la misma manera descrita para la red D-net.
- **Recolección manual:** consiste en levantar rocas, piedras, ramas sumergidas y troncos en cuya superficie se encuentran numerosos organismos adheridos. Los organismos deben ser tomados con pinzas de aluminio u otro material suave o con la ayuda de pinceles con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos recolectados. El material se guarda directamente en viales o frascos pequeños con alcohol al 70%. Esta práctica debe repetirse muchas veces hasta cubrir un área que se considere representativas (10 a 15 m²). El muestreo se considera suficiente cuando comienzan a aparecer de manera repetitiva los mismos organismos sobre los sustratos (Roldán, 2003).

3.9.3 Métodos de Recolección Cuantitativos.

- **Red Surber:** consta de dos marcos metálicos unidos por bisagras uno de los cuales se coloca sobre el fondo del sustrato y el otro queda en posición vertical para sostener una red de 80 cm de longitud y con un

ojo de mano de aproximadamente 500 m. El marco que se coloca sobre el fondo de la corriente mide por lo regular de 9m^2 (son referencias de fabricantes), pero puede ser mayor o menor y uno mismo puede construirla; lo importante es disponer de un marco de medidas conocidas para poder calcular el tamaño del área muestreada. Así se podrá conocer posteriormente cuantos organismos se recolectaron por m^2 y de que clases. La red se coloca en contra de la corriente y se remueve el fondo con la mano; el material recolectado queda atrapado en la red y se vacía luego en un recipiente con alcohol al 70% para ser separado en el laboratorio. Este procedimiento, al igual que los anteriores, debe repetirse mínimo tres veces en cada estación de muestreo. El material biológico recolectado también puede convertirse en peso seco y expresarlo en g/m^2 .

- **La red Surber** también puede usarse para recolección cualitativa colocándola indiscriminadamente sobre varios lugares de la corriente, pero es importante saber que esta ha sido diseñada para uso cuantitativo.
- **Draga Ekman:** está compuesta por dos estructuras en forma de pala que se cierran mediante el envío de un mensajero o plomada. Se utiliza para muestrear fondos blandos y en cada oportunidad recolecta una muestra correspondiente a un área de 640 cm^2 . De nuevo, éstas son medidas de fabricante y lo más importante es disponer de un área de muestreo conocida. Este procedimiento como los anteriores, debe repetirse mínimo tres veces en cada estación de muestreo.

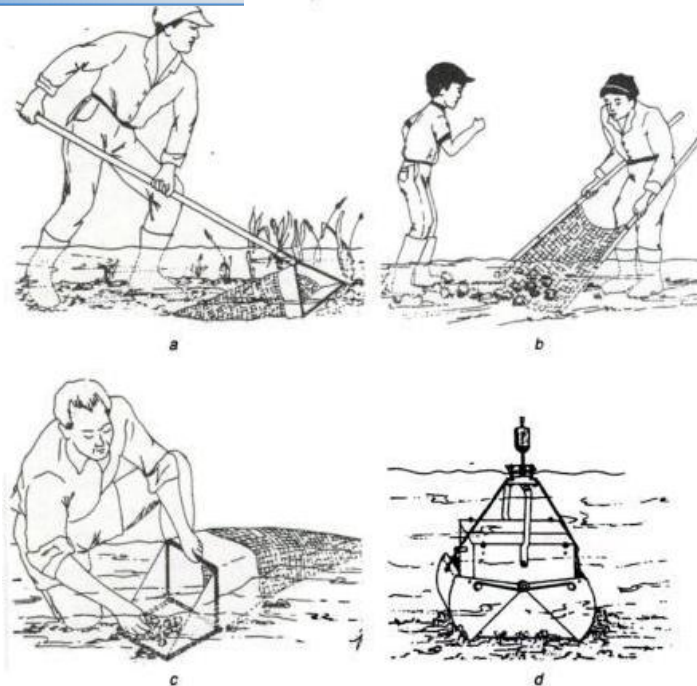


Figura 5. Métodos más usados para la recolección de macroinvertebrados acuáticos, a. red d-net, b. Red de pantalla; c. red Surber; d. draga Ekman (Roldán, 2003).

3.9.4 Uso de Sustratos Artificiales.

El uso de sustratos artificiales para muestras estandarizadas de macroinvertebrados en la evaluación de la calidad del agua usando el BBI (Belgian Biotic index). Según estos autores, los sustratos artificiales proveen un método alternativo válido para muestrear macroinvertebrados y dan la posibilidad de estandarizar el esfuerzo de muestreo, ya que el método de recolección manual con redes puede ser un poco subjetivo, de acuerdo con la experiencia de quienes lo realizan.

Con el fin de estandarizar los sustratos artificiales como una técnica alternativa de muestreo, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Usar redes de plástico o de metal y rellenarlas con pedazos de ladrillo o de teja de 4 a 8 cm o con piedrecillas.
- Colocar mínimo tres réplicas en cada sitio de muestreo.
- El volumen de cada réplica debe ser aproximadamente de 5 000 cm³.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Será suficiente una exposición por unas tres semanas.
- Colocar tanto en periodos de lluvias como de sequía; pero deben evitarse periodos de lluvias fuertes por el peligro de que los sustratos sean arrastrados por la corriente.
- Ubicar los sustratos cerca de las orillas donde puedan sujetarse fuertemente; deben evitarse zonas de turbulencia. Se recomienda hacer observaciones de rutina solo para asegurarse de que los sustratos permanecen en el lugar donde fueron colocados. También pueden usarse sustratos artificiales de área conocida, con el fin de tener muestras cuantificables en términos del número de organismos por metro cuadrado. Para ello se utilizan cuadrículas de madera de 15 X 15cm (o mayor si se quiere), se perforan por el centro y se unen por medio de un eje con 1 cm de separación entre ellas. Éstas se fijan en la orilla del río siguiendo las mismas recomendaciones dadas arriba para los sustratos artificiales (Roldán, 2003).

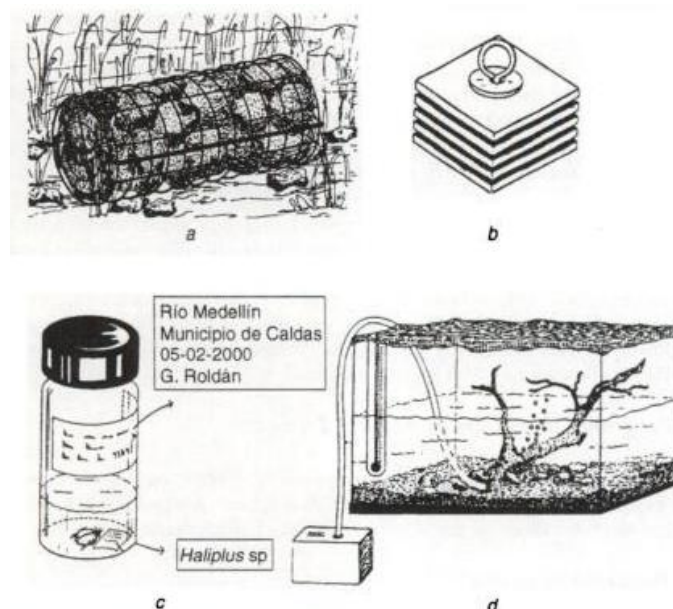


Figura 6. Métodos de recolección (cualitativa y cuantitativa), de conservación y de reproducción de macroinvertebrados acuáticos. A. sustrato artificial (método cualitativo); b. sustrato artificial (método cuantitativo); c. conservación de muestra; d. acuario para cría de larvas (Roldán, 2003).

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La microcuenca del río Malacatos, se encuentra ubicada al Sureste de la ciudad de Loja forma parte del Parque Nacional Podocarpus, entre las coordenadas planas: 9540016,03m N., a 9548701,44m N.; 695863,5m E., a 704744,46m E., a una altitud de 2400 m.s.n.m., y que baja hasta los 1200 m.s.n.m.

Limita al norte y al este con la microcuenca alta del río Zamora, donde se inicia la vertiente del atlántico, al sur con la microcuenca del río Vilcabamba y del río Solanda y al oeste con la microcuenca del Tambo. Esta microcuenca del río Malacatos es parte de la cuenca binacional Catamayo-Chira, forma parte de la vertiente del Pacífico (Figura 7).

La superficie de la microcuenca es de 49,89km², donde se asienta alrededor de 720 habitantes, que se dedican a actividades económicas como: ganadería, agricultura, venta de carne porcina, explotación de material de construcción, etc., la microcuenca se encuentra atravesada de norte a sur por una carretera asfaltada de segundo orden.

El clima, de acuerdo a la clasificación de las Zonas de Vida Natural del Mundo de L. R. Holdridge corresponde a un clima templado Sub-Húmedo en el piso alto y Subtropical . seco en el piso bajo. La temperatura promedio oscila entre 18,4°C en un piso bajo, y 7,3°C para su piso alto. La evapotranspiración potencial promedio mensual oscila entre 87 y 108 mm/mes. La humedad relativa promedio es de 78% con una precipitación promedio de 625,6 mm anuales (INAMHI, 2007)

La microcuenca se caracteriza por tener un relieve muy irregular como en la mayoría del territorio de la provincia de Loja. Se encuentran pendientes de un 8 a 16%, una mínima parte; de 16 a 30% una pequeña área; predominando pendientes entre los rangos de 30 a 50% y mayores a 50%.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

En los factores socioeconómicos, la población económicamente activa esta entre los 15 y 75 años. La tenencia de la tierra esta dada por propiedades para ganadería (con extensiones que oscilan entre 5 a 30 Has) en un número reducido tienen propiedades para cultivos anuales y policultivos, y en un gran número propiedades para monocultivos.

La población tiene las siguientes actividades económicas: ganadería, comercialización de productos agrícolas, comercialización y preparación de derivados de carne porcina y extracción de materiales pétreos para la construcción. Los sistemas de producción son los siguientes: pastos para ganadería, sistemas de producción agropecuaria como monocultivos, policultivos y producción de porcinos.

En la microcuenca se encuentran los siguientes conflictos: la poca rentabilidad de la producción agrícola, la falta de mano de obra o mano de obra cara, ha dado lugar para que la mayor cantidad de varones se dediquen a la extracción de material pétreo para la construcción, esto ha significado la desestabilización de taludes, socavación del lecho del río, descontrol de torrentes que ha ocasionado deslaves de consideración que podrían tener magnitudes muy desastrosas. Las pendientes altas, la poca cobertura vegetal y el Sobrepastoreo han ocasionado grandes zonas erosionadas (Gahona, 2002).

La microcuenca del Río Malacatos (Figura 7) tiene un sistema de drenaje dendrítico que da lugar a la formación del río, que se origina en la parte alta entre la cota 2400 m.s.n.m., y posteriormente a lo largo de su recorrido van uniéndose más afluentes entre los que tenemos las quebradas San Francisco el mismo que aporta un caudal pequeño al río, también sirve para el riego y el consumo de los animales de la población, Las tres leguas; la quebrada Mishquiyacu en su parte alta existe una captación de agua para abastecer las necesidades de agua para el consumo humano para el poblado de Rumizhitana. El río campana es el principal sistema de riego el cual abastece a 717 beneficiarios, de los cuales el 70% aproximadamente viven en la zona de influencia; la quebrada Sambohuaycu que sirve de riego



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

a los poblados asentados en sus riveras y la quebrada Nangora que su principal actividad es la explotación del material árido donde se han conformado varios depósitos aluviales de áridos finos, estos afluentes contribuyen con caudales significativos desde los dos flancos a los poblados de Nangora, Landangui, Taxiche, Malacatos, Santa Anilla, Santa Cruz llegando hasta la garganta de la microcuenca (Gómez, 2007).

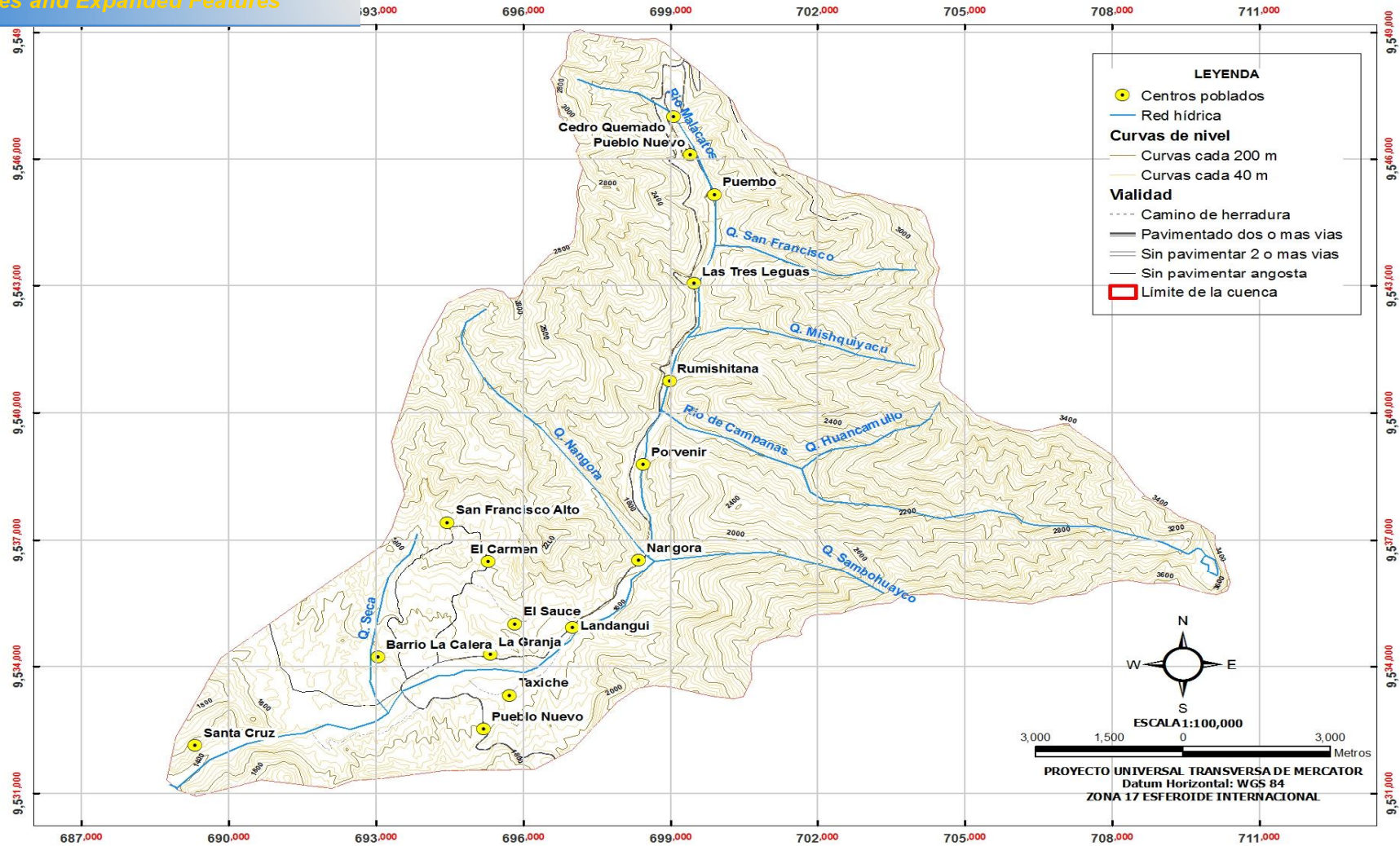


Figura 7. Mapa Base de la Microcuenca del Rio Malacatos

4.2 MATERIALES Y EQUIPOS

4.2.1 Material de Campo

- Hoja de trabajo para recopilar los datos.
- Red de arrastre o de hundimiento
- Botas para chapucear.
- Frascos plásticos.
- Alcohol al 70%.
- GPS, cámara fotográfica
- Pinzas o goteros para transferir las muestras.
- Guantes.
- Lupa o lente de aumento.

4.2.2 Material de Identificación Taxonómica

- Reglas
- Claves para la identificación de los macroinvertebrados.
- Hoja de trabajo para recopilar datos. Índice de ETP y de sensibilidad.
- Estéreo-Microscopio.

4.2.3 Material de Laboratorio

- Calculadora.
- Lápiz.
- Hoja de trabajo para recopilar datos
- Herramienta de trabajo ArcView GIS 3.2

4.3 METODOS

La metodología empleada para el cumplimiento de cada objetivo fue lo siguiente:

4.3.1 Metodología para Inventariar y Georeferenciar las Fuentes Contaminantes del Río Malacatos y sus Impactos

El cumplimiento de este objetivo se lo realizó mediante tres actividades que se detalla a continuación:

4.3.1.1 Inventariar.

En esta actividad se procedió a identificar las fuentes de contaminación, registradas en un formulario (ver anexo 1), misma que fue elaborada mediante una lista de acciones y de factores ambientales relevantes de posibles impactos, procediendo a inventariar las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación existentes en el sitio de estudio.

4.3.1.2 Georeferenciación.

Con respecto a la elaboración de los mapa base, primeramente se realizó un recorrido de campo por los límites del área para delimitar con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y la carta topográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50 000. Luego, los datos obtenidos en el campo fueron digitalizados y georeferenciados utilizando programas del SIG (Sistema de Información Geográfica) existentes en el Centro Integrado de Geomática Ambiental, CINFA.

Mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G), se procedió a ubicar espacialmente la información de los formularios, el procedimiento para esta fase se lo realizó mediante una hoja de Excel donde se colocaron las coordenadas geográficas de las aéreas de estudio para luego ser exportadas al paquete ArcView; y, el resultado obtenido fueron los

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

mapas de ubicación de los tipos de fuentes contaminantes de la microcuenca del río Malacatos.

4.3.1.3 Valoración.

En esta actividad se realizó valoración cualitativa de acuerdo a la importancia del impacto ambiental, el que se basa en la calificación de varios factores, la valoración de impacto y otros aspectos se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ponderación y calificación de los impactos ambientales.

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de Destrucción)	
Impacto beneficioso	(+)	Baja	1
Impacto Perjudicial	(-)	Media	2
EXTENSION (EX) (Área de Influencia)		Alta	4
Puntual	1	Muy alta	8
Parcial	2	Total	12
Extenso	4	MOMENTO (MO) (Plazo de Manifestación)	
Total	8	Largo Plazo	1
Critica	(+4)	Medio Plazo	2
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		Inmediato	4
Fugaz	1	Critico	(+4)
Temporal	2	REVERSIBILIDAD (RV)	
Permanente	4	Corto Plazo	1
SINERGIA (SI) (Regularidad de la Manifestación)		Medio Plazo	2
Sin sinergismo (simple)	1	Irreversible	4
Sinérgico	2	ACUMULACION (AC) (Incremento Progresivo)	
Muy sinérgico	4	Simple	1
EFECTO (EF) (Relación Causa Efecto)		Acumulativo	4
Indirecto (Secundario)	1	PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de Manifestación)	
Directo	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		Periódico	2
Recuperable de manera inmediata	1	Continuo	4
Recuperable a medio plazo	2	IMPORTANCIA	
Mitigable	4	I = ± (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
Irrecuperable	8		

Fuente: Conesa, 2003.

Con la identificación de los diferentes impactos se determinó la importancia del impacto con la siguiente fórmula:

Importancia (I) del impacto

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Tomando en cuenta lo sugerido por Conesa 2003, se agrupa a los impactos de la siguiente manera. (Tabla 4)

Tabla 1. Valor del Impacto Ambiental

Valor	Interpretación	Representación
Menores a 25	Compatible	Amarillo
Entre 25 y 50	Moderado	Verde
Entre 50 y 75	Severo	Morado
Mayores a 75	Crítico	Rojo

Fuente: Conesa 2003

Finalmente, se realizó el análisis e interpretación de los resultados de la matriz para definir cuáles son las fuentes de contaminación que afectan a la microcuenca del río Malacatos, a fin de establecer las medidas correspondientes (ver anexo 2).

4.3.2 Metodología para Diagnosticar el Estado de Agua del Río Malacatos a Través de Metodologías Biológicas Rápidas

4.3.2.1 Descripción de los Puntos de Muestreo.

Para realizar el estudio de la fauna bentónica de la microcuenca del río Malacatos, inicialmente se hizo un reconocimiento previo de los sitios más representativos para la toma de muestras y medición de parámetros, el Cuadro 4 muestra siete sitios de muestreo con su ubicación correspondiente.

Cuadro 4. Sitios de muestreo en la microcuenca del río Malacatus

No.	Lugar	Ubicación (Coordenadas UTM)		
		Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
1	Cedro Quemado	697808	9547660	2387
2	Quebrada San Francisco	699888	9543902	2077
3	Quebrada Mishiquiyacu	699210	9541604	1920
4	Quebrada Nangora	698462	9536148	1710
5	Quebrada Seca	693006	9532780	1484
6	Canal de la destiladora	690964	9532322	1425
7	Los Encuentros	688977	9531156	1360

Los sitios muestreados presentan las siguientes características:

S1 Cedro Quemado.- Se encuentra en la parte baja de la ruta turística CAXARUMI (Figura 8), además de la vegetación nativa de la zona tiene en la parte alta pastos y cultivos, que influyen en la calidad del hábitat de la microcuenca, 40% de material alóctono (hojarasca y ramas) concentrándose graba o piedrecilla con zonas rápidas debido a la altura del lugar.



Figura 8. S1: Cedro Quemado, diciembre 2008

S2 Quebrada San Francisco.- Se ubica a unos 300m luego de la unión de la quebrada en mención con el del rio Malacatos cerca del poblado de Puenbo (Figura 9). Se observaron en la parte alta varias zonas de pastos, con un 40% de material alóctono, con piedrecillas con zonas rápidas propicias para el muestreo.

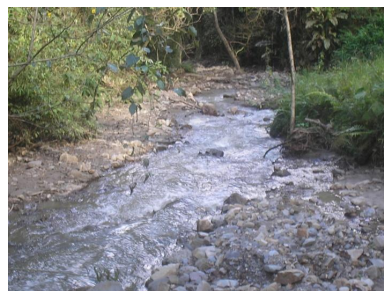


Figura 9. S2: Quebrada San Francisco, diciembre 2008

S3 Quebrada Mishiquiyacu.- Se halla a unos a 200m de la unión del rio con dicha quebrada y en su parte alta está rodeada por el poblado de Las Tres Leguas, en su entorno existen aéreas de extracción de material árido (Figura 10). El material alóctono es de un 35% con piedra en el centro del rio.



Figura 10. S3: Quebrada Mishiquiyacu, diciembre 2008

S4 Quebrada Nangora.- Está situada a unos 100m de la población de Nangora luego de la unión de la quebrada Sambohuaycu y la quebrada Nangora (Figura 11). En este sitio al suelo se lo utiliza para diferentes cultivos, el material alóctono es de un 15% debido a la extracción de material árido que existe a lo largo del río con piedra y piedrecilla.



Figura 11. S4: Quebrada Nangora, diciembre 2008

S5 Quebrada Seca.- Se ubica antes de la unión de la quebrada Seca con el río Malacatos y a su alrededor se encuentra la parroquia de Malacatos (Figura 12). En la parte alta de este punto existen varios poblados, además el entorno es un sitio de cultivos y un lugar rural que influyen directamente en el área. El material alóctono es de un 45% con piedrecillas y cascajo.



Figura 12. S5: Quebrada Seca, diciembre 2008

S6 Canal de la destiladora.- Este sitio se ubica cerca de la población de Santa Cruz después de la descarga de la gran destiladora que existe en el lugar. A lo largo de la zona de influencia del canal se encuentran otras destiladoras, cultivos y ganado porcino que afectan el hábitat y la calidad del agua del sector (Figura 13). El tipo de material alóctono es de un 10% con piedrecillas.



Figura 13. S6: Canal de la destiladora, diciembre 2008

S7 Los Encuentros.- Está ubicado en la parte final del río Malacatos (Figura 14). El tipo de uso de suelo que se da a lo largo de la microcuenca es de cultivos, pastos, ganadería, vegetación antigua, áreas pobladas; el caudal disminuye considerablemente por la captación de agua para riego y consumo. El material alóctono del río Malacatos es mediano con un promedio de 25% con piedras y algunas rocas en sus orillas por la explotación de material árido del lugar.



Figura 14. S7: Los Encuentros, diciembre 2008

4.3.2.2 Trabajo de campo

En la figura 15, se observa los siete puntos de muestreo. Se ubicaron a lo largo de la microcuenca con sus coordenadas geográficas donde se evitó la influencia de caminos o cruces en el que su efecto minimice la velocidad, profundidad y calidad global del hábitat del arroyo. Según la recomendación de Barbour (1999) se realizó también una evaluación sistemática de la estructura física, que proporciona una valoración útil de la calidad del hábitat.

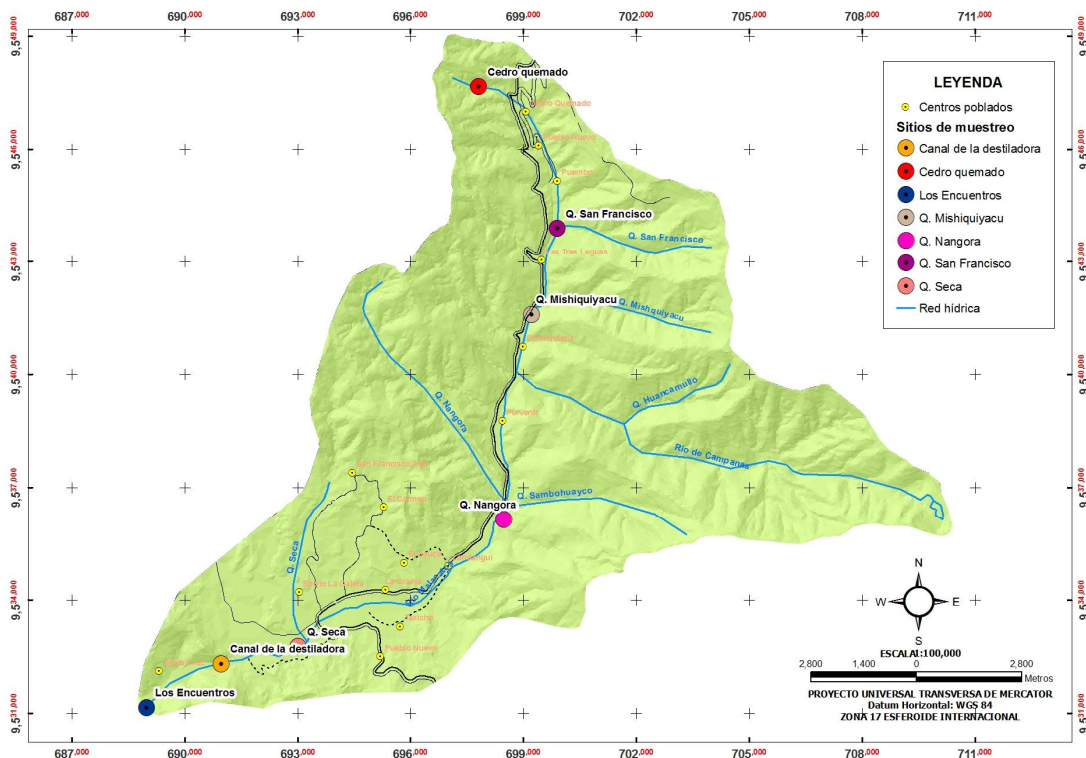


Figura 15. Ubicación de los sitios de muestreo en la microcuenca del Rio Malacatos

Luego de ubicar los sitios, las muestras fueron tomadas aguas arriba de los cursos de agua. Con la red de patada se tomaron en dos o tres puntos, de cada estación, hasta completar 2 m², se escogieron áreas con varias velocidades, o en una serie de rápidos según la homogeneidad del sustrato de la quebrada, hasta una profundidad de 0,5 m (Figura 16). Una vez que se obtuvo las submuestras, estas fueron mezcladas para obtener una sola muestra homogénea según las recomendaciones de Barbour (1999).



Figura 16. Método de recolección, enero 2009

El muestreo se realizó en bancos de vegetación que se encontraban sumergidos por un período relativamente largo (carentes de lloviznas recientes). Se evitó muestrear donde existían obstáculos. Los organismos recolectados fueron conservados en alcohol potable al 90% para la posterior identificación en el laboratorio.

En el cuadro 5 están los índices de calidad y abundancia para la medición complementaria de los bioindicadores (Ver significancia en anexo 4)

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Cuadro 3. Mediciones complementarias para la interpretación de resultados, se aplicaran los siguientes índices:

INDICE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Medidas de riqueza:		
Número de <i>taxas</i> de <i>Ephemeroptera</i> , <i>Plecoptera</i> y <i>Trichoptera</i> (<i>EPT</i>):	Está basado en la observación de la sensibilidad de estos órdenes a la contaminación y orgánica.	$EPT = \frac{EPT_{total}}{Abundancia_{total}}$
Riqueza de <i>taxones</i>	La riqueza de <i>taxones</i> generalmente disminuye cuando también disminuye la calidad del agua.	
Enumeraciones:		
Porcentaje de la familia dominante:	Una comunidad dominada por pocas especies o por un simple <i>taxón</i> puede indicar estrés ambiental y desbalance del ecosistema.	$\%_{f_{dom}} = \frac{Taxón_{do\ min\ ante}}{Número_{total}}$
Índices de similitud:		
Similitud de la Comunidad: Índice de <i>Pinkham Pearson</i> 1976	Las comunidades llegarán a ser más disímiles a medida que el estrés ambiental aumenta. Este índice incorpora aspectos relacionados con la presencia o ausencia de grupos de organismos que suministran información sobre la calidad de agua, así como también información sobre abundancia y composición de la comunidad en estudio	$IFC = \frac{D - A}{E}$ <p><i>D</i> = # total de <i>taxones</i> presentes en una muestra de referencia. <i>A</i> = # de <i>taxones</i> comunes en ambas muestras. <i>E</i> = # total de <i>taxones</i> presentes en la muestra de comparación <i>A</i> es la muestra de referencia y <i>D</i> es la estación de comparación. Al existir una mayor diferencia con la estación de referencia los valores del índice aumentan.</p>

Tabla 2. Significado de los valores del índice EPT

75 . 100 %	Muy buena
50 . 74 %	Buena
25 . 49 %	Regular
0 . 24 %	Mala

Fuente: Alba Tercedor 1996

En cada localidad el último parámetro medido fue el caudal, tomando datos para aplicar la siguiente fórmula:

$$c = \frac{d.a.p.k}{t}, \text{ donde}$$

d = distancia (1, 2 o 3 m depende también del ancho del cauce)

a = ancho,

p = profundidad,

k = constante 0,8 canales rugosos, 0,9 canales lisos,

t = tiempo.

El tiempo se obtuvo con el recorrido de un flotador en una distancia conocida, con un promedio de 5 a 9 repeticiones.

4.3.3 Metodología para establecer la estructura y distribución de las poblaciones de macro invertebrados de los sitios de muestreo.

En este caso se consideró las siguientes actividades y procesos:

4.3.3.1 Trabajo de laboratorio.

El nivel de identificación taxonómica de los bentos al que se llegó en este estudio es de familia (Figura 17), el cual proporcionó un alto grado de precisión entre las muestras y la taxonomía, exigió una menor especialización y aceleró los resultados de la valoración.



Figura 17. Observación microscópica de los macroinvertebrados, febrero 2009.

Las claves taxonómicas (Figura 18) usadas fueron las de Domínguez y Fernández (2001), Paprocki y Muñoz (2002) y Roldán (2003), también de la lámina de identificación de macroinvertebrados acuáticos (Carrera y Fierro 2001).



Figura 18. Guía de identificación de los macroinvertebrados.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

4.3.3.2 Análisis de datos biológicos.

En el Cuadro 5 se muestra el índice utilizado en la evaluación de la calidad de agua por la composición y estructura de las comunidades bentónicas y en el Cuadro 6 se evidencia los Valores del Índice Biológico Andino (A.B.I).

Cuadro 6. Índice biótico ajustado para la región andina

INDICE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Índice biótico:		
<i>Aldean Biotic Index (ABI) 2006:</i>	Este índice relaciona la presencia o ausencia de grupos de organismos identificados hasta el nivel taxonómico de familia y su nivel de tolerancia a la contaminación hídrica. Permite determinar una escala de valores para la comunidad en acuáticos y resume los puntajes en 7 categorías de calidad ambiental basadas en información regional de tipo fisicoquímica. Debe tenerse en cuenta variaciones de tipo ecológico para definir las familias predominantes de la comunidad y sus niveles de sensibilidad a contaminación de agua.	Ver anexo 3 para las puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados en el cuadro 7 el significado de la suma de sus valores. Las puntuaciones más altas son para familias menos tolerantes a la contaminación.

Cuadro 7. Significado de los valores del índice biológico (A.B.I.) y colores a utilizarse en representaciones cartográficas

Clase	Valor	Significado	Color
I	>120 101 . 120	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
II	61 . 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	36 . 60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	16 . 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Alba Tercedor, 1996.

Valores que queden con cinco unidades por exceso o por defecto de los límites establecidos en el cuadro 7, son considerados entre dos clases de

calidad, alternando los colores respectivos de las clases de calidad correspondiente.

4.3.3.3 La evaluación de la calidad del hábitat

La valoración del hábitat, definida como la evaluación de la estructura física del hábitat circundante que influye en la calidad del recurso agua y las condiciones de las comunidades acuáticas residentes fue individual, ya que depende mucho de la estimación del investigador a las características del sector que rodea a las estaciones corroborado por Cisneros y Espinosa (2001).

La matriz de valoración del hábitat (Anexo 5), se desarrolló a partir de Protocolos de Bioindicadores Rápidos (RBPs) y de los ~~Methods~~ Methods of Evaluating Stream, Riparian, and Biotic Conditions+ actualizado por Barbour (1999).

Los 10 parámetros están evaluados en una escala numérica del 0 al 20, constan en 4 categorías: Óptima (20-16), Subóptima (15-11), Marginal (10-6) y Pobre (5-0).

En el Cuadro 8 está la puntuación de evaluación establecida para cada estación.

Cuadro 8. Categorización para valoración de calidad de hábitat

Categoría de evaluación	Porcentaje de comparación	Simbología
Buena	≥90%	C
Aceptable	75 . 88%	A
Parcialmente aceptable	60 . 73%	PA
No aceptable	≤58%	NA

Fuente: Plafkin, 1990.

4.3.4 Metodología para proponer medidas preventivas para mitigar los impactos significativos en las fuentes de contaminación del agua

Para el cumplimiento de este objetivo se consideró los impactos ambientales más significativos, para los cuales se diseñaron medidas orientadas a prevenir y mitigar los impactos negativos, con el fin de:

- Anular, evitar, corregir o remediar los efectos negativos de las acciones derivadas de la contaminación del río Malacatos sobre el medio ambiente o en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar efectos positivos que existen.

Aquí se concentraron las propuestas, las tareas, los responsables, lugares, etc., basándose en el siguiente esquema:

- Programas de Manejo
- Objetivos
- Alcance
- Desarrollo
- Actores
- Presupuesto

5 RESULTADOS

5.1 INVENTARIO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES DEL RÍO MALACATOS Y SUS IMPACTOS

Las fuentes de contaminación encontradas en el río Malacatos se detalla en el cuadro 9.

Cuadro 9. Fuente de contaminación puntual

Fuente puntual	Lugares	Ubicación Geográfica		Impacto
		x	y	
Fabricas industriales	Landangui	695266	9534224	• Contaminación del río por efluentes industriales
		695283	9533943	
	Taxiche,	694416	9533236	
		694098	9533703	
	Malacatos	693562	9533303	
		693479	9533320	
	Santa Anilla	691405	9533437	
Santa Cruz	691423	9532389		
Mercado	Malacatos	689951	9532139	• Contaminación del agua por efluentes
		689970	9531982	
Camal	Malacatos	693326	9533327	• Contaminación del agua por efluentes
		693402	9533203	
Gasolinera	Malacatos	693372	9533260	• Contaminación del suelo y agua por aceites y lubricantes.
		693402	9533203	
Lavadora	Malacatos	694237	9534088	• Contaminación del suelo y agua por aceites y lubricantes.
		694278	9533779	
Aguas residuales domésticas	Malacatos	693428	9533612	• contaminación del suelo y aguas
		693565	9533435	
	Malacatos	693232	9533331	• contaminación del suelo y aguas
		693402	693402	

La figura 19 enseña las fuentes de contaminación puntuales con su respectivo valor del impacto que está definida en el Cuadro 9.

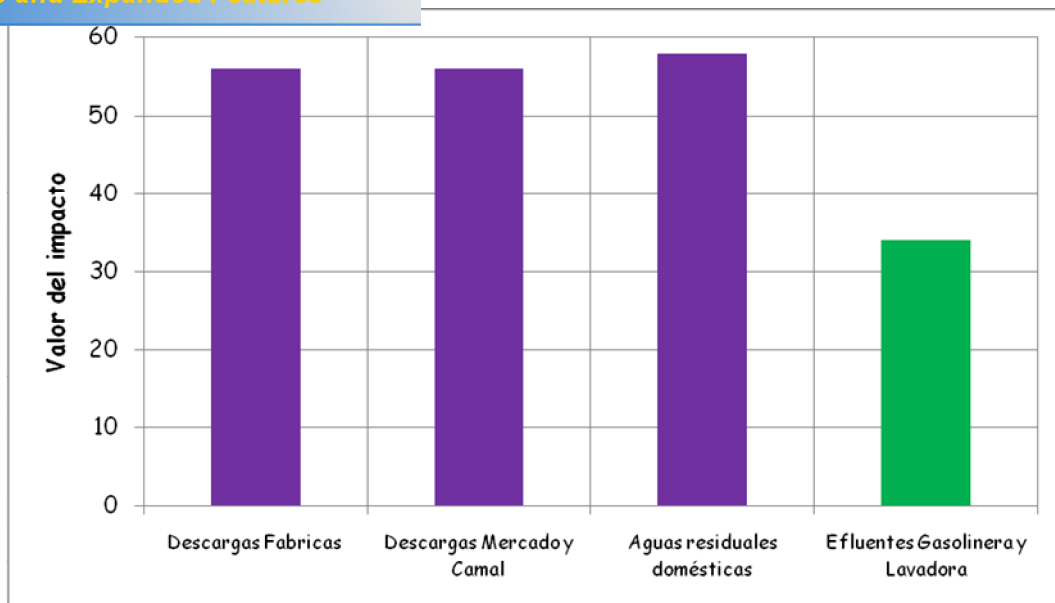


Figura 19. Valoración absoluta de las fuentes puntuales de contaminación

5.1.1 Descargas de Fábricas Industriales.

El valor de importancia del impacto que muestra la figura 19, es severo (56), esto se debe a que las aguas residuales de estas fábricas van directamente al afluente, provocando la contaminación del río, (Figura 20).



A

B

Figura 20. A) Fabrica de panela de Malacatos , B) Destilería sector Santa Anilla, diciembre 2008

5.1.2 Mercado y Camal.

Como se indica en la figura 19 el valor de importancia del impacto para ambas fuentes de contaminación es severo (56), porque sus descargas tanto

del tratamiento del camal como las aguas residuales del mercado son depositadas directamente en él sin ningún tratamiento previo. (Figura 21).



A

B

Figura 21. A) Camal de Malacatos; B) Mercado de Malacatos, diciembre 2008

5.1.3 Gasolinera y Lavadora.

Para los dos lugares (Figura 22), el valor de importancia del impacto como indica la figura 19 es moderado (34), provocan la contaminación del agua por los aceites, lubricantes y combustibles residuales que son depositados al río por medio de las tuberías de desagüe.



Figura 22. Lavadora en el sector de Malacatos, diciembre 2008

5.1.4 Aguas residuales domesticas.

El valor de importancia del impacto que muestra la figura 19, es severo (58), debido a que éstas aguas van a la red de alcantarillado sin tratamiento alguno.

La figura 23 indica las fuentes puntuales encontradas en el transecto de estudio de acuerdo a las coordenadas geográficas presentes en el Cuadro 9.

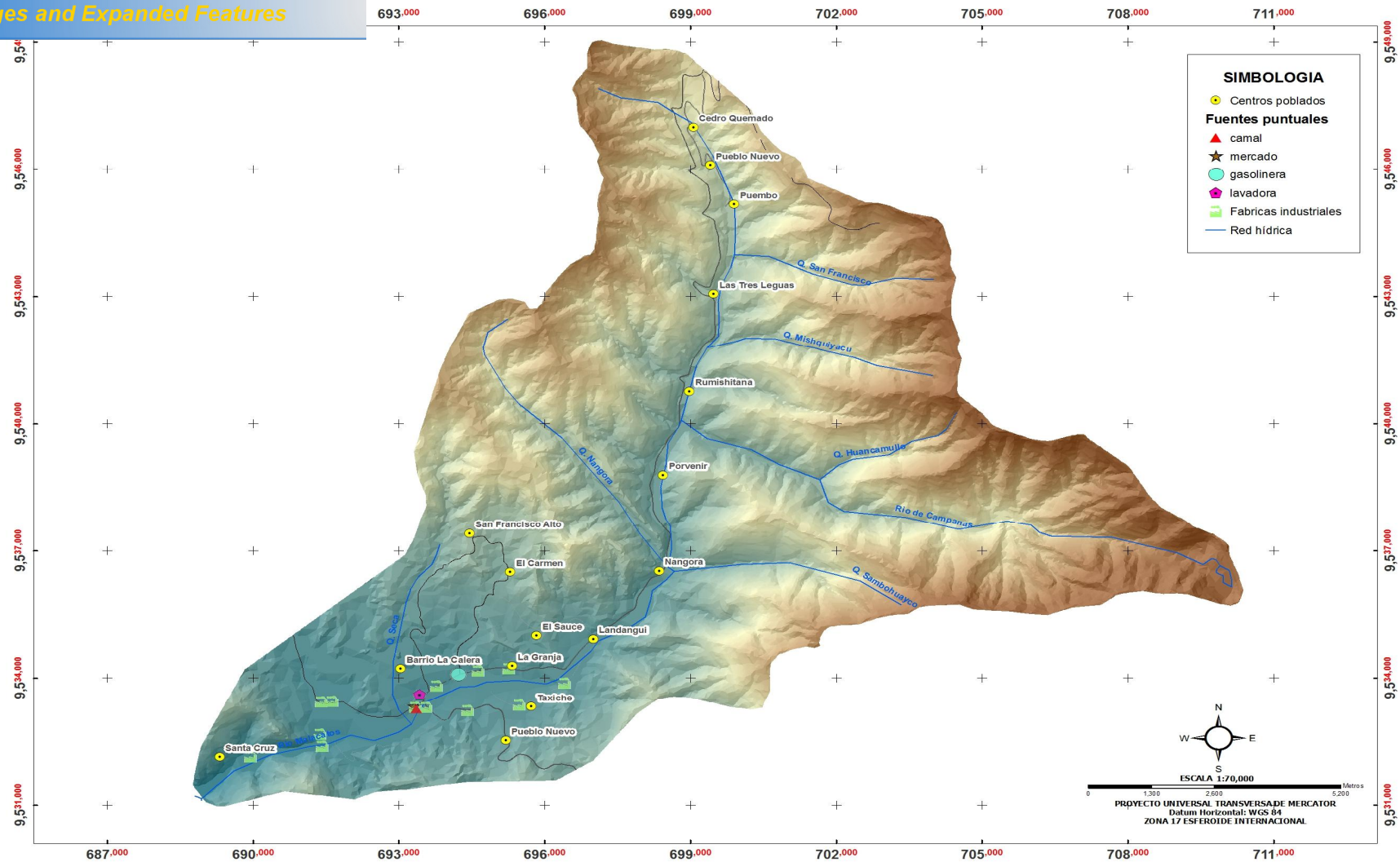


Figura 23. Mapa de ubicación de las descargas puntuales de contaminación en la microcuenca del Rio Malacatos

Cuadro 10. Fuentes de contaminación no puntuales

Fuente no puntual	Lugares	Ubicación geográfica		Impacto
		x	y	
Planteles Avícolas	Cedro Quemado,	698676	9548245	<ul style="list-style-type: none"> Degradación de la vegetación Erosión de los suelos, y el deterioro de su fertilidad y estructura. Contaminación de las aguas por lixiviados
		699202	9548260	
Ganado Vacuno	Pueblo Nuevo,	698997	9546670	
		693072	9547122	
Ganado Porcino	Puembo,	699842	9544599	
		699437	9545813	
Ganado Porcino	Rumizhitana	699163	9540310	
		699124	9540287	
Ganado Porcino	Landangui,	695125	9533371	
		695066	9533391	
Ganado Porcino	Taxiche,	695351	9534206	
		695329	9534210	
Depósitos de Residuos Sólidos	Puembo	699479	9546140	
		699481	9546427	
Depósitos de Residuos Sólidos	Rumizhitana,	698328	9597426	
		699545	9542986	
Depósitos de Residuos Sólidos	Nangora,	698755	9537114	
		698660	9537080	
Depósitos de Residuos Sólidos	Landangui,	697242	9535340	
		697287	9535277	
Extracción de material árido	Rumizhitana	699105	9540928	
		699006	9540680	
Extracción de material árido	Porvenir,	698463	9539098	
		698436	9539000	
Extracción de material árido	Nangora	697690	9535660	
		697604	9535585	
Extracción de material árido	Los Encuentros	688624	9531368	
		688737	9531395	
Cultivos con uso excesivo de pesticidas	Rumizhitana	698466	9539660	
		698540	9539801	
Cultivos con uso excesivo de pesticidas	Nangora	698384	9536666	
		698331	9536514	
Cultivos con uso excesivo de pesticidas	Landangui	695477	9534175	
		695113	9534247	
Cultivos con uso excesivo de pesticidas	Santa Cruz	696156	9532264	
		690481	9532284	
Cultivos con uso excesivo de pesticidas	Los Encuentros	688951	9531341	
		689317	9531701	
Deforestación	Rumizhitana	699113	9540408	
		698985	9540276	
Deforestación	Nangora	698828	9537586	
		698782	9537420	
Deforestación	Puembo	699794	9545122	
		699902	9544010	
Deforestación	Rumizhitana	698513	9539440	
		698511	9539430	
Deforestación	Nangora	695733	9533456	
		695736	9533479	
Letrinas	Landangui	696964	9534983	
		696891	9534664	
Letrinas	El Carmen	695406	9534189	
		695429	9534192	
Letrinas	Cabianga	695964	9533603	
		695979	9533640	
Letrinas	Santa Cruz	690016	9532187	
		690062	9532204	

En la figura 24 se indica el valor del impacto que tienen las fuentes no puntuales de contaminación que están detalladas en el cuadro 10.

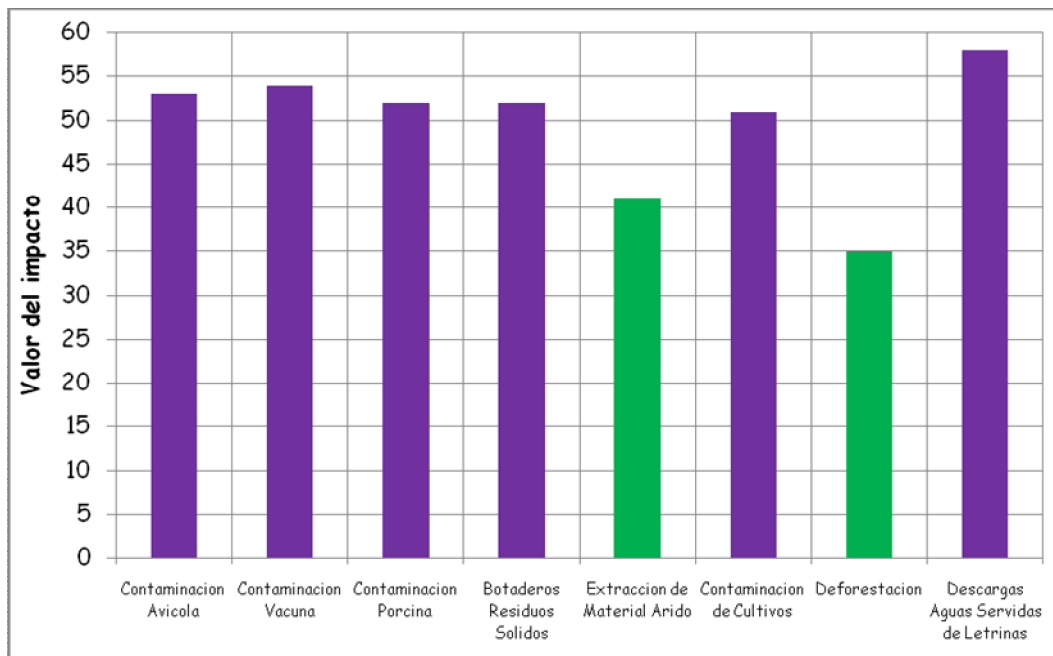


Figura 24. Valor absoluto de las fuentes no puntuales

5.1.5 Contaminación Avícola.

Como se muestra en la figura 24, el valor de importancia del impacto es severo (53), por el faenamiento avícola y limpieza del lugar. (Figura 25).



Figura 25. Galpones de pollos sector Cedro Quemado, diciembre 2008

5.1.6 Contaminación Vacuna.

Como muestra la figura 24, el valor de importancia del impacto es severo (54), esta magnitud está relacionada con la deforestación de los bosques naturales para la actividad ganadera que se desarrolla en el sector, la

degradación y pérdida de la vegetación, ocasiona a su vez proceso erosivos de los suelos, poca retención del agua y el deterioro de su fertilidad y estructura (Figura 26).



Figura 26. Actividad ganadera sector Pueblo Nuevo, diciembre 2008

5.1.7 Contaminación Porcina.

La figura 24, indica que el valor de importancia del impacto es severo (52), esta contaminación se debe principalmente por la pérdida de la vegetación natural para la construcción de los galpones de cerdos y al proceso de crianza en donde se llevan a cabo actividades de limpieza que demanda de cantidades significativas de agua que al final son descargas en los cuerpos receptores anexos y finalmente en el Río Malacatos (Figura 27).



Figura 27. Chanceras cerca de los canales de riego, sector Landangui, diciembre 2008

5.1.8 Residuos Sólidos.

El valor de importancia del impacto que señala la figura 24, es severo (52), esto afecta tanto al aire y agua por los malos olores provocados (Figura 28).

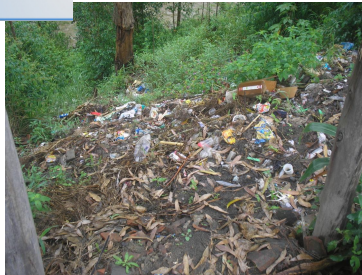


Figura 28. Residuos sólidos a la orilla del río Malacatos, sector Nangora diciembre 2008

5.1.9 Explotación de material árido.-

El valor de importancia del impacto que señala la figura 24, es moderado (41), se identificó como los principales impactos ambientales que ocasionan las campañas mineras de material árido, aquellos que están relacionados con la alteración de la escorrentía; el inadecuado tratamiento de los desechos, producto de la excavación y movimiento de tierras dentro del río y, el cambio en la estructura del suelo en la zona de influencia directa (Figura 29).



Figura 29. Explotación de material de construcción, sector El Porvenir, diciembre 2008

5.1.10 Cultivos.-

La contaminación del suelo por las malas prácticas agrícolas que desarrollan los agricultores entre otras causas por falta de capacitación en el uso de los pesticidas y las dosis adecuadas para los diferentes cultivos, repercuten significativamente en la calidad de agua. El la figura 24 nos indica que es severo (51) el valor de importancia del impacto, (Figura 30).



A

B

Figura 30. A) Diferentes cultivos, B) Aplicación de pesticidas sector Santa Cruz, diciembre 2008

5.1.11 Deforestación.-

En la figura 24, el valor de importancia del impacto es moderado (35), puesto que con la deforestación los suelos quedan totalmente descubiertos, provocando así la erosión eólica como hídrica (Figura 31).

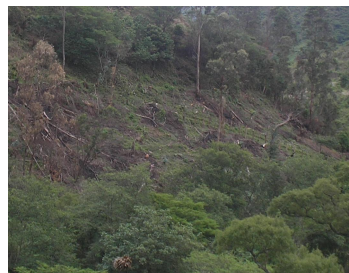


Figura 31. Deforestación en las cercanías de Rumizhitana, diciembre 2008

5.1.12 Letrinas.-

La figura 24, nos demuestra que el valor de importancia del impacto es severo (58), las letrinas del sector en la mayoría de los casos se han implementado sin tomar en cuenta parámetros técnicos relacionados con su ubicación, vida útil y aspectos sociales.

La figura 32 muestra el transecto de las fuentes de contaminación no puntuales de acuerdo a las coordenadas geográficas presentes en el Cuadro 10.

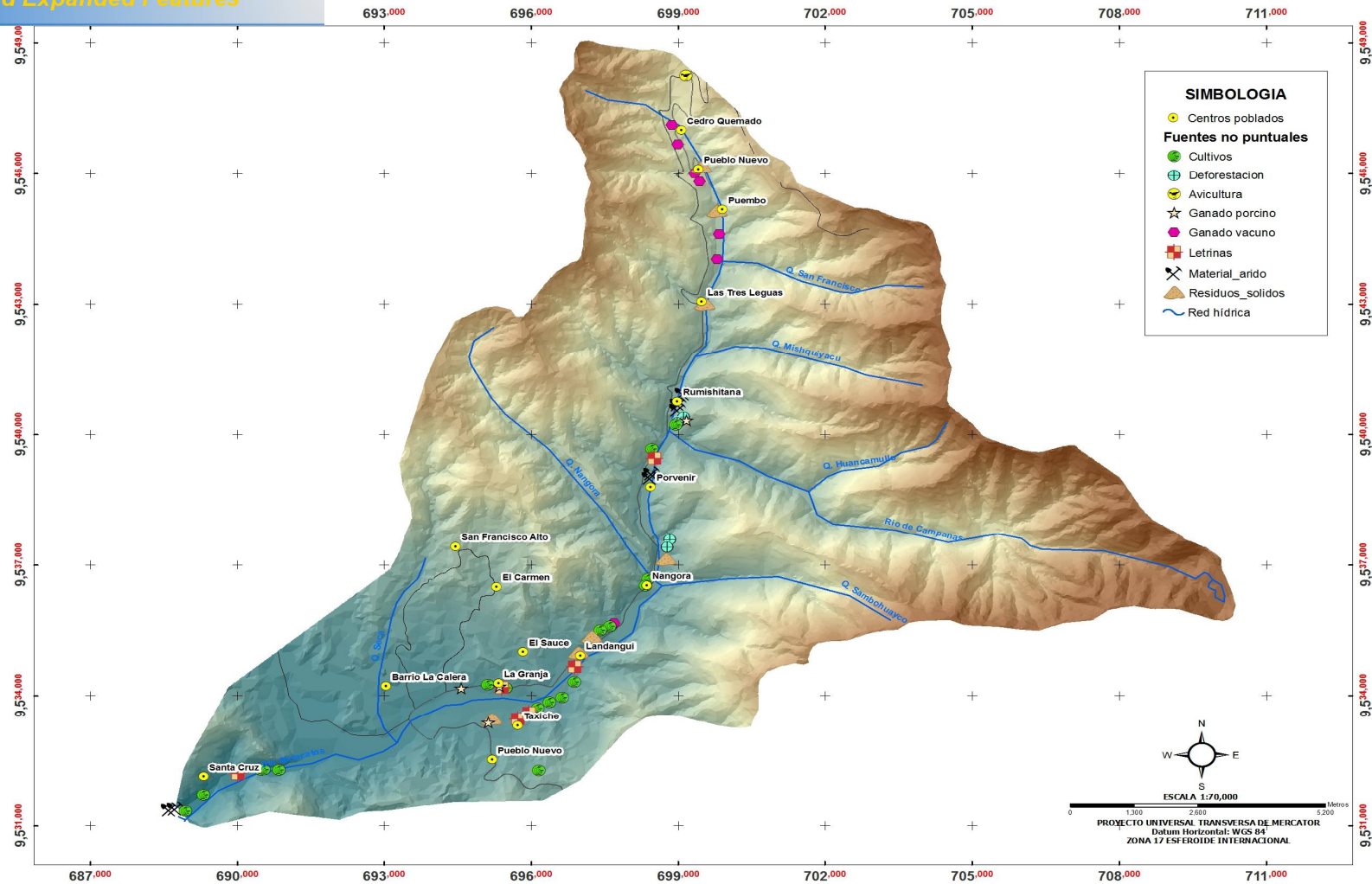


Figura 32. Mapa de ubicación de las descargas de las fuente no puntuales de contaminación en la microcuenca del Rio Malacatos

5.2 ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE MACROINVERTEBRADOS EN LAS ZONAS DE MUESTREO.

5.2.1 Parámetros Biológicos.

Los macroinvertebrados bénticos revelan las condiciones ecológicas en los ecosistemas acuáticos, debido a su reducida movilidad y a sus ciclos de vida prolongados en comparación con otros organismos. En la microcuenca del río Malacatos se capturaron 24 taxas (familia) diferentes y un total de 861 individuos de macroinvertebrados bénticos (anexo 4). De acuerdo a Jacobsen (1997), la temperatura afecta a los invertebrados de los ríos de varias formas y es la variable abiótica más relacionada con la latitud como también con la altitud, demostrando cambios en la estructura faunística y un decrecimiento en la diversidad con la altitud lo cual, situación que sin embargo no ha sido notable en este estudio.

El Phylum Artrópoda es el más importante con el 92,57% del total de la muestra. Entre los órdenes más representativos fueron Ephemeroptera (22,88%) y Trichoptera (18,47%); son muy importantes para determinar una calidad del agua buena en la mayoría de los puntos de muestreo, en relación a (Chironomidae, Tipulidae, Annelidae) grupos tolerantes a la contaminación. (Anexo 4).

La gran cantidad de taxones (24) identificados en la microcuenca, a pesar de no haberse realizado la identificación taxonómica hasta género en el presente estudio, demuestra que el conocimiento de la fauna bentónica en la región presenta oportunidades para investigar su gran diversidad.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

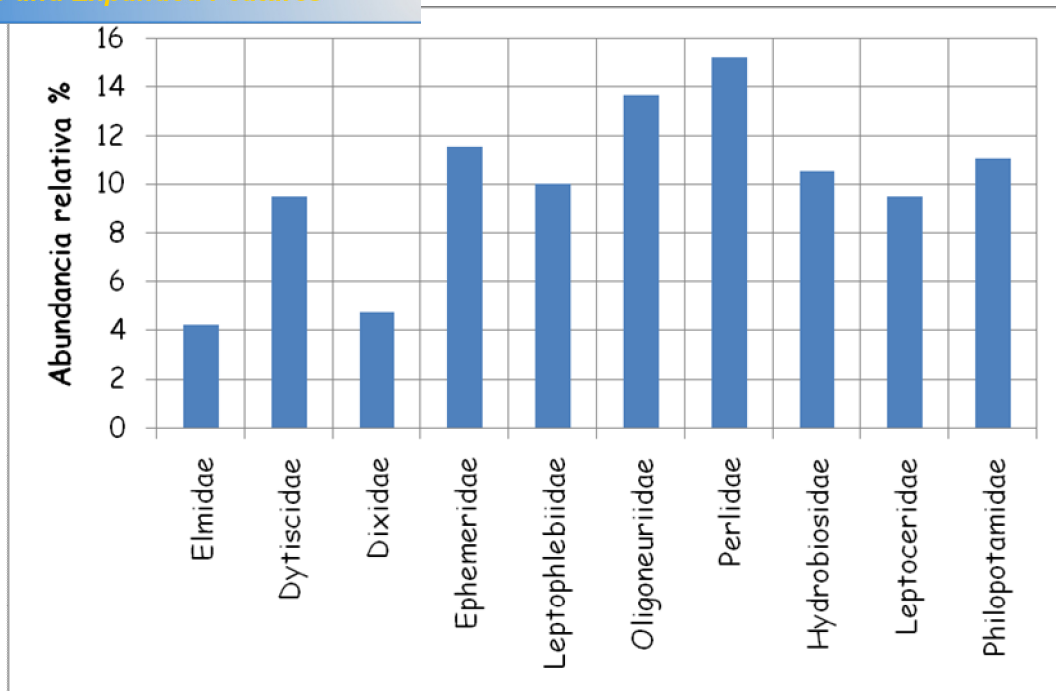


Figura 33. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 1: Cedro Quemado

En el sitio uno de muestreo se capturó 10 formas bénticas y 190 individuos (Figura 33). La familia más abundante de esta estación fue Perlidae con el 15.3% seguido de la familia Oligoneuriidae con el 13,7% del total de individuos; indica que en este sitio no hay contaminación. En los grupos restantes, los porcentajes recolectados son menores al 12%, entre los más importantes tenemos los órdenes: Ephemeroptera *Ephemeridae*, *Leptophlebridae*, Coleoptera *Elmidae*, *Dytiscidae*, Díptera *Dixidae* y Trichoptera *Hydrobiosidae*, *Philopotamidae* y *Leptoceridae*.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

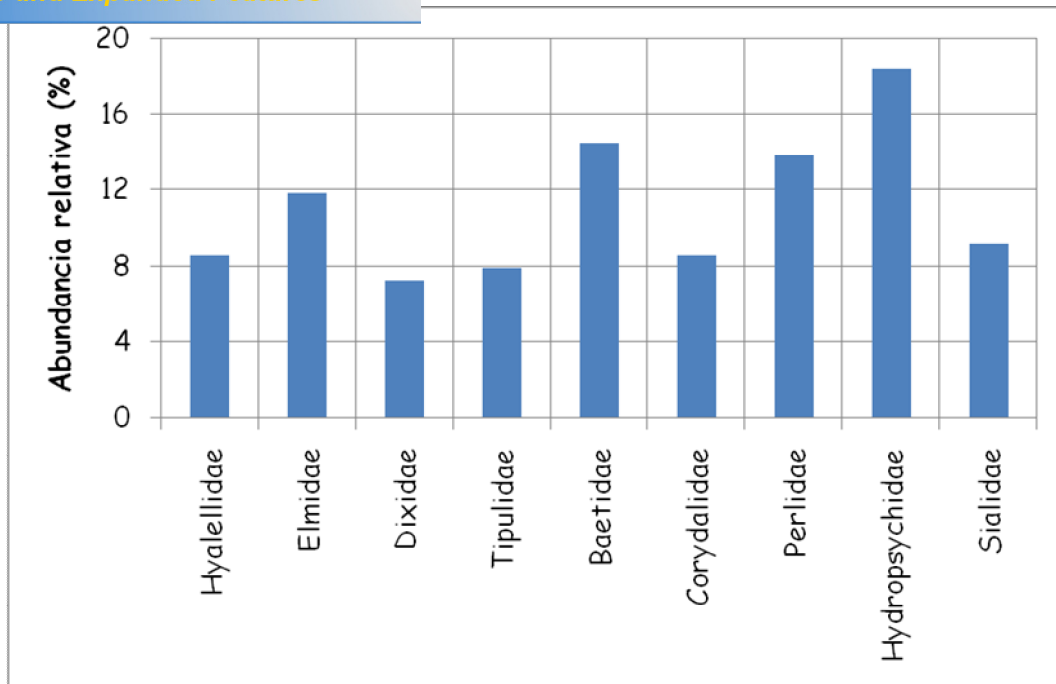


Figura 34. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 2: Quebrada San Francisco

En la Quebrada San Francisco se capturaron nueve formas bénticas y 152 individuos. Representados por la familia *Hydropsychidae* (18,4%) como la más abundante, seguido por la familia *Baetidae* (14,5%) y *Perlidae* (13,8%) lo que demuestra que hay agua de regular calidad, ya que son ligeramente tolerantes a la contaminación. De igual forma se presentó seis grupos en menor abundancia pertenecientes a los ordenes Díptera, Megaloptera, Amphipoda y Neuróptera. (Figura 34).

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

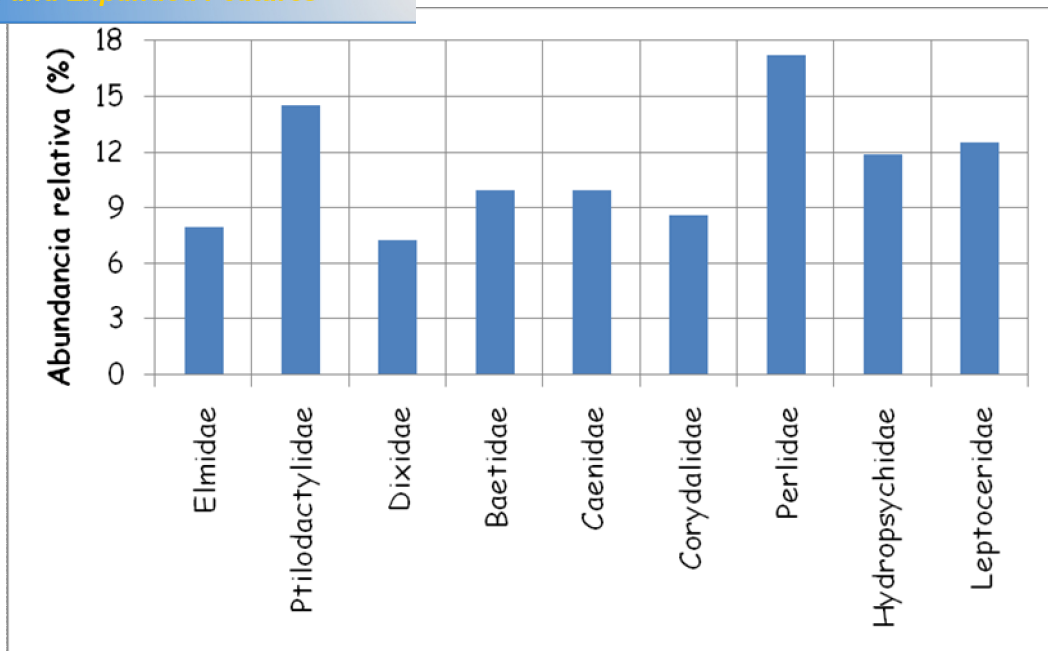


Figura 35. Abundancia relativa de macroinvertebrados en el sitio 3: Quebrada Mishiquiyacu

En el sitio 3 de muestreo se capturaron nueve formas bénticas y 151 individuos. Entre las familias más abundantes que obtuvimos fueron *Perlidae* (17,2%) lo que indica que hay agua de buena calidad, y *Ptilodactylidae* (14,6%); seguidos por las familias *Leptoceridae* e *Hydropsychidae*, existiendo un 10% de otros grupos con menor abundancia. (Figura 35).

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

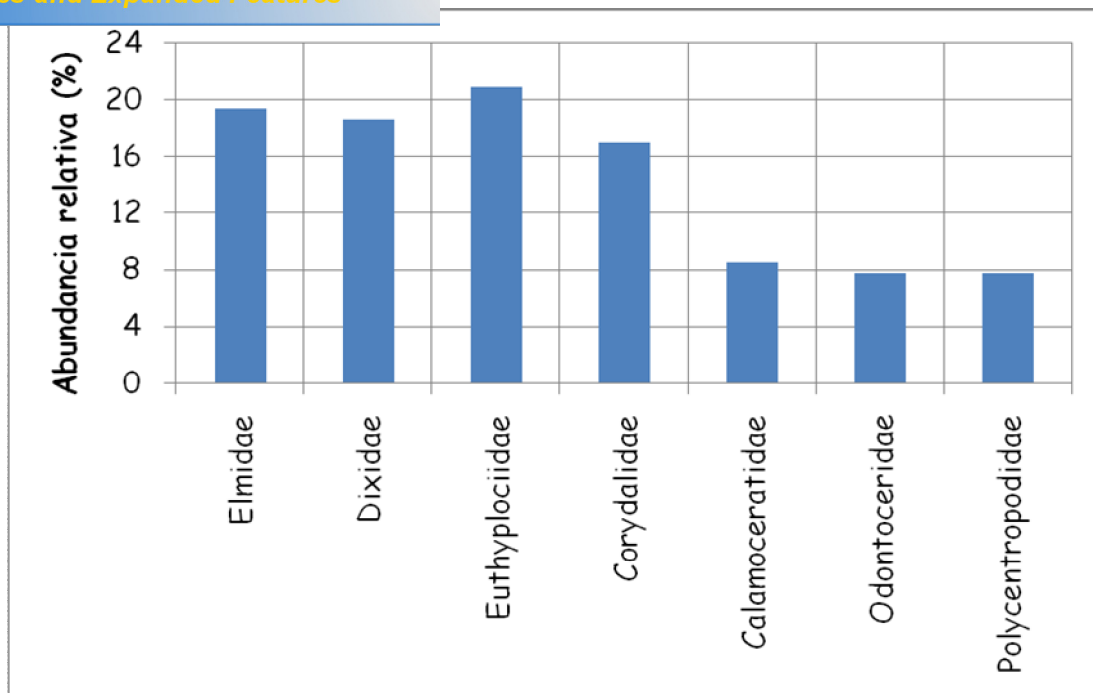


Figura 36. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio cuatro: Quebrada Nangora

En la Quebrada Nangora se capturó siete formas bénticas y 129 individuos. Entre las familias abundantes tenemos: *Euthyplociidae* (20,9%) lo que demuestra que hay aguas poco contaminadas; *Elmidae* (19,4%) *Dixidae* (18,6%) seguidos de la familia *Corydalidae* (17,1%); con una menor abundancia del (10%) tenemos a las familias *Calamoceratidae*, *Odontoceridae* y *Polycentropodidae*. (Figura 36).

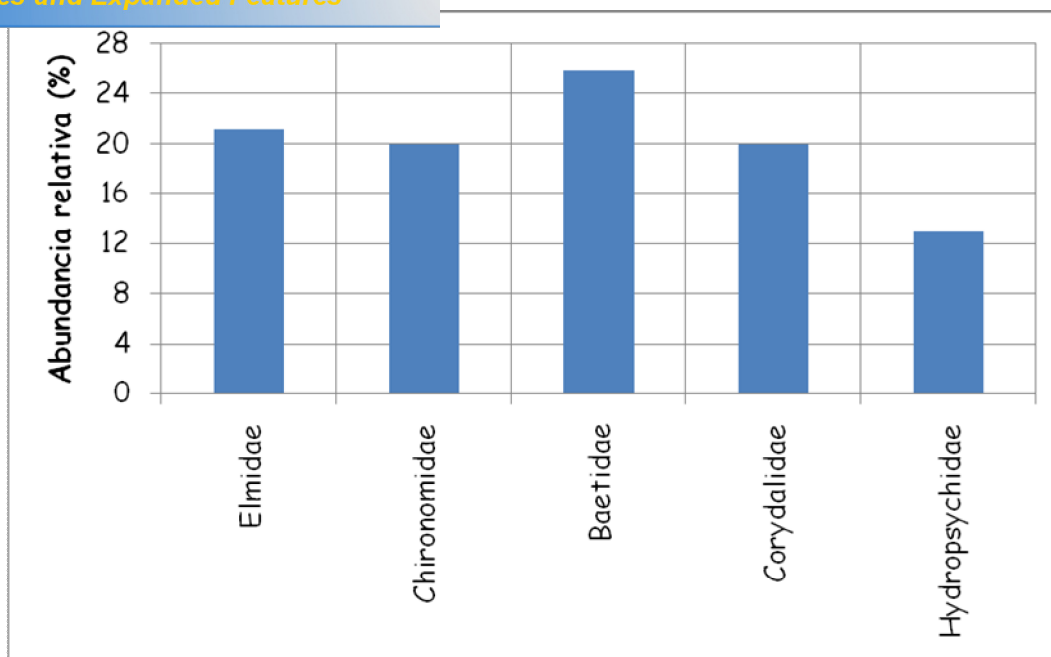


Figura 37. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio cinco: Quebrada Seca

En la Quebrada Seca se capturó cinco formas bénticas con un total de 85 individuos, entre las familia más abundante de la zona está la *Baetidae* (25,9%) seguidos de la familia *Elmidae* (21,2%) lo que indica que estas familias son ligeramente tolerantes a la contaminación; y, con un (20%) tenemos las familias *Chironomidae* y la *Corydalidae*, seguidas en un (12,9%) de abundancia *Hydropsychidae*. (Figura 37).

En el sitio 6 sector canal de la destilería, se capturó una forma béntica con un total de 64 individuos de la familia *Annelidae* (100%) revela que en este lugar existe una mala calidad de agua, debido a que estos bentos son tolerantes a la contaminación.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

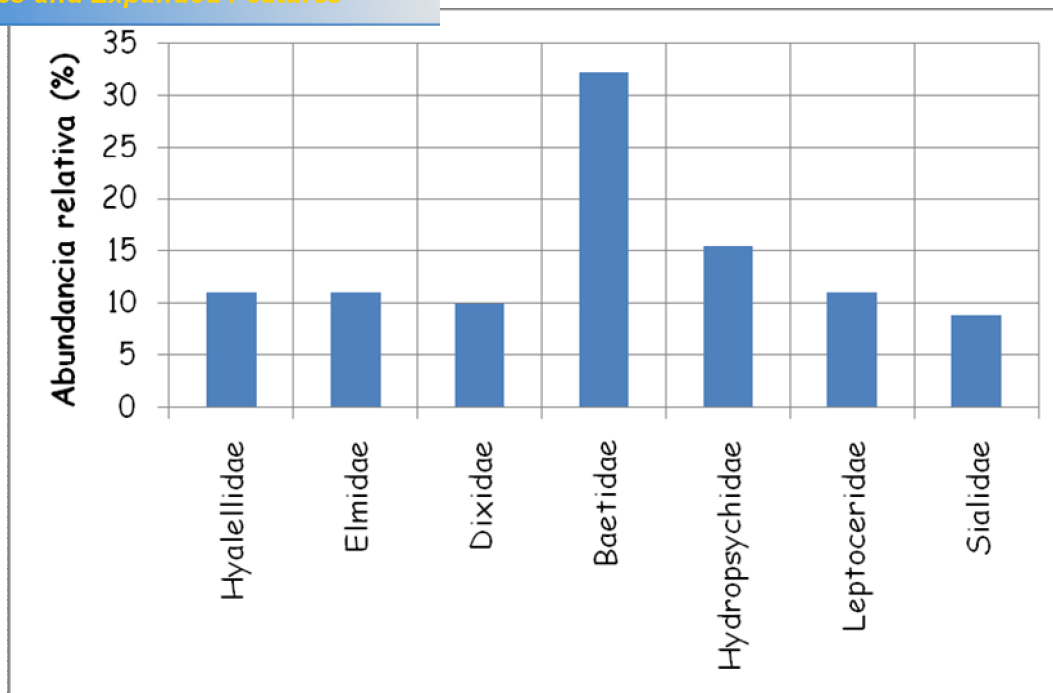


Figura 38. Abundancia relativa de los macroinvertebrados en el sitio 7: Los Encuentros

En éste lugar de muestreo fueron capturados siete formas bénticas con un total de 90 individuos, entre la familia más abundante de la zona está la *Baetidae* (32,2%), seguidos de la familia *Hydropsychidae* (15,6%) lo que indica que estos bentos son ligeramente tolerantes a la contaminación; y tres familias con un (11,1%) fueron *Hyalellidae*, *Elmidae*, *Leptoceridae*, seguidas en menor abundancia *Dixidae* y *Sialidae*. (Figura 38).

De acuerdo al porcentaje de taxón dominante encontrados en las siete zonas de muestreo la familia con *Annelidae* 100%, (muestra S6) seguidos de la familia *Baetidae* con el 32,2% y 25,9% (muestra S7 y S5), *Euthyplociidae* 20,9% (muestra S4), *Hydropsychidae* 18,4% (muestra S2) obteniendo un valor inferior la familia *Perlidae* con un 17,2% y 15,3% en las muestras S3 y S1 (Figura 39).

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

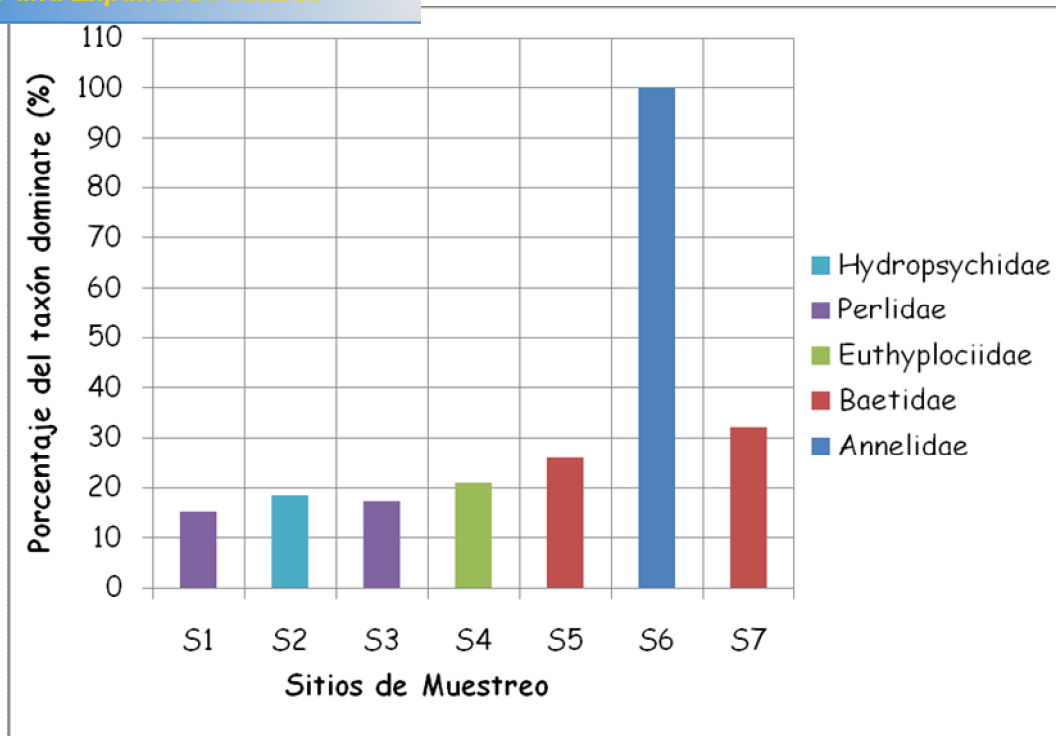


Figura 39. Porcentaje del taxón dominante.

La gran abundancia de la familia *Annelidae* en la muestra (S6), se debe principalmente a la excesiva contaminación del agua; seguida de la familia *Baetidae* en las muestras (S7 y S5), familias *Euthyplociidae* muestra (S4), *Hydropsychidae* muestra (S2), esto se debe principalmente a la ligera tolerancia a la contaminación, también se ve favorecida por la reducción de sus depredadores y competidores naturales, disponiendo de una mayor cantidad de alimento, por tanto existe un desequilibrio de las comunidades por las diferentes alteraciones naturales y antrópicas que sufre cada uno de los ecosistemas (Figura 39).

La dominancia de la familia *Perlidae* muestras (S3 y S1), se debe principalmente a que en estas zonas existen pocas fuentes de contaminación, también a la disponibilidad de material alóctono como son hojarasca, troncos caídos y desecho que se acumulan en las zonas riparias proveyendo de sitios de forrajeo y de refugio para este grupo, siendo aptos para mantener una alta abundancia y diversidad.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Annelidae
Canal de la destiladora (S6)



Baetidae
Quebrada Seca (S5) y Los Encuentros (S7)



Hydropsychidae
Quebrada San Francisco (S2)



Perlidae
Cedro Quemado (S1) y Quebrada Mishiquiyacu (S3)

Figura 40. Macroinvertebrados bentónicos dominantes en los sitios de muestreos del río Malacatos

El índice de Similitud de las Comunidades (IFC) pretende determinar el nivel de similitud de las zonas de muestreo superior con respecto a los localizados ríos abajo.

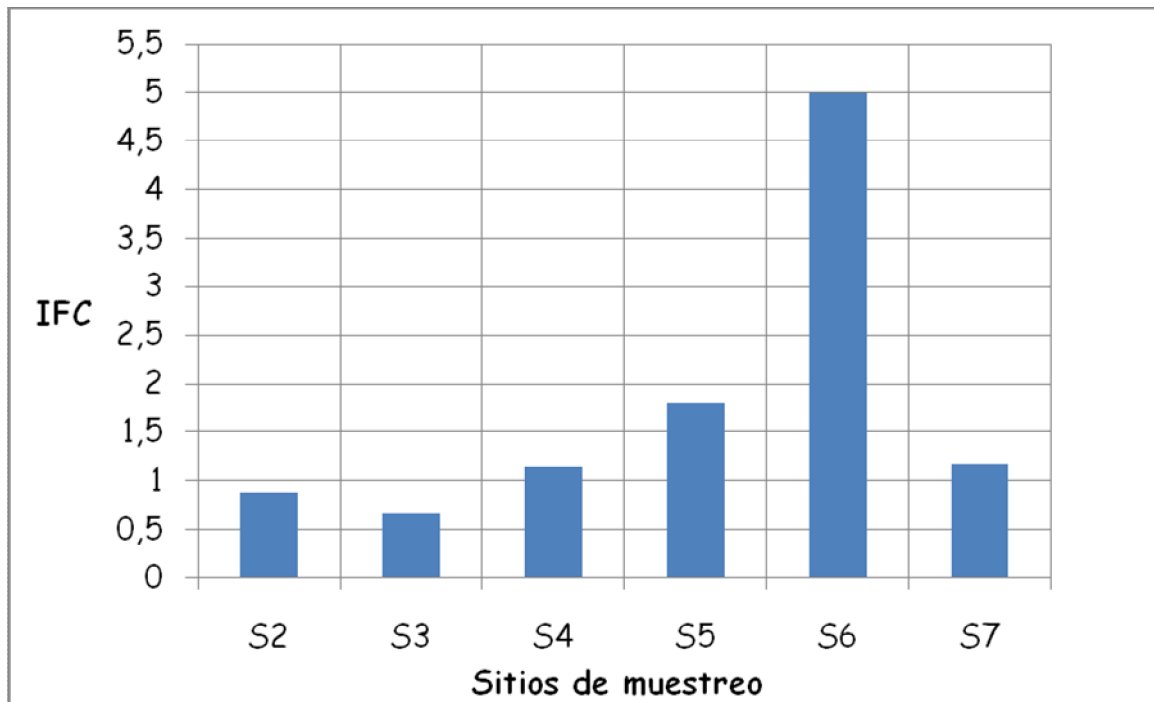


Figura 41. Índice de similitud de las comunidades respecto a la zona de referencia.

Donde, los valores mientras más se acerquen a más y menos dos, mayor similitud tendrán, se estableció como referencia a el sitio superior S1. Los valores de mayor similitud fue el sitio de muestreo perteneciente S5 (1,8); aquellas estaciones que por las condiciones de calidad del hábitat y del agua fueron diferentes como son los sitios S2, S3, S4, S6, S7 (Figura 41).

3.2.2 Caudal registrado en el río Malacatos

En la figura 42 se muestra el caudal, parámetro medido en cada zona de muestreo.

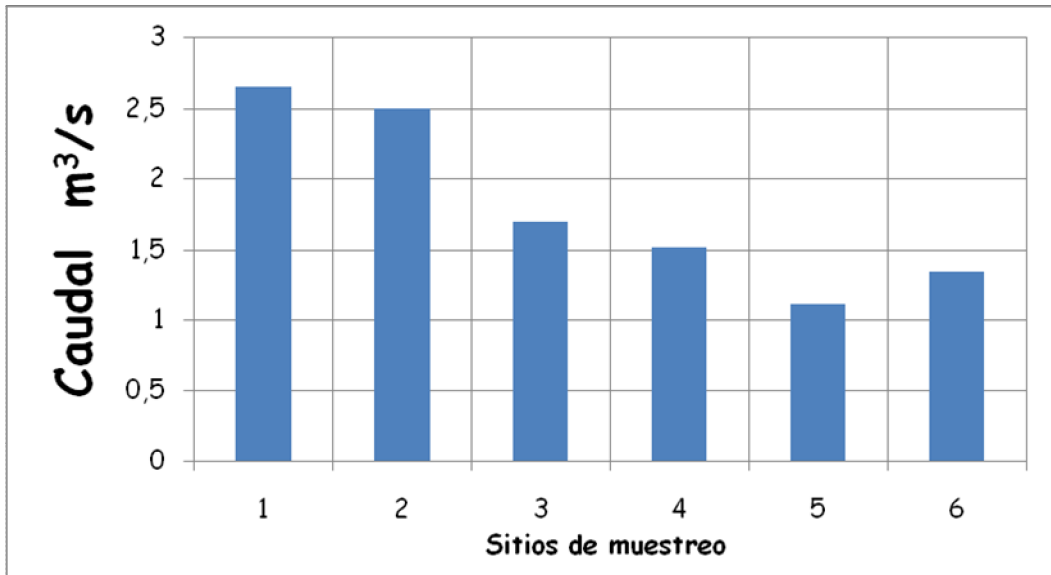


Figura 42. Caudales registrados en la microcuenca del Río Malacatos.

Los caudales obtenidos en este estudio fueron con un máximo de 2,7 m³/s y el mínimo de 1,11m³/s (Figura 42), algunos de ellos son caudalosos por las diversas vertientes y zonas de aportación de la parte alta de la microcuenca.

5.3 CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MALACATOS

5.3.1 Calidad del agua a través de bioindicadores

Los resultados obtenidos con el índice EPT fueron:

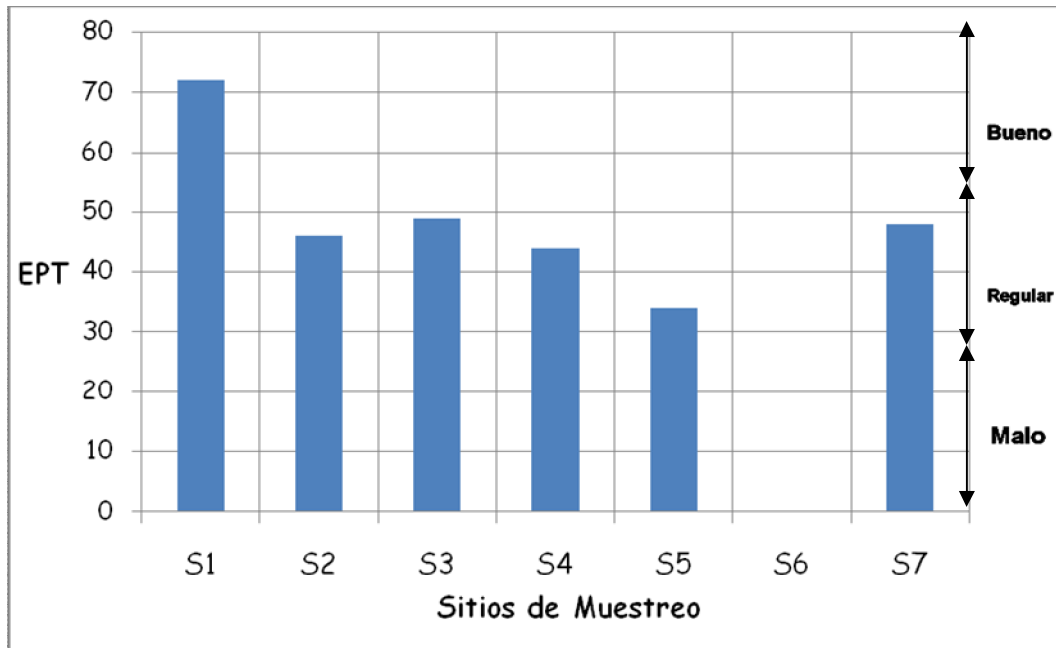


Figura 43. Índice EPT.

La figura indica que la mayoría de las zonas se encuentran en condiciones regulares, obteniendo únicamente un punto de muestreo de buenas y otra de malas condiciones (Figura 43). El obtener una regular condición de acuerdo al índice EPT en la zona media, se debe a la abundancia de la familia *Baetidae*, *Hydropsychidae*, *Euthyplociidae* en los sitios de muestreo (S2, S4, S5, S7), lo cual indica que tienen principalmente preferencia estas familias a aguas rápidas, y su ligera tolerancia a la contaminación.

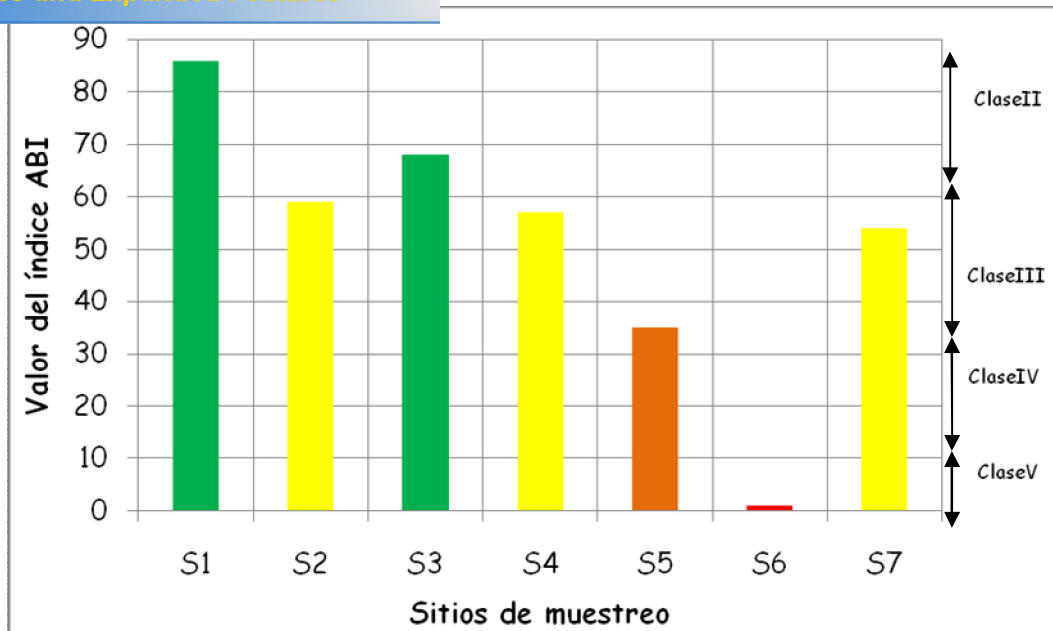


Figura 44. Índice A.B.I. adaptado, evaluado en las siete zonas de muestreo del río Malacatos.

Con el índice biológico andino (A.B.I.) adaptado por Río (2006) propuesto para la evaluación en este estudio, se obtuvieron varias fuentes de agua de calidad regular condiciones perteneciente a la clase III categorizadas como aguas contaminadas en los sitios de muestreo S2, S4, S7; como también se encontraron valores de clase II llamados aguas con algunos efectos de contaminación en los sitios S1 y S3; y, agua fuertes y muy contaminadas en los sitios de muestreo S5 y S6 (Figura 44).

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Se evaluó la calidad del hábitat de acuerdo a la metodología establecida por la Agencia de Protección Ambiental (EPA 1999), tomando en cuenta los 10 parámetros que sumados darían una puntuación de 200. Se obtuvo los siguientes resultados.

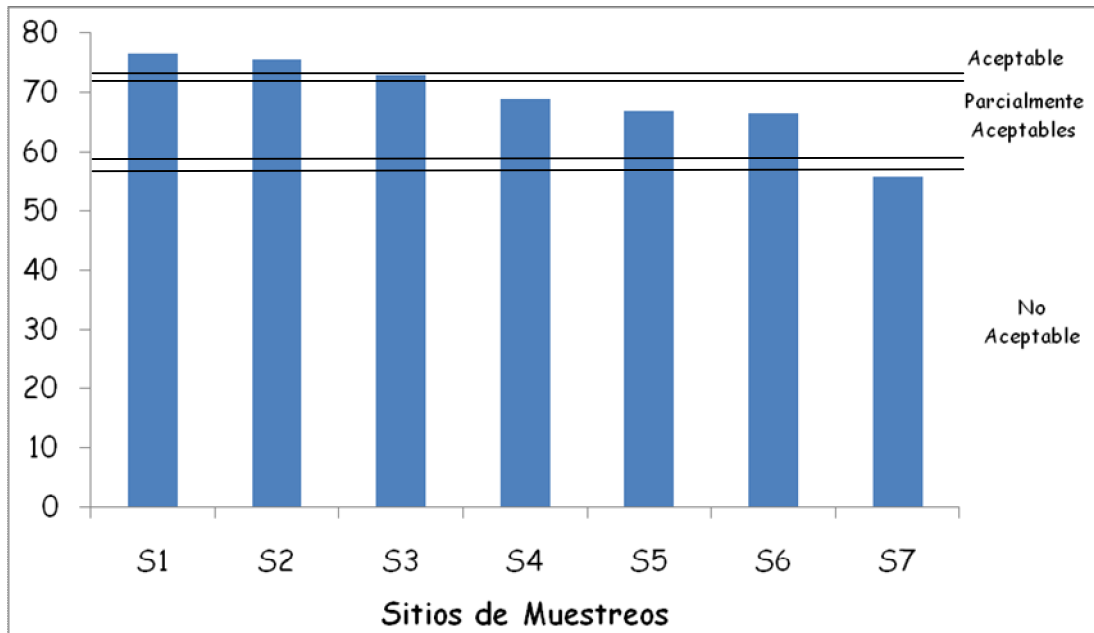


Figura 45. Calidad del hábitat, para las siete zonas de la microcuenca del río Malacatos

Los valores encontrados de las diferentes zonas de muestreo, presentaron hábitats con valores entre parcialmente aceptables y aceptables, obteniendo el valor más bajo en la zona de muestreo siete. Estos valores no podrán ser superiores debido que esas, son las condiciones causadas por actividades antrópicas como son: deforestación, extracción de material árido etc. (Figura 45).

3.3.2 Análisis Físico, Químico y Microbiológico del Agua del Río Malacatos

En los sitios 1, 4 y 7 el agua posee una calidad regular, con un porcentaje promedio de 51,76% hallándose altos valores de coliformes totales y sólidos, convirtiéndose en un recurso hídrico con menos diversidad de organismos acuáticos; en estos puntos de muestreo las causas principales son la falta de recolección de residuos sólidos en las riberas del río y también la explotación de material árido existente, con lo cual la calidad disminuye considerablemente (Cuadro 11).

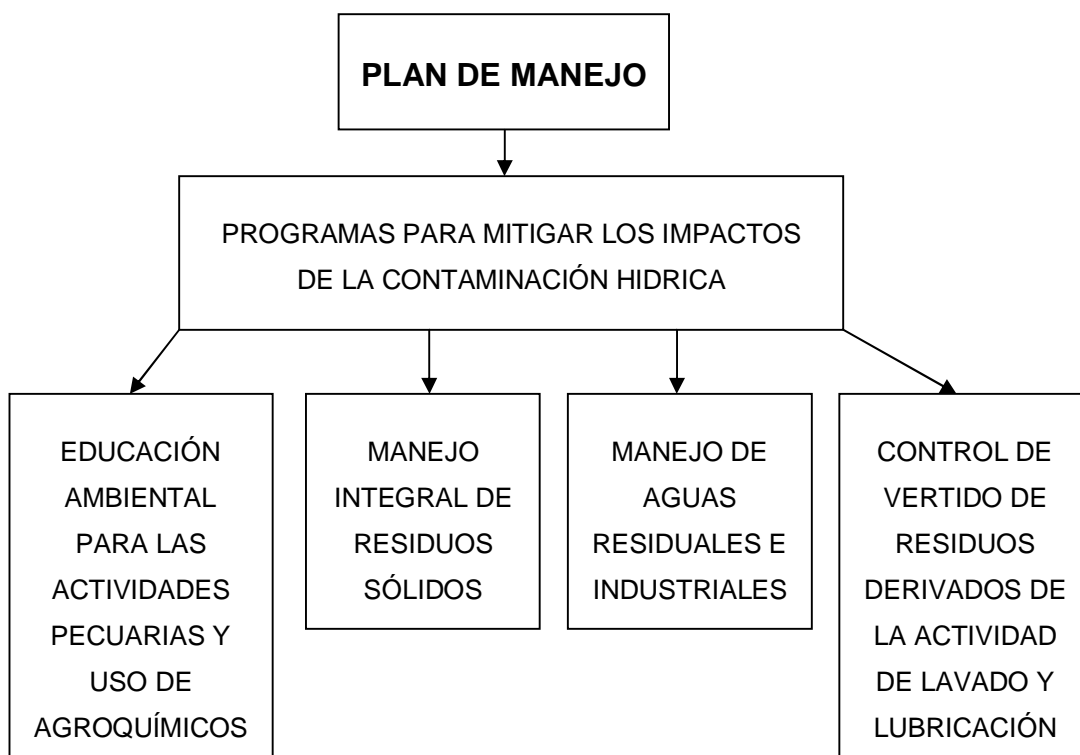
En el sitio 6 agua de calidad pésima, teniendo un porcentaje de 16,73% que desde el punto de vista de la biodiversidad, esta agua puede solamente apoyar a un número limitado de formas acuáticas de vida, y no son consideradas aceptables para actividades que implican el contacto directo con ella (Brown, 1970).

Cuadro 11. Índices de calidad ambiental tomadas en cuatro zonas de muestreo.

Parámetro	w_i	Unidades	SITIO 1			SITIO 4			SITIO 6			SITIO 7		
			Valor	Sub_i	Total	Valor	Sub_i	Total	Valor	Sub_i	Total	Valor	Sub_i	Total
1 Coliformes totales	0,15	NMP/100ml	1300	20	1,57	6000	15	1,50	58000	6	1,31	16000	12	1,45
2 pH	0,12	Unid. de pH	7,2	91	1,72	7,733	90	1,72	7,9	88	1,71	7,5	93	1,72
3 DBO5	0,10	mg/l	0,5	90	1,57	1	85	1,29	240	2	1,07	0,9	90	1,57
4 Nitratos	0,10	mg/l	0,06	97	1,58	0,10	94	1,58	0,15	91	1,57	0,12	93	1,58
5 Fósforo total	0,10	mg/l	0,04	96	1,58	0,25	94	1,58	4,60	15	1,31	0,14	98	1,58
6 Cambio de la temp.	0,10	°C	4,5	50	1,47	2,3	73	1,53	6,3	35	1,43	2	75	1,53
7 Turbiedad	0,08	NTU	1,43	95	1,44	51,0	38	1,34	180	5	1,14	168	5	1,14
8 SDT	0,08	mg/l	149	79	1,42	150	79	1,42	510	3	1,09	240	69	1,40
9 Oxígeno disuelto	0,17	mg/l	7,8	90	2,15	7,60	88	2,14	4,5	45	1,91	7,80	90	2,14
			68,39			51,76			16,73			51,07		
VALOR "ICA" $\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$			Regular			Regular			Pésima			Regular		

5.4 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS DE LA CONTAMINACIÓN HIDRICA.

Las medidas preventivas que se presentan a continuación están orientadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales generados, por las fuentes de contaminación del río Malacatos. Es necesario aclarar que estas medidas se presentan en el formato de un programa, pero ellas no obedecen a algún proceso de cuantificación de su impacto. Y están constituidas por los siguientes programas:



PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LAS ACTIVIDADES PECUARIAS Y USO DE AGROQUÍMICOS

Objetivo:

Implementar un programa de educación ambiental a los habitantes de la microcuenca que permita crear conciencia sobre el manejo adecuado de agroquímicos y residuos por actividades pecuarias

Alcance:

La mayor parte de la población de la microcuenca, sean estos dirigentes, jóvenes, adultos y niños, existentes en estos lugares especialmente en las zonas de interés hídrico.

Desarrollo:

- Este programa se ejecutará bajo el siguiente esquema:
- Se diseñará y elaborará un folleto circular divulgativo que enmarque en forma resumida los temas a tratarse en cada evento de educación ambiental reforzando lo realizado por instituciones que han venido aportando positivamente en el manejo sustentable en estas comunidades.
- Se realizará 2 talleres de educación ambiental en cada lugar a intervenir (microcuencas). Cada evento constará de charlas en las que se abordará temas tales como: aprovechamiento de residuos pecuarios para la producción de abonos orgánicos e implementación en el uso de bioplaguicidas
- Conservación y manejo del bosque; beneficios e ingresos económicos y servicios ambientales del bosque; efectos de las malas prácticas agropecuarias en el ambiente; alternativas de manejo de los recursos naturales.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Estas charlas serán dirigidas a las personas adultas en las reuniones comunales.
- Se realizará 2 eventos de capacitación con los maestros de ciencias naturales de los colegios y escuelas de los lugares involucrados. Cada evento constará de charlas en temas como: los efectos de la contaminación en la salud por el uso de plaguicidas aprovechamiento de residuos pecuarios para la producción de abonos orgánicos e implementación en el uso de bioplaguicidas.
- Conservación de la diversidad del bosque; beneficios que brinda el bosque y los daños ocasionados por el hombre al ambiente. Ellos deben a su vez transmitir lo informado a los estudiantes durante clases regulares.

Actores:

Ministerio de Salud, Ilustre Municipio de Loja.

Presupuesto:

Plan de capacitación	Actividades	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Instructor	Conferencias	2	500 mes	12.000
Desarrollo de eventos para la implementación de bioplaguicidas y abonos orgánicos de las microcuena	Materiales		50	3.000
Capacitación a maestros de escuelas y colegios	Materiales	15 charlas	10	150
Proyección de videos complementarios a las charlas	Equipo de proyección	1	1500	1.500
	Artículos de periódico	12	100	1.200
Difusión por prensa	Cuñas radiales	12	200	2.400
Elaboración de folletos	Edición	200	5	1.000
SUB TOTAL				21.250
Imprevistos 10%				2.125
Total				23.1375

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Objetivo:

Realizar un manejo adecuado de los residuos de las actividades antrópicas de los pueblos asentados en las riveras del río Malacatos.

Alcance:

Pueblos asentados en las riveras de los ríos: Puembo, Rumizhitana, Nangora, Landangui.

Desarrollo:

En vista que los principales desechos sólidos se convierten en un problema al no tomar las medidas respectivas; metodológicamente se someterá a un adecuado manejo y clasificación de los desechos en contenedores claramente identificados.

Todo esto con la precaución de minimizar el daño al medio ambiente; para lo cual se deberán adquirir los correspondientes contenedores con adecuadas tapas de cierre que eviten la emisión de los olores (Figura 46).

Para cumplir con estas acciones será necesario optimizar los procesos de recolección y acumulación de desechos sólidos previa su disposición en los contenedores para que los carros recolectores municipales dispongan en los rellenos sanitarios respectivos.

Actores

Ilustre Municipio de Loja, Junta Parroquial y habitantes de Malacatos

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Presupuesto.

DETALLE	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	costo Total (USD)
<u>Gastos del personal</u>				
Coordinador Proyecto	meses	12	1000	12.000
Consultarías		2	2500	5.000
Subtotal personal				17.000
<u>Materiales</u>				
Contenedores		20	500	10.000
movilización	Km.	3000	0.3	750
Subtotal materiales				10.750
SUBTOTAL				27.750
Imprevistos 10%				2.625
TOTAL				30.375

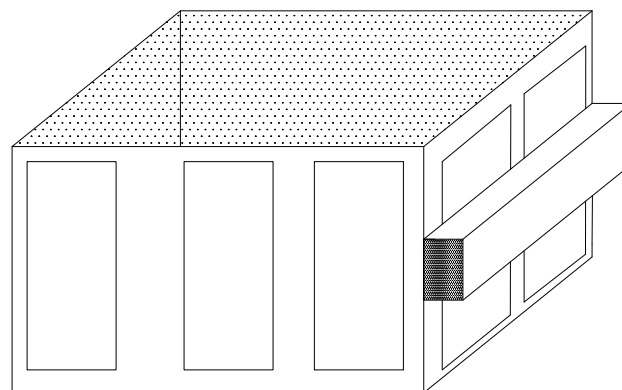


Figura 46. Contenedor de desechos

PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES E INDUSTRIALES

Objetivo:

Disminuir el vertido de aguas servidas y descargas de efluentes industriales en el cauce del río Malacatos

Alcance:

En los poblados que se no dispongan de un servicio básico de alcantarillado y fabricas que no cumplan con el control adecuado de efluentes existentes en los sitios como son: Puenbo, Rumizhitana, Nangora, Landangui, El Carmen, Cabianga, Santa Cruz.

Desarrollo: Se lo realizara en las siguientes fases:

Fase 1.- Estudio preliminar para la implementación de un programa de manejo integral de residuos sólidos y descargas de efluentes industriales. Para el estudio se realizará la caracterización de los efluentes producidos en los hogares y en las fábricas; aquí también constaran los estudios topográficos y geológicos necesarios para la implementación de un sistema de colectores. Se analizara también la demanda, la viabilidad y la forma más adecuada para la implementación de unidades sanitarias integrales.

Fase 2.- Construcción de las obras civiles: unidades sanitarias integrales; costaran de una ducha, lavabo y retrete. También se construirá en esta fase el sistema de colectores marginales el mismo que tendrá la capacidad de conducir todos los efluentes domésticos producidos en los hogares de las poblaciones previamente mencionadas. Finalmente se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales la cual se implementara con las características de los efluentes producidos, este sistema podrá un pantano artificial (Figura 47).

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Fase 3.- En esta fase se priorizara la conformación de un comité para el mantenimiento y operación del manejo de las aguas residuales, y se establecerán las tasas de pago por el servicio.

Actores:

UMAPAL, Ministerio de Inclusión Económica y Social y Gobierno Provincial de Loja: departamento de Gestión Ambiental

Presupuesto:

DETALLE	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	costo Total (USD)
<u>Gastos del personal</u>				
Coordinador Proyecto	meses	12	1.000	12.000
Técnico agrónomo permanente	meses	18	700	12.600
Promotor comunitario (mantenimiento)	meses	24	200	9.600
Subtotal personal				34.200
<u>Materiales</u>				
Caja de registro		2	3000	6.000
Sedimentador		1	7.500	7.500
Tanque Imhoff		1	15.000	15.000
Pozo secado de lodos		1	5.500	5.500
Pozo de distribución		1	3.500	3.500
Humedales	varios			1.500
Subtotal				39.000
SUBTOTAL				73.200
Imprevistos 10%				7.385
TOTAL				80.585

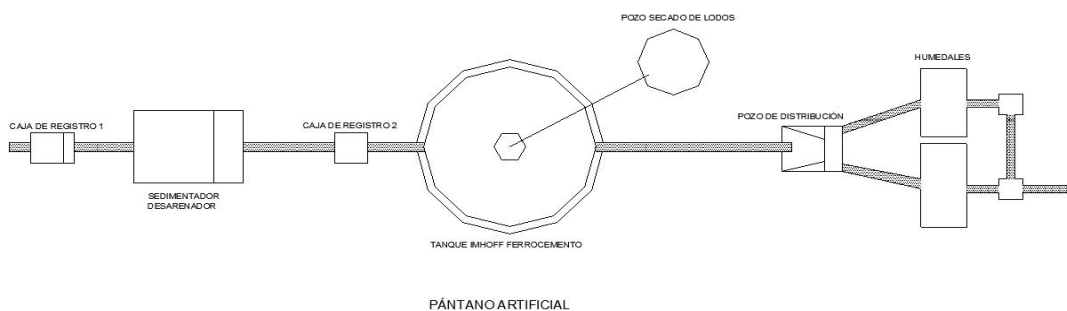


Figura 47. Pantano artificial

PROGRAMA PARA CONTROL DE VERTIDO DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DE LAVADO Y LUBRICACIÓN DE AUTOMOTORES

Objetivo:

Disminuir el vertido de contaminantes en el sistema de alcantarillado

Alcance:

A todas las áreas de la lavadora, porque no tienen un control adecuado del lugar.

Desarrollo:

Para este programa se desarrollara en el plazo de un año y las medidas y acciones serán de carácter permanente, este contemplara un proceso de capacitación en manejo de derivados de petróleo, además se capacitara en utilización de equipo para protección personal.

Primeramente se realizara tres talleres de capacitación dirigidas por personal experto, en los temas anteriormente citados, además la empresa se comprometerá en dotar del equipo de protección personal para sus trabajadores, se elabora una guía informativa sobre el procedimiento y alcance de la medida

Luego en el procederá a la capacitación a los empleados en manejo de residuos como son envases de detergente, filtros usados y envases de lubricantes, además la empresa adquirirá contenedores especiales para clasificar adecuadamente los residuos; inmediatamente se realizara la capacitación y manejo de residuos, además se realizara una guía de observación que cada empleado deberá poseer, posteriormente se adquirirá los recipientes para el manejo adecuado de residuos.

Se implementara filtros mismos que evitara que grasas y residuos de detergentes se depositen en el sistema de alcantarillado, (Figura 48)

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Finalmente se realizara un monitoreo de la calidad de las aguas, luego se adecuara una área de aproximadamente 2 metros cúbicos en donde se colocaran los filtros, posteriormente se realizara un sistema de drenaje que converja a la zona de filtros

Actores:

Ilustre Municipio de Loja, Ministerio del Ambiente

Presupuesto:

DETALLE	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	costo Total (USD)
<u>Gastos del personal</u>				
Consultor		1		2.500
Subtotal personal				2.500
<u>Materiales</u>				
Retención de sólidos		1	2.400	2.400
Trampa de grasas		1	3.800	3.800
Tanque de ecualización		1	12.000	12.000
Caja de revisión		1	2.000	2.000
Subtotal materiales				20.200
SUBTOTAL				22.700
Imprevistos 10%				3.655
TOTAL				26.355

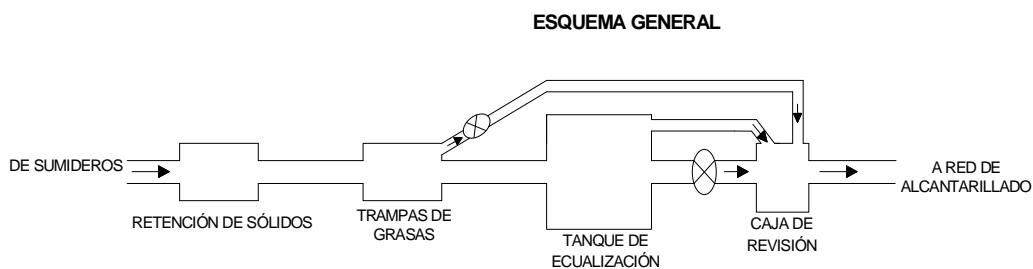


Figura 48. Filtro de grasa

En el cuadro 12 se formula programas de gestión ambiental, bajo las normas de calidad con tecnologías compatibles con el ambiente y con respeto a todas las leyes ambientales y de seguridad social del país para lo cual se compromete a:

Cuadro 12. Plan de manejo ambiental; medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación

Nº	Aspecto	Impacto	Programa Ambiental	Actividades	Responsable	Tiempo (meses)
1	Contaminación del agua por actividades pecuarias y agroquímicos	Contaminación del agua, suelo y riesgos en la salud	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LAS ACTIVIDADES PECUARIAS Y USO DE AGROQUÍMICOS	<p>Manejo de estiércol para la producción de abono orgánico.</p> <ul style="list-style-type: none"> · eficiencia en el uso del agua. · Capacitación de los agricultores sobre el adecuado uso de pesticidas · Capacitación sobre la fabricación y utilización de abonos y pesticidas orgánicos <p>Control sobre la utilización de agroquímicos por parte de la autoridad pertinente</p>	Municipio de Loja, Ministerio de Salud y MAGAP	Permanente
2	Falta de sistema de manejo de residuos sólidos	Contaminación del agua	PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	<p>Se deben implementar un plan adecuado de manejos de residuos sólidos.</p> <p>Manejar adecuadamente los envases de agroquímicos considerados biopeligrosos.</p>	Municipio de Loja	36
3	Falta de tratamiento de efluentes provenientes en el sistema de alcantarillado y de fabricas	Contaminación del agua	PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES E INDUSTRIALES	<p>Mayor eficiencia en el uso del agua.</p> <p>Construcción de unidades sanitarias integrales.</p> <p>Construir un sistema de recolección y disposición final de aguas servidas que evite la contaminación del río</p> <p>Implantación de un sistema de tratamiento de aguas residuales</p>	UMAPAL Ministerio del Ambiente	36
4	Depósitos de aguas provenientes de actividades de lavado y lubricantes de automotores	Contaminación del agua	PROGRAMA PARA CONTROL DE VERTIDO DE RESIDUOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DE LAVADO Y LUBRICACIÓN DE AUTOMOTORES	<p>Las operaciones de trasvase requeridas, se realizarán sobre material impermeabilizante para evitar contaminación de suelos y agua.</p> <p>Los residuos de aceites empleados en las operaciones, deberán ser filtrados para su rehusó posterior.</p> <p>Se implementara filtros mismos que evitaran que grasas y residuos de detergentes se depositen en el sistema de alcantarillado</p>	Municipio de Loja	36

6 DISCUSIÓN.

De los resultados obtenidos se estableció que la contaminación del Río Malacatos proviene de dos tipos de fuentes: no puntuales y puntuales; las primeras debido a las actividades agropecuarias, como sobrepastoreo, utilización de agroquímicos y sobrecarga de ganado bovino en el terreno (Rumizhitana, Porvenir, Nangora, Santa Anilla, Santa Cruz, Los Encuentros), que provoca la compactación del suelo; dentro de este tipo de fuentes también se encuentran los residuos sólidos (Puembo, Rumizhitana, Nangora,, Landanguí) por que no se cuenta con un plan adecuado de manejo; la explotación de material árido en el sector Nangora, hace que cambie el cauce natural del río provocando el aumento de derrumbes. Las fuentes puntuales se deben principalmente a la presencia de fábricas artesanales de panela, mercado, camal, gasolinera, (Landanguí, Taxiche, Malacatos, Santa Anilla, Santa Cruz) cuyos efluentes y aguas residuales son descargados directamente al río conjunto con las aguas servidas, causando una contaminación significativa. Pese a que existe una ley de prevención de contaminación desde 1976, un acuerdo ministerial para el control de la contaminación hídrica de 1989 y una ley de gestión ambiental. La Secretaria Nacional del Agua admite que no existe aún un equipo técnico permanente que monitoree el cumplimiento de las normativas para el tratamiento de las aguas residuales.

En relación al análisis de abundancia mediante bioindicadores, el índice de Similitud de la Comunidad (IFC) que se determinó para el sitio S5 con relación al sitio S1, fue parecido lo que indica que existe condiciones similares en el número de individuos; Pinkham Pearson (1976) señala que las comunidades de macrobentos, llegarán a ser más disímiles a medida que el estrés ambiental aumenta. De acuerdo a las condiciones del hábitat existentes, y la diferenciación de los otros sitios esta en relación a la variedad de usos de suelo que se dan a lo largo de la microcuenca afectando la calidad del agua, y, al medir los caudales y relacionarlos con la

comunidad de macrobentos se presentó una variación cuantitativa y cualitativa, esta ligera diferenciación también se debe a la variación del caudal principal, como afirma Arco (2005) y Vivas (2002), pues al disminuir el caudal se modifica las variables físicas (velocidad del agua y niveles de oxígeno) condiciones importantes que determinan la presencia o ausencia de la fauna béntica en el río Malacatos. Además en la zona existe una presión antrópica por el recurso agua, debido al mal uso que le dan los pobladores, puesto que su caudal es captado en ciertos lugares casi en su totalidad para el uso agrícola o consumo humano.

La calidad del agua del Río Malacatos de acuerdo al índice EPT y el Índice Biológico Andino (ABI) en el sitio 6 fue mala lo que se evidencio por la presencia de la familia *Annelidae* que es tolerante a la contaminación, como lo señala Roldan (2003), Paprocki (2002) y Zúñiga (1997) ; determinando que éstas aguas no sean aptas para consumo humana y actividades agropecuarias; contrario a lo que lo que sucede en el sitio S1 donde se encontró la presencia de la familia *Perlidae*, misma que se la encuentra en aguas de buena calidad, establecido por Roldan (2003) Río (2006), al cual se le puede dar un uso adecuado para la agricultura y el consumo humano. Se pudo determinar la existencia de una ligera disminución variación de la calidad del agua, que se localiza en la parte media y baja de la microcuenca, sitios S2, S3, S4, S5, S7, donde las actividades antropogénicos (agricultura y actividades industriales) se intensifican; cabe resaltar que en el punto 6 donde se señala anterior que la calidad es mala se debe a que es el sitio con mayor numero de actividades industriales y urbanas

Los resultados de laboratorio realizados mostraron que en cuatro sitios de muestreo S1, S4, S7 la calidad es regular, hallándose altos valores de coliformes totales y sólidos, convirtiéndose en un recurso hídrico con menos diversidad de organismos acuáticos; en estos puntos de muestreo las causas principales son la falta de recolección de residuos sólidos en las riberas del río y también la explotación de material árido existente, con lo

cuando la calidad disminuye considerablemente; y en el S6 Pésima desde el punto de vista de la biodiversidad, esta agua puede solamente apoyar a un número limitado de formas acuáticas de vida, y no son consideradas aceptables para actividades que implican el contacto directo con ella Brown, (1970); comparando con el análisis de los bioindicadores existe coincidencia en tres sitios (S4, S6, S7); mientras que los resultados del S1 es diferente, debido a que se encontró especies de macroinvertebrados (*Elmidae* y *Dixidae*) que son indicadores de buena calidad del agua y a la vez son resistentes a cierto grado de contaminación lo que en cierta forma altera el resultado (aguas contaminadas por descomposición de materia orgánica).

CONCLUSIONES

- La principal causa de contaminación del río, es el vertido directo de aguas residuales, mismas que provienen de los asentamientos y centros poblados del área de influencia de la zona así como también de los sedimentos y elementos químicos utilizados en la industrias que comúnmente existe en esta área.
- La utilización de la red de pateo como método de colecta de macroinvertebrados bentónicos establecida por la EPA para zonas de piedra, se adapta muy bien para los diferentes tipos de hábitats encontrados.
- Los valores de porcentaje de acuerdo al índice ETP obtenidos en los puntos P2, P4, P5, P7 se encuentran entre el rango 25 a 49%, lo que determinó que tienen una calidad de agua regular.
- La calidad del agua de acuerdo al porcentaje obtenido del índice ETP se encuentra entre 0 a 24 lo que determinó que los Puntos 6 se caracterizan por mantener una mala calidad de agua.
- De los diferentes índices aplicados para este estudio, el A.B.I. es el que más correlación y agilidad presenta, por su facilidad de utilización y rapidez en el tiempo de obtención de resultados, requiere solo la identificación taxonómica hasta familia; además los resultados obtenidos tienen una relación con la estructura de la comunidades bentónicas presentes, siendo afectados aquellos grupos como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera sensibles a la contaminación.
- De acuerdo al Índice A.B.I., hay más zonas que están en clase III pertenecientes a aguas de regular calidad, pero aunque en un número muy reducido también demuestran que contienen algunas especies de las familias menos sensibles y más tolerantes a algunos contaminantes tal es el caso de *Annelidae*, encontradas comúnmente en aguas de mala y hasta muy mala calidad de agua pertenecientes a clase VI y V.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Las larvas encontradas y que determinaron la buena calidad de agua en los puntos 1 y 3 de acuerdo al índice A.B.I., fueron principalmente: *Perlidae*
- La calidad regular de las aguas en las zonas 2, 4, 7 de acuerdo al índice A.B.I., se determino principalmente por las especies pertenecientes a las familias: *Hydropsychidae*, *Euthyplociidae* y *Baetidae*
- En la calidad del hábitat establecida por (EPA) de los siete puntos de muestreo solo el último punto que se ubica en Los Encuentros es de calidad no aceptable debido a la extracción de material árido en ese lugar provocando que el hábitat desaparezca poco a poco.
- En los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua comparando con los protocolos bio-valoración rápida tienen una coincidencia aceptable por lo que se demuestra que los macroinvertebrados del agua son buenos indicadores de la calidad del Agua.

8 RECOMENDACIONES

- Es importante desde el punto de vista ecológico ambiental, conservar la microcuenca del Rio Malacatos, para garantizar la calidad y cantidad del agua, la cual no solo se utiliza en actividades agrícolas sino también para el consumo humano.
- Controlar el vertido de residuos sólidos y líquidos en el cauce del rio Malacatos, así mismo determinar la magnitud de las fuentes de contaminación inventariadas.
- Promover alternativas de producción que sean compatibles con el ambiente lo que usualmente se conoce como técnicas de producción limpia que es de fácil implementación en su mayoría con resultados apreciables en la reducción de los consumos de agua y energía y en la minimización de residuos.
- Realizar esta clase de biomonitoreos periódicamente debido a que estos estudios son de bajo costo y de baja complejidad.
- Es necesario aplicar de manera urgente en cada sector de asentamiento humano y de ubicación de las industrias de destilación, un sistema de tratamiento de aguas servidas previo a su descarga en el rio Malacatos
- En estas aéreas sometidas a la actividad industrial, se debería aplicar un plan de manejo que incluya recuperación, re-vegetación y estabilización de los márgenes de los cauces hídricos, así como también de otras aéreas afectados por la erosión tanto hídrica como en la extracción de material árido y de las áreas de bosque alteradas por la acción antrópico, con especies nativas del lugar y de fácil crecimiento.
- Control y manejo de los desechos sólidos, a través de la definición de un terreno con el área y la capacidad adecuada para la implementación de un relleno sanitario local, que sirva de receptor de los desechos generados.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

- Se deberá emprender en la realización de campañas de educación ambiental interinstitucionales, con la finalidad de hacer conciencia, sobre la importancia que tiene el manejar y conservar los recursos naturales.

9 **BIBLIOGRAFICA**

Arco, I. 2005. Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación del calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. Tesis Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio de agua en Andalucía (SIAGA), Almería. 2. p. 203-213

Albariño, R. 1999. Informe sobre la Obtención de Indicadores de Calidad de Sistemas Acuáticos de Montaña en relación a la Actividad Forestal. Universidad Nacional del Comahue. p. 1-10.

Ballesteros, Y.; Zúñiga, M. and Rojas, A. 1997. Distribution and structure of the orden Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia and their relationship to water quality. Ohio Biological Survey. Colombia. p 19-23.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macro invertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.

Brown, R. 1970. A Wáter Quality Index. Water Sewage Works 11. p. 339-343

Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

Cisneros, R.; Espinosa, C., 2001. Evaluación de la calidad del agua en los ríos Zamora Huayco, Malacatos y Zamora Loja . Ecuador: Un modelo de biomonitoreos. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de

Biólogo. Universidad del Azuay. Facultad de Ciencia y Tecnología. Escuela de Biología del Medio Ambiente.

Conesa V. 2003. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3era. ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-Es. p. 66-67, 88-95.

Domínguez, E., Fernández, H., 2001. Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. Argentina. 282 p.

Gómez, K; Ordoñez, V. 2007. Evaluación y Plan de Manejo Ambiental en el Sistema de Riego Campana-Malacatos. Tesis Ing. Ambiental Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. p. 31-36.

Jacobsen, D. 1998. The effect of organic pollution on the macro invertebrate fauna of Ecuadorian highland streams. Arch. Hydrobiol. p. 179-195.

Paprocki, H.; Muñoz, F., 2002. Clave para identificación de las larvas de las familias neo tropicales de Trichoptera. En: Diplomado Insectos Acuáticos. Universidad del Valle. Santiago de Cali.

Pinkham, C.F.A y Pearson, J.C. 1976. Applications of a new coefficient of similarity to pollution surveys. J. Water Pollut. Control Fed. 717 p.

Plafkin, J., Barbour, M., Porter, K., Gross, S., and Hughes, R., 1990. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and rivers: Benthic Macro invertebrates and Fish. Environmental Protection Agency (EPA). Washington, D.C.

Río, B.; Acosta, R. and Prat, N. 2006. Distribution of macro invertebrate communities in the high Andes and their tolerance to pollution. A review and proposal of a biotic index for high Andean streams (Andean Biotic Index, ABI). Freshwater Ecology and Management, Department of Ecology, University of Barcelona. 27 p.

Roldán, G. 2005. Biomonitorización de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. 170 p.

Vivas, S. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad el uso del índice QBR. Asociación Española de Limnología. Limnética. p.135-148.

Zúñiga, MA. C., Rojas, A. y Mosquera, S. 1997. Biological Aspects of Ephemeroptera in Rivers of Southwestern Colombia (South America). P. Landolt & M. Sartori. Ephemeroptera & Plecoptera: Biology . Ecology . Systematics. p. 261-268.

10 ANEXOS

Anexo 1. Formulario para identificar las fuentes de contaminación

Nombre del sitio		
Ubicación		
Fecha		
DESCRIPCIÓN DEL SITIO		
Topografía	Económico	Ocupación del suelo
Pendiente ())	Clase baja () Clase media () Clase alta ()	Cultivo de cañas ()
Relieve ())		Pastizales ()
Irregularidad terreno ())		Bosques ()
		Huertos familiares ()
		Zonas urbanas ()
		Otros ()
TIPOS DE FUENTES CONTAMINANTES		
Fuentes puntuales		Fuentes no puntuales
Domesticas ()		Monocultivos (Agroquímicos) ()
Industriales ()		Ganadería ()
Otros		Otros

Anexo 2. Matrices de importancias de los impactos generados por las fuentes de contaminación

MATRIZ DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LAS FUENTES DE CONTAMINACION EN EL RÍO MALACATUS														
SISTEMA	FACTOR	ACCION	FACTORES AMBIENTALES											
			Contaminación Ganadera	Extracción de Material Árido	Contaminación de Cultivos	Deforestación	Contaminación Avícola	Botaderos de Residuos Sólidos	Contaminación Porcina	Descargas Fabricas	Descargas de Aguas Servidas de Letrinas	Descargas Mercado y Camal	Efluentes de la Gasolinera, Lavadora	TOTAL
Medio Abiótico	Agua	Agua en proceso de baja calidad	64	37	64	34	64	64	64	84	74	62	48	659
		Contaminación de aguas subterráneas	41	20	25	20	28	25	20	23	28	21	17	268
		Desperdicio del recurso agua	26	33	38	25	29	15	27	40	40	58	18	349
		Alteración de propiedades químicas y físicas del agua	64	32	64	32	64	64	64	62	60	60	48	614
		Alteración del drenaje natural	58	62	62	50	62	62	62	60	62	62	44	646
		Hay variaciones en el caudal	58	62	62	50	62	62	62	74	62	62	44	660
		Generación de Olores	55	13	30	13	60	60	58	58	60	62	23	492
		Generación de sedimentos	62	72	64	54	52	62	62	46	74	58	26	632
		IMPORTANCIA ABSOLUTA	428	331	409	278	421	414	419	447	460	445	268	

memores a 25 **compatibles**
 25 y 50 **moderads**
 51 a 75 **severos**
 superior a 75 **críticos**

Anexo 3. Puntuaciones del índice ABI (2006) de las familias encontradas en la microcuenca del río Malacatus

Phyllum	Clase	Orden	Familia	A.B.I.
Artrópoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
			Ptilodactylidae	10
			Dytiscidae	9
		Díptera	Chironomidae	2
			Dixidae	7
			Tipulidae	3
		Ephemeroptera	Baetidae	7
			Caenidae	7
			Ephemeridae	9
			Leptophlebiidae	9
			Euthyplociidae	9
			Oligoneuriidae	10
		Megaloptera	Corydalidae	6
		Plecoptera	Perlidae	10
		Trichoptera	Calamoceratidae	10
			Odontoceridae	10
			Hydrobiosidae	9
			Hydropsychidae	7
			Leptoceridae	8
			Philopotamidae	9
Polycentropodidae	9			
Neuróptera	Sialidae	6		
Crustacea	Amphipoda	Hyaellidae	7	
Annelida	Olichchaeta	Haplotaxida	Annelidae	1
			Tubificidae	1

Anexo 4. Bentos encontrados en los siete puntos de muestreo de la microcuenca del rio Malacatus

Provincia	Loja						
Cantón	Loja						
Localidad	Malacatos						
Lugar de muestreo	Cedro Quemado	Q. San Francisco	Q. Mishiquiyacu	Q. Nangora	Q. Seca	Canal de la destiladora	Los Encuentros
Altitud(m s.n.m.)	2387	2077	1920	1710	1484	1425	1360
Longitud (UTM)	697808	699888	699210	698462	693006	690964	688977
Latitud (UTM)	9547660	9543902	9541604	9536148	9532780	9532322	9531156
Zonas	1	2	3	4	5	6	7

Phyllum	Clase	Orden	Familia	# Ind	%	# Ind	%	# Ind	%	# Ind	%	# Ind	%	# Ind	%	# Ind	%	
Annelida	Olicheta	Haplotaxida	Annelidae											64	100			
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae			13	8,55									10	11,11	
		Coleoptera	Elmidae	8	4,21	18	11,84	12	7,95	25	19,38	18	21,18				10	11,11
	Ptilodactylidae						22	14,57										
	Dytiscidae		18	9,47														
	Diptera	Chironomidae											17	20				
		Dixidae	9	4,74	11	7,24	11	7,28	24	18,60							9	10
		Tipulidae					12	7,89										
	Ephemeroptera	Baetidae					22	14,47	15	9,93			22	25,88			29	32,22
		Caenidae							15	9,93								
		Ephemeridae	22	11,58														
		Leptophlebiidae	19	10														
		Euthyplociidae									27	20,93						
		Oligoneuriidae	26	13,68														
	Megaloptera	Corydalidae					13	8,55	13	8,61	22	17,05	17	20				
	Plecoptera	Perlidae	29	15,26	21	13,82	26	17,22										
	Trichoptera	Calamoceratidae									11	8,53						
		Odontoceridae									10	7,75						
		Hydrobiosidae	20	10,53														
		Hydropsychidae			28	18,42	18	11,92					11	12,94			14	15,56
		Leptoceridae	18	9,47					19	12,58							10	11,11
Philopotamidae		21	11,05															
Polycentropodidae									10	7,75								
Neuroptera	Sialidae					14	9,21									8	8,89	
TOTAL	INDIVIDUOS			190		152		151		129		85		64		90		
	CLASES			1		2		1		1		1		1		2		
	ORDENES			5		8		6		4		5		1		6		
	FAMILIAS TOTAL			10		9		9		7		5		1		7		

Anexo 5.- Valoración de la Calidad del Hábitat.

Parámetros del hábitat	Categoría			
	Optimo	Suboptimal	Marginal	Pobre
1. Substrato; hábitats que podrían ser colonizados	Más del 70% de los hábitats son favorables para la colonización; mezcla de substratos como son leños sumergidos, piedras, cortes en las orillas u otro hábitat estable que permite la colonización potencial completa (es decir, troncos u obstáculos imprevisto que no han sido de caída resiente y no temporal).	40 -70% de mezcla de hábitats estables; potencial para la colonización completa; hábitat adecuado para el mantenimiento de las poblaciones; presencia de substrato de una caída reciente, pero que todavía no está preparado para la colonización (puede estar al extremo alto de la escala).	20 - 40% de mezcla de hábitats estables; disponibilidad menor de hábitats; los substratos frecuentemente perturbados o removidos.	Menos del 20% de hábitats estables; falta obvia de hábitats; substrato inestable o faltante.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2. Partículas que rodean al substrato	0 - 25% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino. Estratos de piedra proporcionan una diversidad de espacio del nicho.	25 - 50% de la grava, piedra y rocas grandes rodeadas por sedimento fino.	50 - 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeadas por sedimento fino.	Más del 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeado por sedimento fino.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3. Velocidad y Profundidad	Todos los cuatro regímenes de velocidad y profundidad lo presentan (lento - profundo, lento - poco profundo, rápido - profundo, rápido - poco profundo). (Lento es <0.3 m/s, profundo es > 0.5 m.)	Sólo 3 de las 4 categorías lo presentan.	Sólo 2 de las 4 categorías presentan en el hábitat (rápido - poco profundo o lento - poco profundo están ausentes).	Dominado por 1 velocidad y profundidad (normalmente lento -profundo).
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4. Acumulación de sedimento	Pequeño o ningún agrandamiento de islas o puntos de obstrucción. Menos del 5% del fondo afectado por depósitos de sedimento.	Una formación pequeña de barreras, principalmente de arena gruesa, arena o sedimento fino. 5 - 30% del fondo afectado; deposición ligera en piscinas.	Acumulación moderada de arena gruesa, arena o sedimento fino en barreras anteriores y recientes; 30-50% del fondo afectado; el sedimento es depositado encogiendo el lecho.	Depósitos altos de material fino, aumento en las barreras; más del 50% del fondo cambian frecuentemente; piscinas casi ausentes debido a la acumulación sustancial de sedimento.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5. Estado del Flujo del cauce	Las bases de las dos orillas de la cuenca del río y el substrato del cauce están expuestas en una cantidad mínima.	El agua llena >75% del cauce disponible; o < 25% de substrato del cauce es expuesto.	El agua se llena del 25 - 75% del cauce disponible, o los substratos de los rápidos son principalmente expuestos.	Una muy pequeña cantidad de agua en el cauce, principalmente se presenta como piscinas permanentes.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
6. Alteración del cauce	Canalización o dragado ausentes o mínimos; arroyo con una forma normal.	Presenta algunos canalizaciones, normalmente en áreas de los estribos de los puentes; evidencia una canalización pasada, es decir, dragado (hace más de 20 años) tal vez presente, pero reciente no está presente la canalización.	Canalización tal vez extensa; terraplenes o estructuras presentes en ambas orillas; y del 40 al 80% del arroyo canalizado e interrumpido en un tramo.	Las orillas apuntaladas con gaviones o cemento; más del 80% del arroyo canalizado e interrumpido. El hábitat del río alterado altamente o quitado completamente.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7. Frecuencia de rápidos (o recodos)	Presencia de rápidos relativamente frecuente; la proporción entre la distancia de rápidos dividido por ancho del arroyo es < 7:1 (generalmente 5 a 7); la variedad de hábitats es importante. En arroyos donde los rápidos son continuos, la presencia de rocas grandes u otros, obstáculos naturales son importante.	Presencia de rápidos poco frecuentes; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 7 a 15.	Rápidos o recodos ocasionales; los contornos del fondo proporcionan algún hábitat; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 15 a 25.	Generalmente toda el agua es uniforme o rápidos poco profundos; hábitat pobre; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo es una proporción >25.
PUNTUACIÓN	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8. Estabilidad de la orilla (cuenta cada orilla) Nota: Determine el lado izquierda o derecho enfrentando río abajo.	Orilla estable; evidencia erosión o fallo de la orilla ausente o mínimo; pequeño potencial para problemas futuros. <5% de banco afectado.	Moderadamente estable; poco frecuente, pequeñas áreas de erosión han sanado principalmente encima. 5 -30% de la orilla tiene áreas de erosión.	Ligeramente inestable; 30 - 60% de la orilla en tiene áreas de erosión; potencial alta de erosión durante diluvios.	Inestable; muchos áreas erosionadas; áreas "descubiertas" frecuentan a lo largo de las secciones rectas y curvas; orilla con desprendimientos obvios; 60 - 100% de la orilla tiene marcas de erosión con cicatriz.
PUNTUACIÓN (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
PUNTUACIÓN (RB)	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
9. Protección de la vegetación (cuenta cada orilla)	Más del 90% de la superficie de las orillas del río y las zonas ribereñas inmediatas, cubiertas por vegetación nativa, incluso de árboles, arbustos o macrófitas; interrupciones de la vegetación mínimo o no evidente; casi todas plantas tuvieron un crecimiento natural.	70 - 90% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación nativa, pero una clase de plantas no es bien representada; interrupción evidente pero no afecta el potencial crecimiento de las plantas para extenderse; más de la mitad son pequeñas plantas potenciales y el resto altas.	50 - 70% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación; interrupciones obvias; parches de tierra desnuda o la vegetación estrechamente segada común; menos de la mitad de plantas de pequeñas son plantas potenciales y el resto altas.	Menos del 50% de la superficie las orillas de río cubiertas por vegetación; la interrupción de la vegetación en las orillas es muy alta; se ha quitado vegetación a 5 centímetros o menos en media altura del rastrojo.
PUNTUACIÓN (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
PUNTUACIÓN (RB)	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
10. Ancho de la vegetación ribereña (cuenta cada orilla)	Ancho de la zona ribereña > 18 metros; actividades humanas (es decir, parques de estacionamiento, carreteras, cortes claros, césped, o cosechas) no hay una zona impactada.	Ancho de la zona del ribereña 12 - 18 metros; las actividades humanas sólo han impactado la zona mínimamente.	Ancho de la zona ribereña 6 - 12 metros; las actividades humanas han impactado un gran parte a la zona.	Ancho de la zona de ribereña < 6 metros; pequeño o ninguna vegetación ribereña debido a las actividades humanas.
PUNTUACIÓN (LB)	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
PUNTUACIÓN (RB)	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

Parámetros ser evaluado probando alcance

Anexo 6. Resultados de análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua.

ESTUDIOS TÉCNICOS AGUAS Y SUELOS

Ciudadela "la Pradera" Cedros Mz. 59. N° 25-25 entre Alisos y Laureles
Tebaida Baja: Ave. Pío Jaramillo A. 18-72 entre Cuba y Chile "PRODIAL"
Teléfonos: 072-589 913/584 594//Telefax: 072-577 707/576 592
Cel.: 091549877/086673692//e-mail: eaquasyuelos@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENSAYO: N° ETAS - 09 - 0062	REMITENTE: Egodos: Marlon Andrade y Mercy Medina.
PROYECTO: Determinación de la calidad del agua mediante bioindicadores (AAcroinvertebrados) en la Microcuenca del Río Malacatos.	DIRECCIÓN: 18 de Nov. entre Colón y J. Antonio Eguiguren
	TELEFONO MÓVIL: 094615060 // 080609723

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 14- 03- 2009	MUESTRA: Agua del río Malacatos.
FECHA DE INGRESO: 14- 03- 2009	DESCRIPCIÓN: Envase plástico y Estéril REFERENCIA: #1
FECHA DE ANÁLISIS: 14- 03- 2009	CODISO: M A - 01 CANTIDAD: 3000 ml
FECHA DE REPORTE: 19- 03- 2009	CANTÓN: Loja PARROQUIA: Malacatos
FECHA DE ENTREGA: 19- 03- 2009	PROVINCIA: Loja SECTOR: Cajanuma

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento

Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	1,43	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	14,5	Condición	NaturakO-3°C	AWWA	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	149	-	1000	AOAC 920.193	TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	PH	7,2	6.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Fósforo	mg/l	0,04	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Nitrato	mg/l	0,06	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
DBO5	mg/l	0,5	-	No>2	AOAC 973 - 44	TULAS
OD	mg/l	7,8	-	No<6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Totales	NMP/100ml	1300	-	3000	APHA 9221 B	TULAS

ESTUDIOS TÉCNICOS AGUAS Y SUELOS

Ciudadela "la Pradera" Cedros Mz. 59. N° 25-25 entre Alisos y Laureles
Tebaida Baja: Ave. Pío Jaramillo A. 18-72 entre Cuba y Chile "PRODIAL"
Teléfonos: 072-589 913/584 594 // Telefax: 072-577 707/576 592
Cel.: 091549877/086673692 // e-mail: eaquasy suelos@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENSAYO: N° ETAS - 09 - 0062	REMITENTE: Egdos: Marlon Andrade y Mercy Medina.
PROYECTO: Determinación de la calidad del agua mediante bioindicadores (AAcroinvertebrados) en la Microcuenca del Río Malacatos.	DIRECCIÓN: 18 de Nov. entre Colón y J. Antonio Eguiguren
	TELÉFONO MÓVIL: 094615060 // 080609723

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 14- 03- 2009	MUESTRA: Agua del río Malacatos.
FECHA DE INGRESO: 14- 03- 2009	DESCRIPCIÓN: Envase plástico y Estéril REFERENCIA: #2
FECHA DE ANÁLISIS: 14- 03- 2009	CODISO: MA - 02 CANTIDAD: 3000 ml
FECHA DE REPORTE: 19- 03- 2009	CANTÓN: Loja PARROQUIA: Malacatos
FECHA DE ENTREGA: 19- 03- 2009	PROVINCIA: Loja SECTOR: Nangora

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO: 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX.	MÉTODO	NORMA
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	51,0	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	16,5	Condición	NaturakO-3°C	AWWA	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	150	-	1000	AOAC 920.193	TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	PH	7,7	6.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Fósforo	mg/l	0,25	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Nitrato	mg/l	0,10	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
DBO5	mg/l	1	-	No>2	AOAC 973 - 44	TULAS
OD	mg/l	7,60	-	No<6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Totales	NMP/100ml	6000	-	3000	APHA 9221 B	TULAS

ESTUDIOS TÉCNICOS AGUAS Y SUELOS

Ciudadela "la Pradera" Cedros Mz. 59. N° 25-25 entre Alisos y Laureles
Tebaida Baja: Ave. Pío Jaramillo A. 18-72 entre Cuba y Chile "PRODIAL"
Teléfonos: 072-589 913/584 594//Telefax: 072-577 707/576 592
Cel.: 091549877/086673692//e-mail: eaguasysuelos@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENSAYO: N° ETAS - 09 - 0062	REMITENTE: Egodos: Marlon Andrade y Mercy Medina.
PROYECTO: Determinación de la calidad del agua mediante bioindicadores (AAcroinvertebrados) en la Microcuenca del Río Malacatos.	DIRECCIÓN: 18 de Nov. entre Colón y J. Antonio Eguiguren
	TELEFONO MÓVIL: 094615060 // 080609723

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 14- 03- 2009	MUESTRA: Agua del río Malacatos.
FECHA DE INGRESO: 14- 03- 2009	DESCRIPCIÓN: Envase plástico y Estéril REFERENCIA: #3
FECHA DE ANÁLISIS: 14- 03- 2009	CODISO: M A - 03 CANTIDAD: 3000 ml
FECHA DE REPORTE: 19- 03- 2009	CANTÓN: Loja PARROQUIA: Malacatos
FECHA DE ENTRESA: 19- 03 2009	PROVINCIA: Loja SECTOR: Canal destiladora

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO: 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX.	MÉTODO	NORMA
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	180	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	19,5	Condición	NaturakO-3°C	AWWA	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	510	-	1000	AOAC 920.193	TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX.	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	PH	7,9	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Fósforo	mg/l	4,60	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Nitrato	mg/l	0,15	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
DBO5	mg/l	240	-	No>2	AOAC 973 - 44	TULAS
OD	mg/l	4,5	-	No<6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Totales	NMP/100ml	58000	-	3000	APHA 9221 B	TULAS

ESTUDIOS TÉCNICOS AGUAS Y SUELOS

Ciudadela "la Pradera" Cedros Mz. 59. N° 25-25 entre Alisos y Laureles
Tebaida Baja: Ave. Pío Jaramillo A. 18-72 entre Cuba y Chile "PRODIAL"
Teléfonos: 072-589 913/584 594//Telefax: 072-577 707/576 592
Cel.: 091549877/086673692//e-mail: eaguasysuelos@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENSAYO: N° ETAS - 09 - 0062	REMITENTE: Egodos: Marlon Andrade y Mercy Medina.
PROYECTO: Determinación de la calidad del agua mediante bioindicadores (AAcroinvertebrados) en la Microcuenca del Río Malacatos.	DIRECCIÓN: 18 de Nov. entre Colón y J. Antonio Eguiguren
	TELÉFONO MÓVIL: 094615060 // 080609723

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 14- 03- 2009	MUESTRA: Agua del río Malacatos.
FECHA DE INGRESO: 14- 03- 2009	DESCRIPCIÓN: Envase plástico y Estéril REFERENCIA: #4
FECHA DE ANÁLISIS: 14- 03- 2009	CODISO: MA - 04 CANTIDAD: 3000 ml
FECHA DE REPORTE: 19- 03- 2009	CANTÓN: Loja PARROQUIA: Malacatos
FECHA DE ENTREGA: 19- 03- 2009	PROVINCIA: Loja SECTOR: Los Encuentros

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO: 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX.	MÉTODO	NORMA
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	168	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	22,3	Condición	NaturakO-3°C	AWWA	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	240	-	1000	AOAC 920.193	TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	PH	7,5	6.0	9.0	AOAC 973.41	TULAS
Fósforo	mg/l	0,14	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Nitrato	mg/l	0,12	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
DBO5	mg/l	0,9	-	No>2	AOAC 973 - 44	TULAS
OD	mg/l	7,80	-	No<6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Coliformes Totales	NMP/100ml	16000	-	3000	APHA 9221 B	TULAS