

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre
las características fisicoquímicas, toxicológicas y
comunidad bentónica del Río Mishca provincia de
Víctor Fajardo – Ayacucho 2005**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGA
CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:
BACH. PALOMINO PALOMINO. MARIELA**

**AYACUCHO – PERÚ
2010**

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por ser mi
Sustento espiritual.

A mi querida madre Rosario por su
inmenso amor, orientación y en
reconocimiento a su gran sacrificio, para
formarme profesional y personalmente, a
mis hermanos, sobrinos y cuñado por su
apoyo incondicional.

A la memoria de mi querido y
recordado padre Víctor Palomino
(+...**Q.P.D**), símbolo eterno de
trabajo, honradez y generosidad.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga “Alma Mater” que imparte cultura, ciencia y tecnología.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por brindarme sus conocimientos y compartir sus experiencias para formarme profesionalmente y ser útil para la sociedad.
- A la Empresa Prestadora de Servicios y Saneamientos Ayacucho S.A. (EPSASA); por el gran apoyo en equipos y materiales de laboratorio.
- Al Bach. en Ciencias Biológicas Rudesindo Huincho Rodríguez, Jefe del Área de Control de Calidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas “La Titora” por el apoyo en la realización de los análisis fisicoquímicos.
- Mi más sincero agradecimiento, al Mg. Saúl Chuchón Martínez y al MSc. Carlos Carrasco Badajoz, por su asesoramiento y orientación constante en la ejecución y redacción del presente trabajo.
- A aquellas personas que directa e indirectamente han contribuido incondicionalmente en la materialización del presente trabajo.
- A todos ellos mi más profundo agradecimiento y estima personal.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Actividades mineras	3
2.2 Ríos	4
2.3 Características fisicoquímicas de las aguas naturales	5
2.4 Contaminación de aguas	10
2.5 Contaminación de aguas y daños para la salud	12
2.5 Impacto mineros sobre la calidad del agua	12
2.7 Toxicidad	14
2.8 Test Allium	15
2.9 Ciclo celular	16
2.10 Comunidad macroinvertebrada bentónica	18
2.11 Índice de Hilsenhoff	22
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Ubicación de la zona de estudio	24
3.2 Población y muestras	25
3.3 Colección de muestras	26
3.4 Ubicación de la zona y frecuencia de muestreo	26
3.5 Procedimiento Test Allium	27
3.6 Bioensayo y lectura de toxicidad	28
3.7 Lectura del índice mitótico	28
3.7 Parámetros fisicoquímicos determinados	29
3.8 Calidad de las aguas basadas en los valores de IBF	30
3.9 Análisis estadístico	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO	67

Efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características físico químicas, toxicológicas y comunidad bentónica del río Mishca provincia de Víctor Fajardo – Ayacucho 2005

Autor : Bach. Mariela, Palomino Palomino
Asesores : Mg. Saúl Chuchón Martínez.
MSc . Carlos Carrasco Badajoz

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del efluente del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológica y comunidad macroinvertebrada bentónica del río Mishca. El estudio se realizó en los meses de junio a setiembre del 2006, se consideraron cinco puntos de muestreo denominados como M1, M2, M3, M4 y M5. Las muestras de agua de río y relave se tomaron en frascos herméticos con una capacidad de 500 ml, y colocados en una caja de teknopor conteniendo hielo, las muestras biológicas se tomaron utilizando el muestreador surber, el material recolectado se colocó en frascos rotulados conteniendo alcohol al 90%. Los análisis se efectuaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Biológicas y laboratorios de Control de Calidad de la Empresa Prestadora de Servicios y Saneamiento Ayacucho S.A. (EPSASA), los exámenes fisicoquímicos se determinaron por método electrométrico y volumétrico. En el bioensayo se utilizó como control positivo diferentes concentraciones de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ y el Medio Growht de crecimiento como blanco (Fiskesjo, 1993). La calidad ambiental del agua se determinó mediante la composición y abundancia de los organismos macroinvertebrados utilizando el índice de Hilsenjooff.

Los datos obtenidos para toxicidad y del índice mitótico fueron sometidos al análisis de varianza que indicó que hay diferencia significativa entre los diferentes puntos de muestreo obteniéndose ($P < 0.05$), presentaron una alta toxicidad las muestras tomadas en los puntos M3, M4 y M5 con un efectividad de crecimiento EC_{50} de 47.1, 50.3 y 20.6 respectivamente, y baja toxicidad las muestras tomadas en los puntos M1 y M2 con un EC_{50} de 88.2 y 63.5; los mayores valores fisicoquímicos se registraron en zonas altamente perturbadas. Se registraron organismos pertenecientes a 2 Phylum, 2 clases, 4 órdenes, 5 familias, 6 géneros, mediante el índice de Hilsenjooff se catalogó los puntos de muestreo desde buenos hasta relativamente malo, concluyendo que el relave de la mina causa un efecto negativo al río receptor.

Palabras Clave: Relaves mineros, Sustancias Tóxicas, macroinvertebrados

Effect of the sludge from the mine Catalina Huanca on the physical chemical, toxicological and benthic community of the river Mishca province of Victor Fajardo – Ayacucho 2005

Autor : Bach. Mariela, Palomino Palomino
Asesores : Mg. Saúl Chuchón Martínez.
MSc . Carlos Carrasco Badajoz

ABSTRACT

The present investigation was to determine the effect of the effluent from the mine tailings Catalina Huanca on the physicochemical, toxicological and benthic community Mishca river. The study was conducted in June and September 2006 were considered five sampling points referred to as M1, M2, M3, M4 and M5. The analysis was performed in the laboratories of the School of Biological Sciences and Quality Control Laboratories Company and Sanitation Service Provider SA Ayacucho (EPSASA), Physicochemical tests were determined by electrometric method and volume. In the bioassay was used as positive control different concentrations of potassium dichromate and the Middle Growth $K_2Cr_2O_7$ growth target (Fiskesjo, 1993). The environmental quality of water is determined by the composition and abundance of organisms using the index macroinvertebrates Hilsenjo. Data collected for toxicity and mitotic index were subjected to analysis of variance indicated no significant difference between the different sampling points were obtained ($P < 0.05$), were highly toxic samples taken at points M3, M4 and M5 EC50 growth effect of 47.1, 50.3 and 20.6 respectively and low toxicity samples taken at points M1 Y M2 with a EC50 of 82.2 and 63.5 the highest values were recorded physicochemical highly disturbed areas. There were 2 bodies belonging to Phylum, 2 classes, 4 orders, 5 families, 6 genera, using the index was classified Hilsenjo sampling points from good to fairly bad, concluding that the mine tailing cause a negative affect on river receiver.

KeyWords: mining wastes, toxic substances, macroinvertebrates

I. INTRODUCCIÓN.

La actividad minera mal llevada trae consecuencias negativas para el ambiente, cuyos riesgos son mayores y se conocen casos severos de contaminación de aguas y suelos. Principalmente para los ecosistemas acuáticos. La actividad humana amenaza constantemente las fuentes de agua de las que todos dependemos para existir, lo negativo es que las descargas mineras aportan al ambiente una carga adicional de elementos persistentes y con alto potencial tóxico, muchos de ellos con largo tiempo de residencia en los suelos. Para un ambiente dado, el impacto de esta contaminación, medido por la magnitud e irreversibilidad de los daños, extensión de superficie afectada e instantaneidad de emergencia, depende del elemento y del estilo de descarga. Ayacucho por sus características ecológicas, económicas, sociales y geográficas está inmersa en el gran problema mundial, pues el río Mishca está siendo dramáticamente contaminado y degradado hace muchos años atrás, por contaminación de las descargas de aguas servidas, el efluentes del relave minero, etc. Esto trae consecuencias lamentables para el ambiente, la pérdida de grandes extensiones de vegetación nativa, la desaparición de ictiofauna como sucede en el río mishca, la mina Catalina Huanca ubicada en la provincia de Víctor Fajardo en la Región Ayacucho, causa alteraciones en las aguas del río Mishca,

El presente trabajo, se realizó con la finalidad de contar con datos que demuestren la contaminación del río Mishca.

Para el efecto se considerará los siguientes objetivos:

- a) Determinar el efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológica y comunidad bentónica del río Mishca.
- b) Determinar el grado de toxicidad de las aguas del río Mishca mediante el crecimiento de la raíz de *Allium cepa var* y el índice mitótico.
- c) Determinar la calidad fisicoquímica de las aguas del río Mishca antes y después de su unión con los efluentes provenientes de la mina.
- d) Determinar la calidad ambiental de las aguas mediante el uso de la composición y estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica.

II. MARCO TEÓRICO.

2. GENERALIDADES

2.1 ACTIVIDADES MINERAS

Prácticamente toda actividad de minería tiene el potencial de contaminar las aguas. Las minas y sus instalaciones auxiliares ocupan grandes áreas expuestas a las lluvias, propiciando el contacto de las aguas con el mineral, con los estériles y con el suelo expuesto, potencializando una serie de procesos del medio físico, como la erosión, o procesos químicos como la oxidación de los sulfuros, causantes de drenaje ácido. Además, una buena parte de los procesos de beneficiamiento de minerales son de vía húmeda, de modo que los desechos contienen una fracción acuosa potencialmente contaminante basta pensar en los efluentes de la flotación de minerales (Bustillo, 1997). La constante y creciente actividad minera en el Perú de los últimos años no sólo genera el importante beneficio de divisas y el desarrollo tecnológico de esta actividad productiva, los procesos mineros además producen contaminación en los recursos hídricos a donde se derivan sus relaves. Las actividades mineras provocan también generalmente fuertes impactos ambientales, con destrucción de los suelos naturales y creación de nuevos suelos (Antrosoles) que presentan fuertes limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la reinstalación de vegetación. En los últimos años se han elaborado un gran número de normativas

que obligan a la recuperación de los suelos de mina, lo que implica la necesidad de estudios previos sobre el estado inicial, así como el estado en que queda el suelo de la zona, para planificar las medidas técnicas a realizar en cada caso concreto (Bedriñana, 1995).

La minería continúa siendo una de las actividades más dañinas y peligrosas para el medio ambiente (Bustillo, 1997).

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS MINEROS.

Los residuos mineros son los conocidos como "colas" relaves o jales; los cuales son generados durante los procesos de recuperación de metales a partir de minerales metalíferos tras de moler las rocas originales que los contienen y mezclar las partículas que se forman con agua y pequeñas cantidades de reactivos químicos que facilitan la liberación de los metales. A manera de ilustración, un mineral típico puede contener alrededor de 6 por ciento de zinc y 3 por ciento de plomo, que al ser concentrados generan alrededor de 850 kilogramos de residuos sólidos y una cantidad equivalente de agua conteniendo cerca de un kilogramo de sustancias químicas residuales, por cada tonelada de mineral procesado. Al producto concentrado se le llama cabeza y al residuo se le denomina cola (Bustillo, 1997).

2.3 RÍOS.

Ríos son ecosistemas acuáticos de aguas corrientes lóaticas. Asociadas comúnmente a lugares de erosión de transporte y sedimentación de materiales aunque las corrientes hacen parte de los ecosistemas terrestres en casi todos los lugares del mundo, éstas cubren el 1 % de la superficie (Margalef, 1983). Un río es una corriente continua de agua. Los ríos se forman por la acumulación del agua de lluvia y del deshielo de las montañas o por la emergencia de aguas subterráneas a la superficie terrestre. Los ríos principales desembocan en un lago o en el mar; en cambio, los afluentes son ríos que desembocan en otro río.

Un río está compuesto por varias partes básicas. Por lo general, los ríos, especialmente los más grandes, se dividen en tres partes principales, de acuerdo con su capacidad erosiva y de transporte de sedimentos.

- En el curso alto, que incluye la cabecera y primeros kilómetros de recorrido del río, predominan las grandes pendientes y las cascadas o cataratas.
- En el curso medio se encuentran las pendientes más suaves con valles más abiertos y planos.
- En el curso bajo, el río es más caudaloso y destaca la presencia de formas concretas (como, por ejemplo, los deltas) propias de la zona de la desembocadura.

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES.

El agua que se encuentra en la naturaleza, contenida en los lagos y ríos, no es químicamente pura, en ella encontramos numerosos elementos y compuestos, sólidos y gaseosos en solución; la fuente principal de esta materia es el sustrato en el cual se halla o por el cual circula, emitidas por la atmósfera, la actividad de los seres vivos, entre otras. Es por ello que se afirma, que las características fisicoquímicas de las aguas de un ecosistema acuático es reflejo del sustrato con el cual esta estrechamente relacionado. El conocimiento de la calidad y la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, son factores importantes para el bienestar y el progreso de un país, no solo dependen del tipo de suelo, clima, condiciones de drenaje, técnicas de riego y caudales disponibles, esta calidad depende en gran medida de las propiedades fisicoquímicos que tenga el agua (Wetzel, 1981 y Roldan, 1999).

a.- ALCALINIDAD.

La alcalinidad de un agua es la capacidad para neutralizar ácidos y constituye la

suma de todas las bases titulables. La alcalinidad es la cantidad y clase de compuestos que colectivamente cambian de pH a la alcalinidad, es expresado en términos de mg CaCO₃/L, depende primordialmente de su contenido de tres radicales, estos son hidróxidos (OH), carbonatos (CO₃⁼) y el bicarbonato (HCO₃⁻). Pero también puede incluir contribuciones de boratos, fosfatos, silicatos y otra base. Se usa frecuentemente para expresar la cantidad de bases, normalmente en equilibrio con el carbonato o bicarbonato. Por ello aguas con elevada alcalinidad presenta una productividad mayor (Apha, Awwa, Wpcf, 1992).

Según Roldan (1999) y Margalef (1983), la alcalinidad por exceso de concentración de metales alcalinotérreos tiene importancia para la determinación de la aceptabilidad de un agua para irrigación y es además, un factor importante en la interpretación y el control de los procesos de purificación de aguas residuales. Ya que la alcalinidad es una función directa “del sistema carbonato” en la muestra los valores de alcalinidad obtenidos “in situ” suelen diferir de los obtenidos en el laboratorio sobre muestras transportadas, debido a que estas pueden absorber o desprender CO₂ antes de la medición en el laboratorio.

b.- CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA.

Es la expresión numérica de la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia de iones en el agua, de su concentración total, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición (Apha, Awwa, Wpcf, 1992). En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de

iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar, dándose casos de dos diferentes concentraciones con la misma conductividad. La conductibilidad eléctrica del agua se refiere a la mayor o menor resistencia del agua a permitir el paso de la electricidad (American Society for Testing and Materials, 1976).

c.-DUREZA.

La dureza es una propiedad que refleja a presencia de metales alcalinotérreos en el agua, determinado principalmente por los iones de calcio y el magnesio principalmente bajo la forma de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos así como los cloruros y nitratos. La dureza en el agua es el resultado de la disolución y lavado de los minerales que componen suelo y las rocas, así por ejemplo, el calcio que representa el 3.5% de la corteza terrestre, se encuentra en la naturaleza bajo la forma de mármol (CaCO_3), yeso (CaSO_4), dolomita (MgCO_3), CaCO_3) y apalita (CaF_2). A su vez, el magnesio, se encuentra en la naturaleza bajo la forma de magnesita (MgCO_3), asbesto ($\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$) y dolomita. Los ecosistemas acuáticos presentan valores de dureza muy variables influenciados por las características del terreno donde se hallan o por donde circulan (Apha, Awwa, Wpcf, 1992).

Cuadro Nº 1. Clasificación de las aguas según los valores de dureza según Blanco, 2006.

CaCO_3 ppm	Tipo de agua
0–50	Blanda
50–100	Moderadamente blanda
100–200	Ligeramente dura
200–300	Moderadamente dura
300–450	Dura
+450	Muy dura

d.- SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS).

Los sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en las aguas, está

determinada por las sales minerales que el agua disuelve cuando contacta los minerales de la corteza terrestre, además de residuos orgánicos. Los sólidos disueltos incrementan la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. El promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en alrededor de 120 ppm. Como dato adicional se puede mencionar que el agua de mar contiene un valor de aproximadamente 35.000 ppm (Roldan, 1999 y Cole, 1988).

e.-pH.

El pH es una expresión del carácter ácido o básico de un sistema acuoso. El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H^+) en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H^+) y el número de iones hidroxilo (OH^-) (Cole, 1988). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra tendrá entonces un pH alrededor de 7. El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será solución.

f.- SALINIDAD.

La salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. Por lo tanto se mide en porcentaje (%) de sal disuelta en agua. La salinidad en aguas continentales esta determinada por cuatro cationes, calcio, magnesio, sodio y potasio; y por los aniones carbonato, sulfato y cloruros. La salinidad de las

aguas influye en la distribución de los organismos, habiendo organismos homeostáticos y poiquilostáticos (Cole, 1988; Wetzel, 1981).

g.- TURBIDEZ.

Se define por turbidez a la falta de transparencia de una muestra de agua, debido a la presencia de partículas en suspensión que presenta. Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua; algunos de estos son: Presencia de fitoplancton y/o crecimiento de las algas, presencia de sedimentos procedentes de la erosión, presencia de sedimentos re suspendidos del fondo, descarga de efluentes, como por ejemplo escorrentías urbanas, mezclados en el agua que se analiza. Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así la concentración de oxígeno en el agua. Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente, mientras que se favorece la multiplicación de otros (Apha, Awwa, Wpcf, 1992).

Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad (Sunass, 1997).

h.- CLORUROS.

Se presenta principalmente bajo la forma de cloruro de sodio, la que determina la salinidad de las aguas Roldan, (1999). El agua siempre lleva cierta cantidad de cloruros y su cantidad da idea de la bondad del agua, siempre que detectemos cifra elevada de cloruros hace sospechar que el agua es mala. El agua contaminada con letrinas será rica en cloruro. Aguas naturales tienen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es

menor que las que se encuentran en las aguas residuales, <http://www.bonatura.com>. Según Livingsntone, citado por Wetzel, (1981), la concentración media de cloruros en aguas dulces naturales es del orden de 8.3 mg/L.

2.5 CONTAMINACIÓN DE AGUAS.

El aprovechamiento de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas en el Perú adolece de una planificación integral, el cual provoca el deterioro de la calidad y cantidad. Las actividades antrópicas de captación de las aguas (centrales hidroeléctricas, consumo humano, minería, industria, petróleo, agricultura y otros usos) y la evacuación a las mismas (efluentes líquidos urbanos, hospitales, minería, industria, narcotráfico, agroquímicos a través del drenaje, desechos sólidos en riberas de ríos, entre otros) en la mayoría de los casos, no se hacen envase a un plan integral. (Bedriñana, 1995).

El deterioro del agua de los ríos causados por la contaminación, influye sobre el uso de las aguas, curso abajo amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos reduciendo así la efectiva disponibilidad, incrementando la competencia por agua de calidad adecuada (McJunkin, 1988).

2.5.1 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS.

La actividad industrial y minera arroja al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. Además, los metales originados en las fuentes de emisión generadas por el hombre (antropogénicas), incluyendo la combustión de nafta con plomo, se encuentran en la atmósfera como material suspendido que respiramos. Por otro lado, las aguas residuales no tratadas, provenientes de minas y fábricas, llegan a los ríos, mientras los desechos contaminan las aguas subterráneas. Cuando se abandonan metales tóxicos en el ambiente,

contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos (Vian, 1995).

La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables. Una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Además, su concentración en los seres vivos aumenta a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de plantas o animales contaminados puede provocar síntomas de intoxicación (Brock, 1998).

2.5.2 CONTAMINANTES MÁS COMUNES DE LAS AGUAS POR MINERÍA.

La singularidad de cada empresa de minería así como el contexto ambiental de cada una determinará los principales problemas de contaminación de las aguas, que pueden ser de los tipos más variados. Mientras que se pueden encontrar algunos contaminantes en prácticamente todas las minas (Bustillo, 1997). Esta sección describe los contaminantes más frecuentemente encontrados en minería:

- Partículas sólidas
- Ácidos
- Contaminantes orgánicos
- Reactivos orgánicos
- Metales
- Cianatos
- Alcalis
- Sales
- Compuesto de nitrógeno y fósforo
- Radionúclidos

2.6 CONTAMINACIÓN DE AGUAS Y DAÑOS PARA LA SALUD.

Estudios muy recientes se han ocupado de la repercusión negativa de los metales pesados en la situación del ecosistema y la salud del ser humano. Hoy día se conoce mucho más sobre los efectos de estos elementos, cuya exposición está relacionada con problemas de salud como retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en el riñón, e incluso, con casos de muerte. La relación con niveles elevados de mercurio, oro y plomo ha estado asociada al desarrollo de la autoinmunidad (el sistema inmunológico ataca a sus propias células tomándolas por invasoras). La autoinmunidad puede derivar en el desarrollo de dolencias en las articulaciones y el riñón, tales como la artritis reumática, y en enfermedades de los sistemas circulatorio o nervioso central (Mc Junkin, 1988).

A pesar de las abundantes pruebas de estos efectos nocivos para la salud, la exposición a los metales pesados continúa y puede incrementarse por la falta de una política consensuada y concreta. El mercurio todavía se utiliza profusamente en las minas de oro de América Latina. El arsénico, junto con los compuestos de cobre y cromo, es un ingrediente muy común en los conservantes de la madera. El aumento del uso del carbón incrementará la exposición a los metales porque las cenizas contienen muchos metales tóxicos que pueden ser aspiradas hasta el interior de los pulmones (Bustillo, 1997).

2.7 IMPACTOS MINEROS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA.

El procesamiento de minerales produce una cantidad de residuos y productos que pueden causar la contaminación del agua. Además, la infraestructura que debe ser construida para apoyar una operación minera y sus operaciones de procesamiento, genera residuos de alcantarillados, de tratamiento de aguas, aceites, petróleo, combustibles, etc.

La minería rompe y comprime la roca, creando nuevos túneles para que el oxígeno, aire y microbios, reaccionen con los minerales. En consecuencia las rocas pueden generar ácido, movilizándolo muchos otros constituyentes químicos, los que podrían contaminar cuerpos de agua por décadas o incluso cientos de años después del cierre de la mina. Incluso el uso de explosivos aumenta las concentraciones de nitrato y amoníaco, provocando el incremento de la eutrofización y la contaminación de cuerpos de agua (Bustillo, 1997)

La roca residual a menudo contiene concentraciones elevadas de sulfatos, metales tóxicos, no-metales y componentes radioactivos. Dicha roca generalmente se desecha en montones en la superficie del suelo al borde de los tajos o fuera de las obras. Muchos contaminantes se pueden filtrar de estos montones de desecho, contaminando las aguas superficiales y subterráneas.

El procesamiento del mineral generalmente requiere de tratamientos químicos para remover los metales pesados. Estos metales a menudo son filtrados directamente del mineral usando ácidos fuertes. De otro modo, los minerales sufren un proceso de molienda que implica compresión, adición de diversos químicos, combinado con procesos de separación física que producen residuos llamados relaves. Ambos tipos de procesos resultan en desechos que contienen numerosos residuos metálicos y no-metálicos del mineral, pero que también contienen altas concentraciones de químicos. En operaciones mineras modernas, los relaves generalmente son depositados en tanques especiales sellados con material sintético. Anteriormente o cuando no se tomaban todas las previsiones en estas operaciones los relaves podrían ser vertidos directamente en canales y vertientes o al mar, estos relaves obviamente pueden causar una contaminación significativa de todos los cuerpos de agua. Este material muchas veces contiene pH muy altos (10 a 12), así como concentraciones potencialmente tóxicas de numerosos metales y no metales,

radiactividad, cianuro y compuestos orgánicos relacionados. Aún donde han sido construidos tanques de relave modernos, existen posibilidades significativas de contaminación a largo plazo, debido a la posible filtración que puede no ser detectada hasta después de varios años de operación o del cierre de la mina (Bustillo, 1997).

Todas estas actividades aumentan fuertemente la carga de sedimentos a los cuerpos de agua (ríos, lagos, mares), lo que podría dañar cultivos y más importante aún, la calidad de agua y organismos acuáticos (Brock, 1998).

Para la vida acuática animal, los Impactos pueden incluir:

- Disminución del hábitats
- Muerte de peces
- Incremento de susceptibilidad a las enfermedades
- Bioacumulación de metales.

2.8 TOXICIDAD.

Toxicidad es el grado de efectividad de una sustancia toxica, se trata de una medida que se utiliza para nombrar el grado toxico de los elementos.

Como tóxico se entiende cualquier sustancia que, introducida en el cuerpo en una cierta cantidad, ocasiona a la muerte o graves trastornos. Los efectos tóxicos pueden variar entre reacciones alérgicas más o menos leves y la muerte, con todo tipo de enfermedad o daño temporal o permanente (McJunkin. 1988)

El hecho de que una sustancia sea biodegradable no significa que ella no sea dañina para el medio ambiente, por otro lado muchos contaminantes presentan efectos de alguna manera proporcionales a su concentración en el medio, como es el caso de los metales (Castillo, 2004).

2.8.1 BIOENSAYOS PARA LA DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN EN EL AGUA.

El deterioro ambiental ha motivado la intensificación de estudios fisicoquímicos y biológicos con la finalidad de interpretar la problemática de la contaminación. Los organismos biológicos son detectores de condiciones ambientales complejas, resultado de un conjunto de factores difíciles de separar, considerándose los como finos sensores de los cambios que operan en el medio. Los vertidos de los poluentes al medio acuático suelen ser discontinuos, escapando a los análisis químicos rutinarios o puntuales; por el contrario los organismos expresan alteraciones que operan durante cierto tiempo en un ecosistema. Las manifestaciones de los seres vivos ante una profunda alteración ambiental pueden reflejarse a nivel individual (respuestas fisiológicas, etológicas, morfológicas, bioquímicas) o de conjunto (cambio en la estructura y dinámica de las comunidades, alteraciones en la productividad y biomasa del ecosistema, perturbaciones en las ramas tróficas, etc.) (Castillo, 2004).

Los tests usados para el manejo de las descargas de químicos, pueden servir de base en la evaluación del impacto ambiental o también para detectar cambios en la calidad de los efluentes y controlar que la toxicidad esté por debajo de los límites permitidos.

2.9 TEST ALLIUM.

Según Fiskesjo, (1993) es un método para la estimación de la toxicidad por la medición de la media del crecimiento de la raíz de cebollas *Allium*. Este método es una herramienta fácil y sensible para la medición de la toxicidad total causada por tratamientos de sustancias químicas. El principio se fundamenta en que el crecimiento de la raíz se inhibe cuando estas se exponen a sustancias tóxicas, al efecto del pH, sustancias que pueden impedir la captación de nutrientes. La metodología es aplicable a los siguientes tipos de muestras:

- Aguas naturales (lagos, ríos y pozos)
- Agua potable (agua de grifo diferentes tuberías)
- Aguas residuales domésticas e industriales, incluyendo lodos y lixiviados
- Sustancias químicas solubles en agua y con sustancias químicas insolubles en agua y solventes.

El ensayo con bulbos de cebolla *Allium* es un bioensayo de toxicidad aguda que consiste en exponer los bulbos de cebolla frente a las aguas de muestra a evaluarse (72 horas). El grado de toxicidad de las sustancias químicas de prueba es estimado por la medición de la longitud de cada uno de los bulbos de las raíces. Los efectos que se producen en las raíces son de dos tipos: Efectos tóxicos que impiden el crecimiento de las raíces o producen la muerte de las células meristemáticas y los efectos genotóxicos (aberraciones cromosómicas) que pueden producir efectos dañinos en las siguientes generaciones de las células donde se estima el grado y tipo de daño (Fiskesjo, 1993).

2.10 CICLO CELULAR.

Como ocurre en la mayor parte de los demás fenómenos celulares, la reproducción también comienza en el propio núcleo.

Antes de que se estableciese la estructura molecular del ADN, se suponía que la replicación cromosómica ocurría durante la mitosis y que el periodo intermitótico (Interfase) era un estadio de “reposo” celular. Sin embargo, mediante técnicas modernas fue posible probar que las células duplican el ADN (material genético duplicado y creando dos células hijas idénticas). Varias horas antes de la mitosis. El aparentemente vacío periodo intermitótico resultó así parcialmente dedicado a la duplicación cromosómica. El crecimiento en un organismo es cuidadosamente controlado regulando el ciclo celular. En las plantas las raíces continúan creciendo mientras buscan agua y nutrientes. Estas

regiones de crecimiento sirven para estudiar el ciclo celular porque en cualquier momento se pueden encontrar células que están sufriendo mitosis. Aunque el corte de la raíz de cebolla captura muchas células en diferentes fases del ciclo celular, tenga presente que el ciclo celular es un proceso continuo. Los científicos han dividido el proceso en 5 fases, cada una caracterizada por importantes eventos, pero estas divisiones son arbitraria (Sheeler, 1993 & De Robertis, 1994).

2.10.1 FASES DE LA MITOSIS.

Ciclo de vida de la célula típicamente se divide en 5 fases mayores. Las fases se describen más abajo, juntamente con los eventos mayores que ocurren durante cada fase (De Robertis, 1994).

- Profase. La cromatina en el núcleo comienza a condensarse y se vuelve visible en el microscopio óptico como cromosomas. La membrana nuclear se disuelve, marcando el comienzo de la prometafase. Proteínas se adhieren a los centrómeros creando los cinetocoros y los cromosomas comienzan a moverse.
- Metafase. Fibras del huso alinean los cromosomas a lo largo del medio del núcleo celular. Esta línea es referida como el plato de metafase. Esta organización ayuda a asegurar que en la próxima fase, cuando los cromosomas se separan, cada nuevo núcleo recibirá una copia de cada cromosoma.
- Anafase. Los cromosomas apareados se separan en los cinetocoros y se mueven a lados opuestos de la célula. El movimiento resulta de una combinación de movimiento del cinetocoro a lo largo de los microtúbulos del huso y de interacción física de microtúbulos polares.
- Telofase. Nuevas membranas se forman alrededor de los núcleos hijos

mientras los cromosomas se dispersan y ya no son más visibles con el microscopio óptico. La citocinesis o la partición de la célula puede también comenzar durante este estadio.

2.11 COMUNIDAD MACROINVERTEBRADA BENTONICA.

Los macroinvertebrados son aquellos organismos que tienen como hábitat al sustrato de los ecosistemas acuáticos continentales que tienen un tamaño igual o mayor de 0.5 mm., 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 de entre 25 - 200 mm (Roldan, 1992).

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 de las aguas.

Según Metcalfe, (1989), las principales razones para su uso como indicadores biológicos son: Sensibilidad y rapidez en la reacción ante distintos contaminantes con una amplia gradación en la respuesta frente a un variado espectro de clases y grados de estrés; Ubicuidad, abundancia y facilidad de muestreo. Tamaño adecuado para su determinación en laboratorio; Carácter relativamente sedentario, reflejando las condiciones locales de un tramo fluvial; Fases del ciclo vital suficientemente largas como para ofrecer un registro de la calidad medioambiental; Gran diversidad de grupos faunísticos con numerosas especies, entre las cuales siempre habrá alguna que reaccione ante un cambio ambiental.

2.11.1 COMPONENTES.

Entre los componentes de la comunidad macroinvertebrada bentónica son:

A. Orden Ephemeroptera.

Según Margalef, (1983) son insectos antiguos, de los que se han hallado restos en el carbonífero. Las fases juveniles son acuáticas y los adultos son frágiles y

delicados, con alas membranosas que no pueden plegarse sobre el abdomen con 10 segmentos y se mantienen en posición vertical, y dos o tres "colas" (cercos) en la extremidad del abdomen; su vida en la fase adulta es muy corta (horas o días), de donde deriva el nombre del grupo (en griego ephemerous = que vive un día).

Según Fernández y Domínguez (2001), a nivel mundial se han descrito alrededor de 300 géneros y 4,000 especies, mientras para América del sur se tiene registrado 375 especies, representados en 91 géneros y 13 familias siendo la familia Leptophlebiidae la más diversa. Las efímeras son insectos blandos y frágiles. La cabeza es pequeña, con antenas cortas y grandes ojos compuestos, las piezas bucales están reducidas y las efímeras adultas no se alimentan.

El tórax posee el mesotórax (el segundo segmento) mucho más desarrollado que el primero (protórax) y el tercero (metatórax), uno o dos pares de alas delicadas provistas de numerosas venas; las alas posteriores, cuando existen, son siempre mucho menores que las anteriores; las alas no pueden plegarse sobre el abdomen, de modo que cuando el insecto se posa las mantiene extendidas en posición más o menos vertical. Las patas anteriores de los machos son relativamente largas y las usan para sujetar al hembra durante el apareamiento; en algunas familias las patas son vestigiales. El abdomen consta de diez segmentos y posee dos o tres largos cercos ("colas") en su extremo (Margalef, 1983).

Según Fernández y Domínguez (2001), los ephemerópteros se reproducen tanto sexualmente como partenogénicamente; son ovíparos y excepcionalmente ovovivíparos.

B. Orden Díptera.

Los dípteros constituyen un orden extremadamente diversificado, siempre de

vida área en su estado adulto, especies de un gran número de familias se han adaptado a la explotación de las aguas durante su fase de larva, en estos casos las pupas pueden mostrar adaptaciones a la vida acuática, lo que no es frecuente en otros insectos. La importancia de esta radica en que muchos son transmisores de enfermedades y que se constituyen en los ecosistemas acuáticos continentales como uno de los grupos base de la pirámide alimenticia (Margalef, 1983).

Su fuente de alimento es bastante variado, la que incluye desde detritus fino y microorganismos, apártes de plantas, madera en descomposición y otros insectos y vertebrados, además las preferencias y hábitos de algunas larvas cambian con la edad y la estación del año. Se encuentran en diversidad grande de hábitat, existen taxones que requieren buena calidad de agua como la familia Simuliidae, otros habitan en aguas polucionadas como algunas especies de la familia Chironomidae, los que presentan diferentes adaptaciones respiratorias, incluso pigmentos respiratorios en la hemolinfa para hacer frente a la escasez de oxígeno disuelto (Roldan, 1992; Margalef, 1983).

C. Orden Coleoptera.

Esta orden es la mas numerosa de un total de 300 000 coleópteros se conocen unos 5 000 acuáticos (1.7%), casi siempre cuando la larva es acuática el adulto también lo es. Las larvas son de organización muy diversa pero generalmente son muy activas; solo algunos litófagos, como Donacia constituyen una excepción (Margalef, 1983).

El conocimiento de esta orden en nuestra región esta fraccionado, existen grupos que han sido bien estudiados, mientras que otros no.

D. Orden Trycóptera.

Los tricopteros son insectos algo parecidos a pequeñas polillas, de alas pelosas, patas dispuestas para correr, piezas bucales frecuentemente rudimentarias y

larvas acuáticas, las larvas son cruciformes a campodeiformes, sin espiráculo y con o sin branquias de diverso tipos mas o menos dispuestas en penachos. Las larvas producen seda que utilizan para construir redes de captura o habitáculos de forma diversa, existen numerosos detalles de las larvas como la existencia de falsas patas terminales, tubérculos en algunos segmentos y presencia de seda en los lados del cuerpo que hacen circular el agua, las larvas son vegetarianas y macrófagas, o bien carnívoras. Constituyen un elemento muy importante en la fauna de agua dulce y especialmente de los ríos (Margalef, 1983).

Las especies de este orden son catalogadas de tolerantes a muy intolerantes a la contaminación por materia orgánica, pudiendo formar con ella un gradiente de respuesta frente a este tipo de transformación. En cambio todas las especies de tricoptera en general no toleran los niveles bajos de pH entre (1 y 6) en las aguas donde viven, siendo las primeras en desaparecer en los sistemas que empiezan a acidificarse. Por otro lado tienden a preferir aguas con corrientes, lo cual indica que sus requerimientos de oxígeno son relativamente elevados (Wetzel, 1981)

2.11.2 BIOINDICADORES ACUÁTICOS.

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos (MIB) empleados como bioindicadores acuáticos vienen aumentando en estos últimos años en lo que respecta a la protección y restauración de los ambientes acuáticos (Cole 1988; Wetzel, 1981). En contraste con los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, que sólo proporcionan información puntual e indirecta, la evaluación de las comunidades de macroinvertebrado en los ecosistemas acuáticos, con énfasis en insectos, proporcionan una excelente alternativa en el diagnóstico de la calidad del agua. Muchos representantes de estos grupos de invertebrados pueden distribuirse en distintos niveles de condiciones ambientales, así como ser

muy susceptibles a la contaminación, motivo por el cuál, son recomendados en el establecimiento de sistemas de vigilancia y control de los ecosistemas hídricos. Es importante tener en cuenta que el uso de índices es a nivel local, al aplicar índices de otras regiones estas deben ser de las mismas características locales, lo cual es muy poco factible, hay que considerar la coedición de sitio de referencia uso de cuenca, espacio evaluación del hábitat, con estos aspectos presentes en Europa como en otros lugares han demostrado que para monitoreos rutinarios de los ríos, los métodos biológicos basado en los macroinvertebrados son los mas apropiados, se recomienda usar este método cuando las circunstancias lo permitan. (Roldan & Ramirez, 2000).

Los índices son una de las formas numéricas biológicas que nos entrega información y criterios para la evaluación de la contaminación basados en la integridad biológica, distingue tres enfoques principales para evaluar la respuesta de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos a la contaminación. Estos son: el de diversidad, el saprobio y el biótico (Metcalf, 1989).

2.12 ÍNDICE DE HILSENHOFF (1988).

Chutter, (1972) desarrolló un índice de calidad de agua para ríos de Sudáfrica, el cual fue levemente modificado por Hilsenhoff, (1988) para ser aplicados en ríos de Norteamérica, con el nombre Índice Biótico de Familias (IBF). Este índice, sobre la base del tipo de familias presentes en un tramo del río, un puntaje asignado a cada familia en función a su sensibilidad a las contaminación y el número de morfoespecies existentes en cada familia, permite clasificar el tramo de un río de Clase I (excelente) a Clase VII (muy malo). Dada la simplicidad en la estimación de este índice debido a su bajo nivel de resolución taxonómica y a su adecuada correlación con factores estresores antropogénicas, contaminación química, modificaciones del hábitat), en la actualidad ha sido ampliamente

utilizado en diferentes zonas del mundo. Presentando una gran potencialidad para su uso en Chile. En contraste a lo ocurrido en la mayor parte de los países del hemisferio norte, las comunidades de macroinvertebrado bentónicos de los ecosistemas acuáticos continentales chilenos han sido estudiadas sistemáticamente recién en las últimas décadas (Revista chilena de historia natural, 2003).

Formula.

$$\text{IBF} = \frac{\sum n_i a_i}{N}$$

Donde:

IBF = Índice Biótico De Familia

n_i = numero de individuos del taxón "i".

a_i = valor de tolerancia del taxón "i"

N = numero total de individuos de la muestra

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

MINA CATALINA HUANCA SAC.-

La Mina se ubica en la cordillera occidental de los Andes del Centro del Perú, pertenece a:

- Comunidad : Uyucasa
- Distrito : Canarias
- Provincia : Víctor Fajardo
- Región : Ayacucho

Sus coordenadas geográficas son:

- Norte: 8'454,200
- Este : 615,200

A 3500 msnm con una longitud de 73° 55' 47 y una latitud de 13° 58' 42 La mina es accesible desde la ciudad de Lima por dos rutas:

- Ruta: Lima – Nazca - Pampa Galera – Mina 715 Km.
- Ruta: Lima – Pisco –Ayacucho – Cangallo – Mina 1,022 Km.

La mina es de explotación polimetálica (plata, cobre, zinc y plomo), la planta de tratamiento trabaja con una capacidad de 300 DMT/día y opera bajo un sistema convencional de chancado, molienda y flotación, la propiedad cubre 5 406 ha cuyos efluentes después del tratamiento son posiblemente vertidas al río Mishca

esta en el trayecto se une al río Apongo, lo que forman el río Pampas. Los derechos mineros de la concesión metálica pertenecen a Catalina Huanca Sociedad Minera SAC, registrada en el asiento Nº 020, ficha 091045 del Registro Público de Minería - Oficina Regional de Lima.

3.2 POBLACION Y MUESTRAS.

POBLACIÓN.

Agua del río, del relave y los organismos macroinvertebrados bentónicos que se tomo en los diferentes puntos de muestreo.

MUESTRAS.

Las muestras estudiadas son el agua de río, relave y los organismos macroinvertebrados bentónicos.

3.3 COLECCIÓN DE MUESTRAS.

3.3.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA Y RELAVE PARA EXÁMENES FÍSICOQUÍMICOS Y BIOENSAYO.

Las muestras para los exámenes fisicoquímicos y los bioensayos se tomaron en los puntos establecidos, con intervalos promedio de un mes (junio, julio, agosto, setiembre) en cada punto se tomó un volumen de 500ml de la muestra.

Los frascos se desinfectaron adecuadamente. El frasco muestreador se sumergió debajo de la superficie del agua alejada del borde para evitar recolectar material flotante, se dirigió el muestreador en sentido contrario de la corriente, las muestras fueron llevadas al laboratorio para su posterior procedimiento.

Con la finalidad de reducir al mínimo las posibles variaciones de las características de agua, desde la toma de muestra hasta su análisis, se adoptaron las siguientes medidas:

Los frascos se llenaron completamente con las muestras de agua y cerrados herméticamente.

muestreo, denominadas M1, M2, M3, M4, M5 tratando de que sean representativas de acuerdo a sus características. Estos puntos de muestreo presentaron las siguientes características:

- a.- Primer punto (M1): Muestra tomada del río Racaya 50 metros antes de la unión con el efluente del relave de la mina.
- b.- Segundo punto (M2): Muestra tomada del río Mishca a unos 50 metros antes de la unión con el efluente del relave de la mina.
- c.- Tercer punto (M3): Muestra tomada del río Mishca en unión con el efluente del relave.
- d.- Cuarto punto (M4): Muestra tomada a unos 50 metros abajo después de que el efluente del relave llegue al río Mishca.
- e.- Quinto punto (M5): Muestra tomada del mismo relave.

Para el caso de los organismos macroinvertebrados bentónicos las muestras fueron tomadas en tres puntos (M1, M2, M4) no se tomó las muestras en el punto M3 por indisposición del encargado de la planta minera.

3.5 PROCEDIMIENTO TEST DE ALLIUM.

3.5.1 OBTENCION Y PREPARACIÓN DE LOS BULBOS DE *Allium cepa* var

- Los bulbos de cebolla china se obtuvieron en el mercado, se escogieron los bulbos de igual tamaño y mejor calidad.
- Se usaron bulbos de 1.0 y 2.0 cm de diámetro, que fueron almacenados bajo condiciones de sequedad entre +10 y 20 °C por un tiempo de 24 horas.
- Con un bisturí se removió y se limpió la zona del aro, situado en el primordio de la raíz, retirando la forma parcial de la planta.
- Los bulbos preparados se colocaron en depósitos con agua destilada hasta el momento de la prueba.

3.6 BIOENSAYOS Y LECTURA DE LA TOXICIDAD.

Preparación del blanco y control positivo.

- Se utilizó como blanco el medio de crecimiento GROWTH llevado a un pH 7.0.
control positivo se utilizó el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) como agentes tóxicos, la solución STOCK se preparó con agua destilada
- Se prepararon tubos de prueba con muestras de agua seleccionadas, con el control positivo y el blanco.
- Los bulbos de allium cepa v. se colocaron en los tubos de prueba, un bulbo en cada tubo.
- Se incubó bajo las siguientes condiciones:
 - T° ambiente (aproximadamente 20 °C)
 - Oscuridad.
 - Tiempo 48 horas.
- Después de las 48 horas de incubación se midió el crecimiento longitudinal de la raíz comparándolo con el control y el blanco.
- Para determinar la toxicidad se determinó la efectividad de crecimiento (EC_{50}), donde la cantidad de crecimiento de la raíz suma 50% y el blanco 100%.

3.7 PRUEBA DE GENOTOXICIDAD LECTURA DEL INDICE MITÓTICO.

- Para la prueba se cortó la porción distal de tres raíces de cada cebolla (aproximadamente de 2 – 5mm).
- Las raíces fueron llevadas a una solución farmer por un tiempo de 24h.
- luego fueron traspasadas a alcohol al 70 % como conservante.
- Las raíces fueron colocadas en vasos precipitados de 50 ml echando en el papel de la luna reloj con orceína acética.

- Se calentó tres veces a fuego directo con ayuda de un mechero de bunsen.
- Las raíces se dejaron en el colorante por 18 minutos a fin de que el colorante penetre al tejido.
- Las raíces fueron colocados en el portaobjeto donde se cortó el extremo distal 2 – 3 mm.
- Sobre los cortes de la raíz se colocó una gota de orceína acética fría y se cubrió con una laminilla cubreobjeto.
- Posteriormente se aplicó un squash suave.
- Las observaciones se sellaron eventualmente en el borde de las laminillas con esmalte de uñas.
- Se observaron al microscopio a 400 X.
- Para la lectura del índice mitótico se contó el número de divisiones celulares contadas en 1000 células observadas.

3.8 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DETERMINADOS.

PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	COMENTARIO
Sólidos Disueltos Totales	Mg/l	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
Alcalinidad total	Mg/l CaCO ₃	Volumétrico	Titulación H ₂ SO ₄
Turbidez	NTU	Electrométrico	Con turbidímetro digital HACH
Salinidad	Mg/l	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
Cloruro	Mg Cl/l	Volumétrico	Titulación AgNO ₃
Dureza Total	Mg/l CaCO ₃	Volumétrico	Titulación EDTA
Dureza Cálcica	Mg/l	Volumétrico	Titulación NaOH
Conductividad	Umhos/cm	Electrométrico	Con conductímetro digital HACH
pH		Electrométrico	Con pHmetro digital HACH

Determinaciones en base a las sugerencias de SUNASS (1997)

3.9.- CALIDAD DE LAS AGUAS BASADA EN LOS VALORES DE IBF DE HILSENHOFF (1988) EN HAUER Y LAMBERTI (1996).

Para el cálculo del IBF, los taxa fueron agrupados en sus respectivas familias, asignando el puntaje de tolerancia sugeridos por Hauer y Lamberty (1996), y se determinó el número total de individuos pertenecientes a cada familia. En la Tabla N° 09 del anexo se presentan las tolerancias de cada familia empleadas en el cálculo del índice; estas varían entre 0 (taxa sensible) a 10 (taxa tolerante). Para el cálculo del índice se siguió a Hilsenhoff (1988), para lo cual los puntajes de tolerancia fueron multiplicados por su correspondiente número de individuos. Posteriormente divididos por el número total de individuos de todas las familias obtenidos en la estación de muestreo para lo cual se utilizo la siguiente formula.

Formula.

$$\text{IBF} = \frac{\sum n_i a_i}{N}$$

Donde:

IBF = Índice Biótico De Familia

n_i = numero de individuos del taxón "i".

a_i = valor de tolerancia del taxón "i"

N = numero total de individuos de la muestra

3.9.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Con los datos obtenidos se construyó un base de datos en software mediante SPSS 12, para posteriormente ser procesados y analizados, para determinar la diferencia entre las zonas a analizar, se aplicó el ANVA.

Con los resultados de la caracterización bentónica y usando el Índice Biótico de Familia IBF se determinó la calidad ambiental del agua del río.

IV. RESULTADOS

CUADRO 02.- Crecimiento longitudinal, efectividad de crecimiento e Índice mitótico de *Allium cepa* var "cebolla china" en muestras de agua de río, relave obtenidas en diferente puntos de muestreo y concentraciones crecientes de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$, provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006

PUNTOS DE MUESTREO	PRUEBA I			PRUEBA II			PRUEBA III			PRUEBA IV		
	Crec. De la raíz en cm^*	Crec. De la raíz % del control	Índice Mitótico	Crec. De la raíz en cm^*	Crec. De la raíz % del control	Índice Mitótico	Crec. De la raíz en cm^*	Crec. De la raíz % del control	Índice Mitótico	Crec. De la raíz en cm^*	Crec. De la raíz % del control	Índice Mitótico
M1	1,73	90,31	78,25	1,67	91,76	76,25	1,66	84,26	73	1,82	86,26	75,75
M2	1,17	61,26	75,5	1,5	57,69	72,75	1,28	64,97	72	1,48	70,14	73,75
M3	0,77	40,14	75,75	1,8	59,07	69,5	0,83	42,13	74,5	1,02	48,34	70,5
M4	0,78	40,58	71,25	1,00	60,4	72,25	1,08	54,82	69,5	0,98	46,45	73,25
M5	0,20	10,47	33,25	0,15	13,4	31,5	0,23	16,75	34,75	0,82	38,86	36
CP1	1,45	75,92	100,5	1,28	70,33	94,25	1,3	62,44	85,75	1,13	53,55	73,25
CP2	0,93	48,69	76,25	0,75	41,21	73,25	0,76	38,58	71	0,68	32,23	71,25
CP3	0,46	24,08	61,75	0,43	23,35	58,75	0,50	25,38	60	0,61	28,91	57
CP4	0,38	19,90	52	0,34	18,68	52,5	0,0	20,30	56,5	0,48	22,75	51,75
MO	1,91	100,0	152	1,82	100,00	146,25	1,97	100,00	153,75	2,11	100,00	147,25

M1 : Muestra tomada antes del relave (río Racaya)

M2 : Muestra tomada antes del relave (río Mishca)

M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)

M4 : Muestra tomada después del relave (río Mishca)

M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.

CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l

CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l

CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l

CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l

MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth

Cuadro Nº 03.- Promedio del crecimiento longitudinal de la raíz (cm), efectividad de crecimiento (%) e índice mitótico de *Allium cepa* var "cebolla china" en muestras de agua de río, relave obtenidas en diferentes puntos de muestreo y diferentes concentraciones de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

PUNTOS DE MUESTREO	PROMEDIO DE CRECIMIENTO LONG. DE LA RAIZ (cm) % DE CONTROL		PROMEDIO DE INDICE MITOTICO *
	Cm	% **	
M1	1.719	88.1	75.8
M2	1.245	63.5	73.5
M3	0.923	47.4	72.6
M4	0.984	50.6	71.6
M5	0.400	20.0	33.9
CP1	1.272	65.6	88.4
CP2	0.780	40.2	72.9
CP3	0.499	25.4	59.4
CP4	0.400	20.4	53.2
MO	1.952	100.0	149.8

M1 : Muestra tomada antes del relave (río Racaya)
M2 : Muestra tomada antes del relave (río Mishca)
M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
M4 : Muestra tomada después del relave (río Mishca)
M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.

CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth

* Índice mitótico nº de células en mitosis contadas en 1000 células
** Efectividad de crecimiento (EC₅₀) la raíz *Allium cepa* var

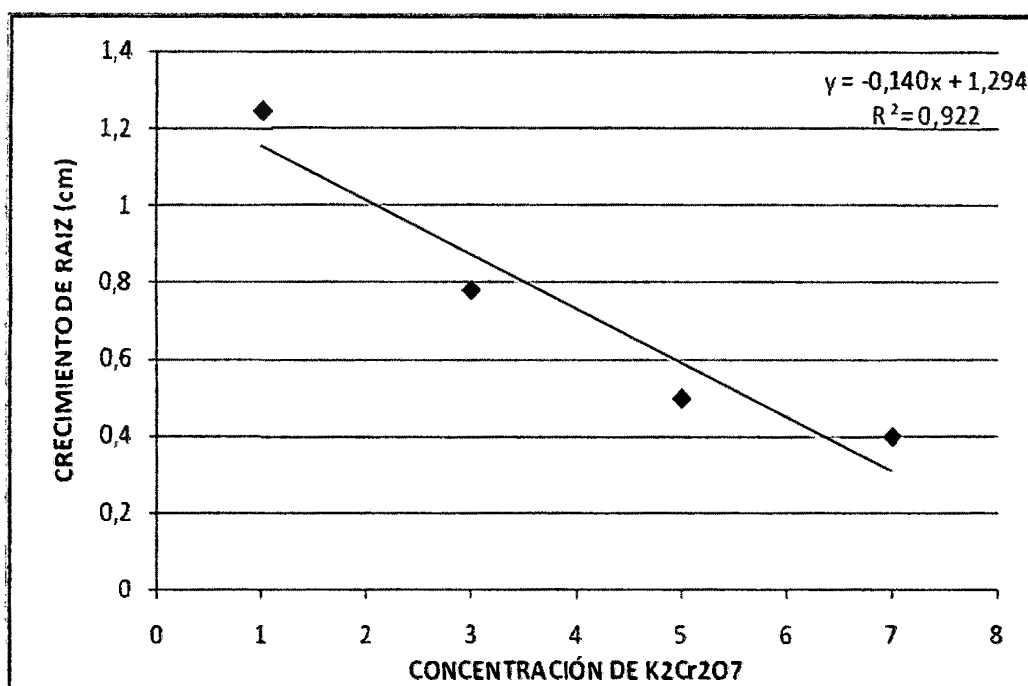


GRÁFICO Nº 01.- Regresión y correlación de crecimiento de la raíz de *Allium cepa* var “cebolla china” (cm) en concentraciones de dicromato de potasio K₂Cr₂O₇ (mg/L). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

LEYENDA:

- y : Crecimiento longitudinal de la raíz *Allium cepa* var
- x : Concentración de dicromato de potasio K₂Cr₂O₇ (mg/L)

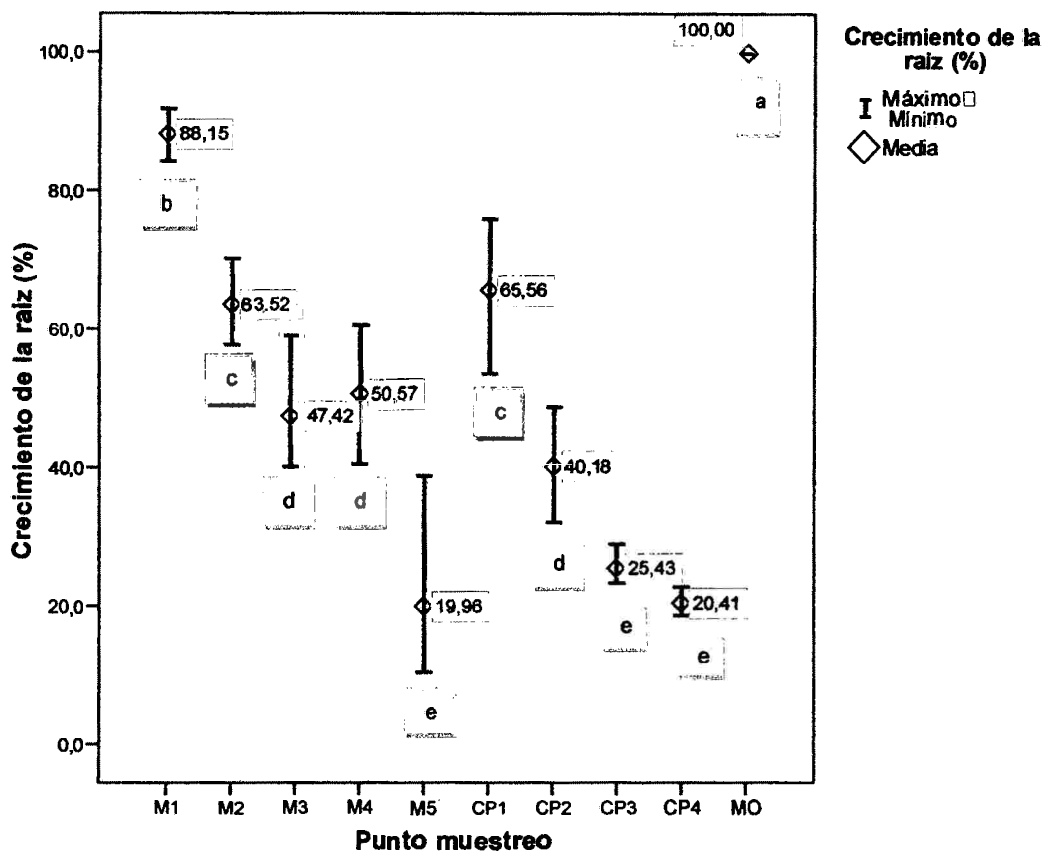


GRÁFICO Nº 04.- Valores promedio de efectividad de crecimiento (EC_{50}) de *Allium cepa* var “cebolla china” con las muestras de agua del río, relave y concentraciones crecientes de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

LEYENDA

a, b, c, d, e : Categorías asignadas por el Test de Duncam ($\alpha=0.05$)

- M1 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 100 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.
- CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
- CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
- CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
- CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
- MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth.

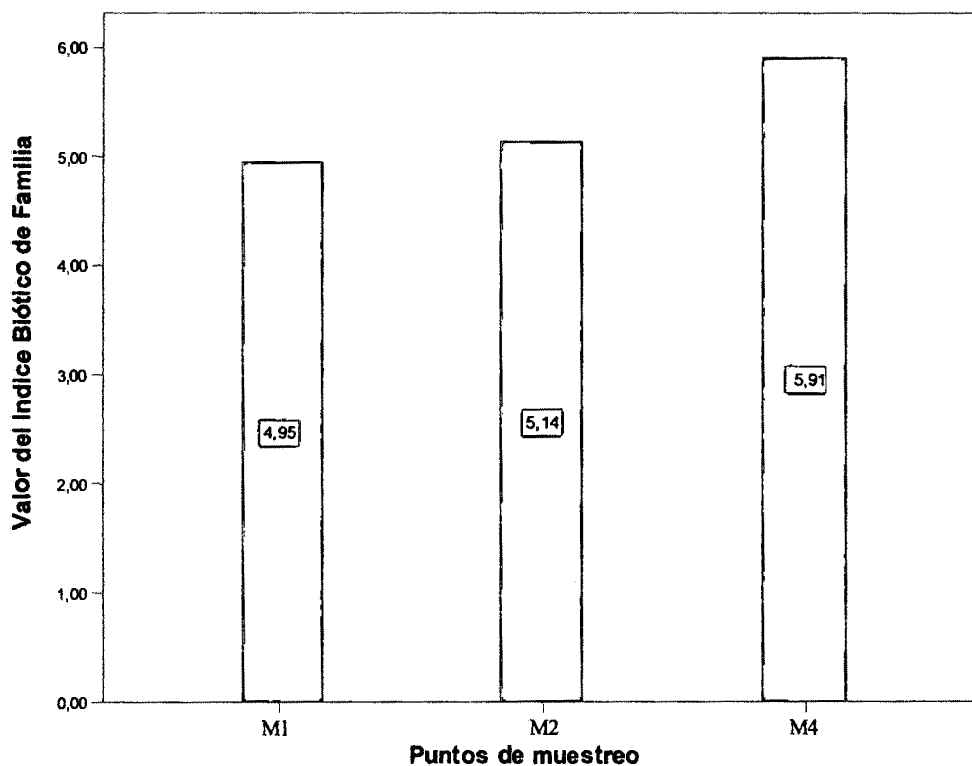


GRÁFICO N° 05.- Promedio de valor del Índice Biótico de Familia (IBF) de Hilsenhoff obtenidos en los tres puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 100 metros después del relave (río Mishca)

CUADRO N° 04.- Valores promedios de las características fisicoquímicas y análisis de Kruskal-wallis (P) de las muestras de aguas de río y relave en los diferentes puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	PUNTOS DE MUESTREO					Kruskal-Wallis (P)
	M1	M2	M3	M4	M5	
pH	8,1	7,9	8,1	8,1	8,3	0,9513
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	153,5	176,8	240,3	192,5	1048,0	0,0045*
Conductividad (uMhos/cm)	268,8	299,8	413,3	398,8	1823,0	0,0019*
Turbidez (NTU)	2,1	3,9	19,0	14,3	28,5	0,0025*
Salinidad(%)	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0	0,0116*
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L)	145,8	157,0	200,5	174,5	264,5	0,0040*
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L)	171,0	191,0	239,5	193,5	747,5	0,0054*
Dureza Cálrica (mg CaCO ₃ /L)	94,8	109,0	141,5	127,0	382,0	0,0019*
Cloruros (Cl ²⁻)	12,0	15,5	36,5	27,5	107,5	0,0015*

* Diferencia significativa

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 100 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.

Cuadro N° 05.- Promedio de la composición y abundancia de la comunidad macroinvertebrada bentónica, halladas en los tres puntos de muestreo de río. Prcvincia de Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	PUNTOS DE MUESTREO		
					M1	M2	M4
ARTROPODA	INSECTA	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis spp</i>	43	32	9
				<i>Andesiops spp</i>	8	6	0
			Leptohyphidae	<i>Meridialaris spp</i>	1	1	1
		Diptera	Chironominae	<i>Sp1</i>	5	11	0
		Tricoptera	Hiridobiociodae	Sub fam. <i>Hiridobiociodae</i>	0	0	1
ANNELIDA	OLIGO-CHAETA	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus spp</i>	10	7	13

LEYENDA.

- M1 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 100 metros antes del relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 100 metros después del relave (río Mishca)

Cuadro Nº 06.- Calidad del agua en tres puntos de muestreo basado en los valores de Índice Biótico de Familia (IBF) de Hilsenhoff. Provincia de Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

PUNTOS DE MUESTREO	VALOR IBF	CALIDAD DEL AGUA	COLOR
M1	4,95	Buena	Verde
M2	5,14	Regular	Amarillo
M3	-----	-----	-----
M4	5,91	Relativamente mala	Café

Leyenda

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (río Mishca)

V. DISCUSIÓN.

En el cuadro N° 02 se observa los resultados de los cuatro muestreos para la determinación de la toxicidad provenientes de cinco puntos de muestreo: M1, M2, M3, M4, M5, como control positivo se utilizó cuatro concentraciones de dicromato de potasio y el medio Growth como medio óptimo de crecimiento, se tomó como medida el crecimiento en longitud de la raíz y por consiguiente la efectividad de crecimiento de *Allium cepa* var "cebolla china" para determinar la existencia de toxicidad, en la cual en términos generales se puede apreciar la existencia de diferencia significativa entre los diferentes puntos de muestreo, la misma que es detectada por el análisis de varianza realizado ($P < 0.05$) el que se muestra en el Cuadro N° 07, lo que estaría indicando la existencia de diferentes niveles de toxicidad para los diferentes puntos de muestreo y concentraciones positivas, presentando mayor toxicidad en los puntos M3, M4, M5. Estadísticamente para los momentos de muestreos (meses) se demostró que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$), en el que se muestra en el Cuadro N° 07 lo que nos estaría indicando que las condiciones fueron las mismas a lo largo de los meses de muestreo.

Para el caso de la determinación del índice mitótico al realizar en análisis de varianza se determinó estadísticamente la existencia de diferencia significativa ($P < 0.05$) para los diferentes puntos de muestreo y concentraciones de $K_2Cr_2O_7$

mas no así para los diferentes momentos (meses) en el que se muestra en el Cuadro N° 09.

Estas resultados evidencian que las actividades mineras, el relave de la mina Catalina Huanca ejerce un efecto negativo sobre el río en estudio, muchos de esos productos químicos son peligrosos, especialmente los subproductos de su elaboración y es necesario evaluar los riesgos para la salud, directos o indirectos que se derivan de su uso, almacenamiento o disposición. Su descarga al medio ambiente, intencional o no, están causando serias consecuencias, atenta contra el medio ambiente al propiciar la contaminación de los suelos y las aguas superficiales afectando la vida acuática hay un peligro latente sobre la salud de los habitantes que viven en zonas cercanas ya que pueden contraer enfermedades.

Para la determinación de toxicidad, se consideró el crecimiento longitudinal de la raíz de la cebolla china, para discutir los resultados obtenidos es necesario mencionar que las muestras y el control positivo, fueron comparadas con el blanco, que manifiesta el total de crecimiento 100% y en función a este se determinó si las muestras presentan una toxicidad o no, esto se confirma cuando el crecimiento de las raíces presentan una Efectividad del Crecimiento (EC_{50}) con la relación al blanco, esto quiere decir si el crecimiento de las raíces es 50% o menor en comparación al blanco se dice que presenta alta toxicidad (Fiskejo, 1993).

En el Cuadro N° 03 o Gráfico N° 02 se observa que en las muestras tomadas en los puntos M1 y M2, el promedio de crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* varen el punto M1 es de 1.72 cm con EC_{50} de 88.1% en relación al blanco lo que indica que en este punto presentan una ligera toxicidad debido a estos atraviesan por una zona minera donde puede contener trazas de minerales y algunos pesticidas que son arrasados de los cultivos aledaños. En la muestra

tomada en el punto M2 el promedio de crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* var es de 1.25 cm que tiene un EC_{50} de 63.5 en relación al blanco, que según el test allium indica que también existe una leve toxicidad, porque el crecimiento de las raíces es relativamente bajo en comparación con la muestra tomada en el punto M1 y al blanco, esta toxicidad podría ser consecuencia de que a la rivera de este río se encuentra ubicado uno de los silos del campamento minero donde las aguas servidas se vierten directamente al río sin ningún tratamiento, al igual que la planta de tratamiento de las actividades mineras como se muestra en el Figura N° 01 esto constituye el área de influencia, ocasionando la toxicidad existente. Según el test de Duncan lo mencionado se estaría comparando al observar el gráfico N° 02 donde se evidencia que la toxicidad en el punto M2 es semejante a la toxicidad existente en la concentración CP1 del control positivo lo que indica que en las muestra de agua de este punto existe la presencia de ciertas sustancias toxicas la que estaría evidenciando la existencia de la leve toxicidad.

En las muestras tomadas en el punto M3, siendo el promedio de crecimiento de la raíces de *Allium cepa* var. de 0.92 cm y una EC_{50} de 47.4%, que según el test de Allium existe mayor toxicidad, ya que el crecimiento de las raíces es muy bajo en comparación con las muestras tomadas en los puntos M1, M2 y el blanco, la no existencia de especies de la zona como la trucha *Oncorhynchus mykiss* como lo menciona Portal, (1997), esto consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo ya que los huevos de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas, las agallas de los peces se tupen o dañan. (Pessón, 1979). La descarga del efluente del relave, así como la descarga de desechos de aguas servidas eliminados sin ningún tratamiento, que en esta se encuentra numerosos elementos tóxicos, ejercen efectos especialmente causados sobre el medio que forman películas superficiales y frenan los proceso

de reaeración necesario para la autodepuración (Pessón, 1979). La presencia de metales pesados en el relave tales como el mercurio, cadmio, cobre, cianuro son tóxicos para los organismos acuáticos (Sánchez, 1995).

En la muestra que se tomó en el punto M4, el promedio de crecimiento de las raíces de *Allium cepa* v. es de 0.98 cm y el EC_{50} de 50.6, según el test de Allium existe mayor toxicidad, por el crecimiento de las raíces muy bajo en comparación con las muestras que no presentan mayor toxicidad y el blanco. Por el color gris y amarillento de las aguas es como si no existiera vida acuática. Las operaciones mineras están asociadas a los problemas de la calidad de las aguas que incluyen el drenaje ácido, lixiviado y transporte de metales pesados y su sedimentación (American Water Works Association, 2002). En el Gráfico N° 02 y cuadro N° 08, según el test de Duncan se evidencia que las muestras tomadas en el punto M3, M4 podrían compararse con la concentración de CP2 del control positivo, esto evidencia la existencia de sustancias tóxicas en el río causando un efecto nocivo sobre los organismos o la biocenosis y dependerá tanto de las propiedades químicas del compuesto como de su concentración, la presencia de sustancias tóxicas en los puntos M3 y M4 es mayor que en el punto M2 esto notamos por el bajo crecimiento de la raíz de la cebolla como se observa en el cuadro N° 03. En el mismo cuadro se observa que en el punto M3 el crecimiento longitudinal de la raíz es menor en comparación al punto M4 evidenciando que la toxicidad va disminuyendo río abajo, esto podría explicarse por el proceso de dilución, autopurificación del río, que es la capacidad de un cuerpo de agua de eliminar por sí mismo descargas contaminantes que recibe, principalmente de materia orgánica, depende de la microflora presente bacterias, protozoos, algas Castillo, 2004.

En la muestra tomada en el punto M5 el crecimiento longitudinal de las raíces es de 0.40 cm con una EC_{50} de 20.0% con respecto al blanco el que se muestra en

el Gráfico Nº 04 esto indica que hay una elevada toxicidad, estos resultados eran de esperarse ya que las aguas del relave son altamente tóxicas. Según Bedriñana, (1995) los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. El relave es una consecuencia del tratamiento de los minerales, para obtener concentrados donde se hace uso de una serie de reactivos para cada metal. (Bustillo, 1997). La mina Catalina Huanca tiene una producción polimetálica (cobre, zinc, plomo y plata) donde los reactivos utilizados son: A – 31, AP-404,Z-6, S-622, M.I.B.C, mg-351 aceite de pino (Traverso. 1995), cuyos productos y sub productos que son tóxicos se vierten en los relaves, que al ingresar a las aguas del río se diluyen a tal punto que disminuye su efecto tóxico pero causando un impacto sobre la calidad del agua superficial. El drenaje ácido de la mina puede alterar la química del agua original, acidificar las corrientes y producir la disolución de metales, de las rocas abundantes, suelo y precipitar hierro a las corrientes que tienen un pH neutro (Iannacone. 1995). Las operaciones mineras alteran la topografía superficial y reemocionan la vegetación, produciendo una excesiva erosión. En el Gráfico Nº 02 según el test de Duncan se observa la evidencia de que la muestra tomada del relave punto M5 podrían compararse con concentraciones CP3 y CP4 de $K_2Cr_2O_7$ evidenciando que el relave presenta alta concentración de sustancias tóxicas lo cual tendría un efecto negativo sobre el río receptor.

En el Cuadro Nº 03 y Gráfico Nº 03 se muestra el promedio de los índices mitóticos de las muestras de aguas del río y el relave en los cuatro muestreos. El índice mitótico nos permite cuantificar el efecto genotóxico, citotóxico sobre las células meristemáticas de *Allium cepa* v. en forma general se afirma que cuanto mayor sea el índice mitótico mayor será el crecimiento, desarrollo y reparación de los tejidos dañados o gastados (Sheeler, 1993). En el Cuadro Nº 03 se

observa que el medio de crecimiento Medio Growth se comporta como el blanco el que presenta un índice mitótico de 149.8, donde las células se muestran normales (Fotografía Nº 12). Según Aurazo y Esparza, (1995) reporta un índice mitótico de 150.0 y Portal, (1997) reporta 151.19 para el medio de crecimiento, donde la diferencia es mínima con el valor obtenido.

En el Gráfico Nº 03 se observa los resultados de índice mitótico para los puntos de muestreo son parecidos a excepción del punto M5, para las concentraciones de dicromato de potasio se observa que a medida que incrementa su concentración el índice mitótico disminuye. Sin embargo según el Test de Duncan resalta el hecho de que los valores obtenidos en los puntos de muestreo son equivalentes a CP2 lo que nos indicaría que existe toxicidad semejante a CP2 para M1, M2, M3, M4, mientras que M5 superaría los valores equivalentes de las concentraciones de dicromato de potasio, lo que nos estaría demostrando que los relaves mineros son altamente tóxicos ya que contienen hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano (Bedriñana, 1995), mostrando una diferencia en el tamaño y forma de las células mitóticas como se muestran en las Fotografías Nº 05, 06, 07, 08. En las células meristemáticas expuestas en agua de río del punto M1 y M2 antes de que llegue el relave, donde sus células se observan grandes como se evidencia en las Fotografía Nº 05 y 06 estas le permitirían tener un mayor crecimiento de la raíz, pero notamos que el índice mitótico presenta poca cantidad de células mitóticas. En muestras que presentan mayor toxicidad de acuerdo al crecimiento longitudinal de las raíces de *Allium cepa* v. muestra tomada en el punto M3, M4 presentan un crecimiento longitudinal menor pero índice mitótico similar a las anteriores. Estos resultados demuestran que algunas sustancias químicas no afectan en el crecimiento longitudinal de la raíz de *allium cepa var* pero si en la mitosis y en

otras afecta tanto al crecimiento longitudinal como en la mitosis tal como se muestra en los Gráficos N° 02 y 03. En la muestra tomada del punto M5 presenta un índice mitótico de 33.9 estas muestras de relave no evidencia comparación con las concentraciones positivas ya que sobrepasa los valores, en esta los procesos del ciclo celular han sido detenidos por las sustancias tóxicas provenientes de la separación de los metales, modificando alguna secuencia del ciclo celular principalmente en la síntesis de proteínas de la interfase. Cuando una célula deja de dividirse, se detiene en un punto específico de G1, sale del ciclo a un periodo llamado G0, cuando la célula decide empezar un nuevo ciclo o entra a G0, no se conoce como se realiza esto (De Robertis, 1994). Las investigaciones han demostrado que los efectos tóxicos sobre las estructuras celulares, es más que un efecto directo sobre el ADN, las sustancias químicas se comportan como mutágenos capaces de inducir en el material genético cambios hereditarios. Se sabe muy en claro que un gran número de sustancias químicas pueda causar mutaciones (Health and Welfare, 1986) citado por (Hickman, 1990); Sin embargo, es importante distinguir entre aquellas sustancias que puedan inducirlos y aquellas que tienen riesgo mutagénico para las personas dependiendo generalmente de factores principalmente la concentración, los organismos presentan un mecanismo de regulación de absorción de metales esenciales, entre tanto esos mecanismos pueden dejar de funcionar cuando es saturado en el medio ambiente en el cual el organismo vive (Sousa, 1993). causando una serie de alteraciones celulares y en general a nivel del organismo vivo afectando sus procesos fisiológicos.

Como control positivo para la determinación de toxicidad se trabajó con diferentes concentraciones de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) como agente tóxico. Las concentraciones usadas en las pruebas fueron las siguientes: 1, 3, 5

y 7mg/l de $K_2Cr_2O_7$. Sabiendo que el cromo 6^+ afecta el crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* var.

En concentraciones alrededor de 1 mg/l el crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* v se inhibe en un 25 %, en 3 mg/l presenta una inhibición 50 % y en concentraciones de 5 y 7 mg/l se inhibe en un 75 a 90 % del crecimiento de la raíz. Como se muestra en el Gráfico Nº 01. El índice mitótico es inversamente proporcional a la concentración de cromo. Donde a partir de la concentración CP3 el índice mitótico disminuye aproximadamente el 50%, comparado con la prueba control como se observa en el Cuadro Nº 03, el número de metafases, anafase normales disminuye con el incremento de la concentración de dicromato de potasio. El número de células con aberraciones cromosómicas se incrementa en razón directa a la concentración de dicromato de potasio. La aberración cromosómica predominante causada por el cromo es la fragmentación cromosómica como se observa en la Fotografía Nº 07 tal como ocurre en el punto M4 y M5.

En los experimentos efectuados con concentraciones de dicromato de potasio entre CP1 y CP2 se observó poca diferencia en el índice mitótico, pero sí se observó mayor diferencia en el crecimiento longitudinal de la raíz, como ocurre con las muestras de agua tomadas en el punto M1, M2, M3 y M4 como se observa en el Cuadro Nº 03.

Para los análisis fisicoquímicos, al realizar la toma de muestra, se evidencia la presencia de un factor disturbante sobre el río ya que el color de las aguas a partir del punto M2 fue de amarillo a café punto M3.

En el Cuadro Nº 04 se observa los promedios de las características fisicoquímicas determinados como; sólidos totales disueltos, conductibilidad, dureza total, dureza cálcica, turbidez, alcalinidad total, cloruros, pH, salinidad;

para los cinco puntos se puede notar que en la mayoría de ellos, los valores se incrementan hacia la zona del río abajo y en la muestra del mismo relave.

Al realizar la prueba de Kruskal-wallis como se muestra en el mismo cuadro se observa que existe diferencia significativa para todas las características fisicoquímicas exceptuando en el pH en los cinco puntos de muestreo. Es así por ejemplo para la conductividad los valores fluctúa entre 269 uMhos/cm y 413 uMhos/cm entre los puntos M1 y M4, la muestra tomada en el punto M5 presenta el mayor valor obtenido 1 823 uMhos/cm. Para los análisis de sólidos totales disueltos los valores obtenidos fluctúan entre 153.5 mg/L y 240 mg/L. según las Normas Legales en la categoría 4, para la conservación del medio ambiente acuático los resultados obtenidos están dentro de los parámetros normales, pero se observa un aumento río abajo obteniendo mayor valor en el punto M3 esto debido a que en este punto se encuentra en unión con el relave minero ya que existe posible descarga o filtración del material, además de las aguas servidas que contribuyen a aumentar la carga orgánica en las aguas superficiales. Según Roldan (1999) y Cole (1988) mencionado por Carrasco (2004) señalan que el incremento en los valores de conductibilidad están en relación directa con la concentración de minerales (iones) disueltos en el agua (sólidos totales disueltos), en el punto M4 se nota una ligera disminución esto debido a la autopurificación, capacidad de un cuerpo de agua de eliminar por sí mismo descargas contaminantes que recibe (Castillo, 2004). Y la dilución ya que las corrientes fluviales debido a que fluyen se recuperan rápidamente del exceso de de ciertas sustancias químicas inorgánicas como ácidos, compuestos de metales tóxicos como mercurio, plomo y sustancias químicas orgánicas como el petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que envenenan el agua y amenazan la vida, esto funciona mientras no haya sobrecarga de los contaminantes o su flujo no sea reducido por sequía, represado, etc. Para los sólidos totales en el punto M5

presenta un máximo valor de 1 048 mg/L, en ambas características presentan los mayores valores en este punto, esto era de esperarse ya que el relave contiene aproximadamente de 20 a 25 % de sólidos en la mayoría de los casos contiene gran cantidad de sólidos, mineral de ganga, reactivos químicos de flotación, productos de la actividad minera, que estos al ser eliminados al río genera riesgo para la vida acuática ya que obstruyen el buen desarrollo de esta, además algunos compuestos utilizados en la industria minera son tóxicos para la vida en el agua y la salud humana (Margalef, 1983). Referente a la concentración STD en el agua, esta al estar estrechamente relacionado con la conductividad, se explica su comportamiento similar, la máxima concentración de sólidos totales disueltos esta relacionado directamente con los máximos valores de conductividad, similar comportamiento se registra para la mínima concentración de sólidos totales disueltos y el mínimo valor de conductividad. De acuerdo con Rawson, 1951 y Hooper, 1951, las concentraciones sólidos totales disueltos STD afecta principalmente el paso de la luz a través del agua, la presencia de materiales coloridos de difícil degradación son de riesgo para la vida acuática ya que obstruyen el buen desarrollo de esta, además algunos compuestos utilizados en la industria minera son tóxicos los cuales pueden terminar en cursos de aguas dañando ecosistemas acuáticos, además de provocar un serio daño a los sistemas alrededores, incluyendo problemas en la salud para las personas. (Margalef, 1983). Para las características de dureza total los valores fluctúan entre 171 y 239.5 mgCaCO₃/L y para la dureza cálcica entre 94.8 y 141.5 mgCaCO₃/L, aumentando los valores en ambos en el recorrido río abajo, en la muestra tomada en el mismo relave M5 ambas presentan el mayor valor. Carrasco, (2004) reporta para la dureza total en el río Alameda final 181.33 mg/L este valor es similar al obtenido entre los puntos M2 y M4 del presente trabajo. Según Ehlers, (1965) y Mazzafero, (1994), manifiestan que la dureza del agua se

produce por la presencia de iones metálicos que forman jabones metálicos insolubles, hecho que podría deberse al contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio; sulfato y cloruros de calcio y magnesio. Se observa en los valores de dureza total y cálcica un incremento en el punto M3 esto esta determinado por el incremento de la concentración de iones ya mencionados. Influenciadas por los relaves que son desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas, fosfatos y cloruros presentes en los detergentes producto usado en la actividad de los trabajadores de la mina y la población, la acción directa e indirecta de los agricultores con el uso de fertilizantes, que son vertidas al cause del río y por el suelo circundante así como de la roca que rodea el área. Con respecto a la dureza cálcica según Nisbet, (1968) referido por Blanco, (1984) las aguas con un contenido de 60 a 120 mg/L son óptimas para la vida acuática, piscícola lo que explicaría la ausencia de vida acuática en dicho río. Según Gray, (1996) y la OPS, (1988) mencionados por Salcedo, (1996) manifiestan que la dureza o blandura del agua varia de un lugar a otro y refleja la naturaleza de la geología, las actividades realizadas de la área la cual a estado en contacto con el agua. La alcalinidad en los cuerpos de aguas naturales, tienen su origen en el sistema carbonato, debido a que el bióxido de carbono y los bicarbonatos forman parte del metabolismo de los organismos vivos, aerobios o anaerobios, debido a que el ion carbonato tiene características "anfotericas" una de las principales consecuencias del sistema carbonato en el agua consiste en que este le imparte a la misma una ligera "capacidad buffer" así, la cantidad o concentración del sistema carbonato en el agua determina su capacidad amortiguadora. (Roldan, 1999). Mientras que la proporción entre los componentes de dichos sistemas, CO_2 , HCO_3^- y $\text{CO}_3^{=}$, determinan su valor de pH. En el Cuadro Nº 04 se reportan los resultados de la alcalinidad de las

muestras de agua y del mismo relave, obteniendo valores que fluctúan entre 145.8 y 200.5 mgCaCO₃/L se nota el incremento río abajo y el mayor valor obtenido es la muestra del mismo relave 264 mgCaCO₃/L. Salcedo, (1995) reporta valores que fluctúan entre 127 y 172 mgCaCO₃/L en el informe que reporta el Laboratorio de Quicapata para el 1997 (meses de enero a abril) expresa valores de 8.0 a 52 ppm para aguas naturales, estas son menores comparado al presente trabajo que presentan valores superiores al valor guía (120 mg/L), este incremento puede deberse a la posible ausencia de organismos vivos descomponedores de la materia orgánica por la presencia de metales tóxicos emitidos por el relave de la empresa minera. Para el pH se puede apreciar que no existe diferencia significativa en los puntos de muestreo como se observa en el Cuadro N° 04 estos valores no fueron hallados in situ ya que no se conto con el equipo correspondiente es por eso que los valores pudieron sufrir variaciones, los resultados obtenidos varían de 7.9 a 8.3. La concentración de iones hidrógeno varía por la descomposición de la materia orgánica. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico como es en este caso debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH muy ácido o muy alcalino, puede ser indicio de una contaminación industrial. (<http://www.megaozono.com/PH.htm>). Es importante este parámetro tanto de las aguas naturales como de las aguas servidas, pues la existencia de gran parte de la vida biológica sólo es posible dentro de los estrechos límites de variación de ese parámetro. Este parámetro es de enorme interés en ecología, junto a la temperatura y la humedad, porque a ellos responden la mayoría de los seres vivos. Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural

es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO_2 formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato. Según Guardia, (2002) reporta valores de pH entre 7.8 y 8.1 similares a los resultados del presente trabajo.

Con respecto a la salinidad los valores obtenidos en las muestras de agua de los diferentes puntos es de 0.2%, 0.3 % y en la muestra del relave es de 1.0 % como se observa en el Cuadro Nº 04 apreciando una diferencia significativa en los diferentes puntos de muestreo según la prueba de kruskal-wallis, La salinidad de las aguas influye en la distribución de los organismos, habiendo organismos homeostáticos y poiquilostáticos. La salinidad presenta variaciones cuando se comparan las cuencas, las distintas latitudes o las diferentes profundidades. En el Cuadro Nº 04 se observa los valores promedios para los cloruros donde los valores fluctúan entre 12 y 36.5 mg/L para las muestras de aguas y 108 mg/L para la muestra del relave. En el mismo cuadro se aprecia que existe una diferencia altamente significativa para los valores de cloruros en los diferentes puntos de muestreo. Los valores de cloruro en los puntos M1 y M2 son menores a las muestras tomadas del punto M3 y M4, observando un ligero aumento en la muestra tomada en el punto M3. Margalef, (1983), Wetzel (1981), Cole (1988) y Roldan (1992), citados por (Carrasco, 2004) mencionan que los promedios para los ríos sudamericanos es de 4.9 mg/L y haciendo las comparaciones con los valores reportados se encuentran por encima de lo recomendado, la presencia de cloruros en aguas naturales se atribuye a la contaminación proveniente de diversos efluentes de actividad industrial, aguas excedentarias de riego agrícolas. el mayor valor obtenido es la muestra tomada es en el punto M3 este incremento de cloruros como consecuencia de la influencia antropogénica procedentes de la orina del hombre y de los animales (5g/L), también en este punto se encuentra ubicado el relave ya que en esta se encuentra un sin numero de reactivo aumentando así en este punto los valores de cloruros. En el mismo

Cuadro Nº 04 se reporta los resultados de la turbidez donde los valores fluctúan entre 2.1 y 19 NTU en las muestras de agua de río, y mayor valor en la muestra de relave con 28 NTU, aumentando su concentración río abajo. En el informe de Salcedo, (1996) reportó valores de 7.4 a 11.50 UNT en periodos lluviosos y valores de 6.6 a 7.26 NTU en el periodo seco. Se nota una diferencia debido a que los valores de turbidez varían con las temporadas lluviosas y secas, pudiendo también deberse a la remoción de arena y sustrato e incorporación de productos por las actividades humanas realizadas, descarga de efluente de la mina, etc. Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU. Según, Pessón, (1979), las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente, mientras que se favorece la multiplicación de otros. EL MINSA, 1988 manifiesta que la Environmental Protection Agency (EPA), de acuerdo a sus investigaciones ha establecido que los valores de turbidez deben ser los más bajos posibles. El principal impacto de una alta turbidez es meramente estético a nadie le gusta el aspecto del agua sucia. Pero además, es esencial eliminar la turbidez para desinfectar efectivamente el agua que desea ser bebida ya que la materia particulada protege a los patógenos de los desinfectantes. En las aguas superficiales las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. American Society for testing and materials, (1976), citado por Salcedo (1996), menciona que la turbidez es una característica de casi todas las aguas superficiales pues, debido

a la erosión de la superficie terrestre, contiene partículas de materia en suspensión.

En los resultados obtenidos indicados en el Cuadro N° 05 se reporta la composición y estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica halladas en solo tres puntos de muestreo M1, M2 y M4, no se logró tomar la muestra en el punto M3 ya establecido establecido por impedimento del encargado de la mina, destacando la presencia de 2 phylums, 2 clase, 4 ordenes y 5 familias y 6 morfotipos, resaltando que no se confirmó fehacientemente la especie a la cual pertenecen, por lo que se esta considerando a las posibles especies como morfoespecies (organismos morfológicamente diferenciados del resto), con el propósito de facilitar los cálculos tal como señala Moreno (2001).

El phylum mas representativo hallado fue la Artrópoda y dentro de esta la clase insecta que reúne a la gran mayoría de los taxones hallados, siendo la de mayor número del orden Ephemeroptera seguida de Díptera, por otro lado, el Phylum Annelida presenta un solo orden y una sola familia. En el cuadro N° 05 se observa la abundancia relativa por orden en los diferentes puntos de muestreo M1, M2, M4. Se nota que para el punto M4 disminuyen sus abundancias, es así que para el punto M1 se observa mayor numero de individuos a comparación con el punto M2, esto debido a que en el punto M1 las condiciones ambientales para los organismos acuáticos son mejores, los cuales parecen mostrar la tendencia a disminuir sus abundancias en el recorrido río abajo, tal como ocurre con Baetis que presenta abundancias de 42 y 32 para M1 y M2 respectivamente para luego disminuir en M4 posiblemente debido a la variación de las características fisicoquímicas del agua generado por el hombre como es en este caso la descarga de contaminantes tóxicos por el relave minero y las aguas residuales y el rango de tolerancia que presentan las especies, lo mismo se aprecia con la especie *Andesiops sp.* Carrasco (2004) menciona que muchas de

estas especies pertenecientes al orden Ephemeroptera son consideradas como bioindicadores de aguas limpias y bien oxigenadas, por lo tanto la disminución, puede indicar que las aguas de río Mishca tramo abajo, posee un ambiente que ha sido alterado, coincidiendo con (Ramírez, 1999) mencionado por (Madueña, 2004) que señala, todo organismo esta adaptado a sobrevivir bajo condiciones ambientales de su habitat si estos varían determinan condiciones adversas para su supervivencia, por lo que es común observar la disminución en numero, incluso su desaparición; así mismo al igual que (Cole, 1988) señala que el pH, la concentración de sólidos totales, de oxígeno disuelto, la salinidad (determinada por cloruros principalmente), son los principales factores limitantes para la distribución de organismos acuáticos.

En el mismo cuadro se observa la familia Chironominae del orden Diptera donde se nota poca presencia de estos individuos ya que la mayoría de las especies presentan alta sensibilidad a metales pesados, plaguicidas y a muestras ambientales (Lannacone, 2000). La presencia de chironomidos es frecuentemente asociado con una fuerte o extrema contaminación orgánica y capaz de prosperar bajo condiciones anaerobias. En un estudio de Variabilidad del Ensayo Ecotoxicológico con *Chironomus* para evaluar el efecto tóxico del Cadmio, Mercurio y Plomo entre los numerosos factores bióticos que pudieran influir en la toxicidad del cadmio, mercurio y plomo sobre las especies de la familia Chironomidae, se demostró que el efecto depende de la especie, estado de desarrollo y edad, permiten una alta disponibilidad al Fe, Zn, Ni y Cu presentes en el cuerpo de agua; ésta contribuirá a la captación de dichos metales. Las larvas de primer estadio (plantónicas) son más sensibles. Además, entre los factores abióticos se señala al tiempo de exposición como un factor de importancia que influiría en la ecotoxicidad de los metales pesados. Lannacone; Salazar y Alvaríño, (2003). <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/341/34120116.pdf>.

Para zonas perturbadas por contaminantes, Branco (1984) citado por Guardia (2002) señala que los chironomidae son larvas que se adaptan a los ambientes, estos mecanismos de adaptación pueden ser físico, por ejemplo la presencia de branquias que les permiten al organismo respirar en aguas con menores cantidades de oxígeno, además estos poseen pigmentos fijadores de oxígeno como la hemoglobina, esta característica permitirá la sobrevivencia de esta especie estos organismos sobreviven a una fuerte contaminación orgánica mas no así a productos tóxicos como los metales pesados u otras sustancias químicas. La descarga del efluente del relave al río u otras sustancias químicas de actividades antropogénica demostraría la disminución de esta especie en los punto M4 del río como se observa en el cuadro N° 05

El orden trichóptera presenta organismos que no se encuentran asociados aun a niveles moderados de contaminación orgánica y son generalmente intolerantes a moderadas reducciones de oxígeno disuelto por la perturbación de las características fisicoquímicas que sufren como se reporta la ausencia en el presente trabajo ya que estos se encuentran generalmente en "aguas limpias". Estas se hallan en zonas donde la acción antropogénica es mínima y menores coincidiendo con Margalef (1983), Magurran (1988), que sostienen que la diversidad de una comunidad sometida a efectos de la contaminación, tiende a disminuir debido a que los organismos al poseer información en su carga genética que les permite desempeñarse bajo determinadas condiciones y al no cumplirse estas por efectos de contaminación, muchos de ellos son considerados como estenotipos (rangos estrechos de tolerancia), tienden a desaparecer o disminuir su abundancia, subsistiendo solo aquellas especies que tienen amplios rangos (euritípicos) y/o apareciendo otros organismos estenoicos para las nuevas condiciones. Estos organismos son bioindicadores de aguas limpias o con leve (mínima) contaminación orgánica Margalef (1983).

De acuerdo a los valores Índice Biótico de familia (IBF) Hilsenhoff (1988) en Hauer y Lamberti (1996). Tal como se muestra en el cuadro N° 14, las aguas fueron clasificados en tres clases de calidad tal como se observa en el Cuadro N° 06, la calidad del agua en los puntos muestreados fueron clasificadas de buenas a regularmente malas, las aguas ubicadas en el punto M1 fue clasificada como buena ya que en este punto las aguas no están en contacto directo con las actividades mineras y existe poca presencia de materiales contaminantes orgánicos o inorgánicos, en el punto M2 fue clasificada como regular la descarga de aguas servidas sin ningún tratamiento, la ubicación en este punto de la planta de actividades de la mina u otras actividades antropogénica, es preocupante ya que están deteriorando el medio acuático, en el punto M4 clasificada como relativamente mala este medio acuático esta siendo deteriorada a medida que pasa el tiempo por causa de los contaminantes emitidos por el efluente minero, por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y otras actividades humanas, la presencia de metales en el medio acuático es preocupante, ya que estas sustancias producen efectos adversos sobre los seres vivos (Martin y Richardson, 1991) mencionado por Carrasco, 2004).

Además de la elevada toxicidad de algunos metales para la fauna acuática, su persistencia y su grado de acumulación a lo largo de la cadena trófica pueden llegar a afectar a la salud humana (Hickman, 1990).

VI. CONCLUSIONES

1. El relave de la mina Catalina Huanca tiene un efecto negativo sobre las aguas del río Mishca. ya que las muestras tomadas en los puntos M3, M4 presentan una efectividad de crecimiento EC_{50} de la raíz *Allium cepa* var (*cebolla china*) respecto al blanco de 47.18; 50.26 respectivamente presentando una alta toxicidad mientras que en las muestras tomadas en los punto M1 y M2 presentan una ligera toxicidad.
2. Los niveles de las características fisicoquímicas determinadas en los cuatro puntos de muestreo del río están en función de las perturbaciones emitidas por el efluente minero y otras actividades antropogénicas, registrándose un aumento en los valores en el punto M3 en unión con el efluente del relave minero y una disminución en el punto M4 por la dilución existente en la corriente, apreciando mayores valores en el punto M5 muestra del relave.
3. La comunidad macroinvertebrada bentónica hallada en los puntos M1, M2, M3, compuesto por 2 phylums, 2 clases, 4 ordenes 6 especies, siendo el phylum mas representativo la Artropoda, a nivel de especies Baetis sp del orden Ephemeroptera fueron los mas abundantes notándose una disminución de número de individuos en las muestras tomadas río abajo. La variación en la composición y abundancia de las

taxas en los tres puntos de muestreo, está relacionado con los niveles de contaminación de las aguas, lo que permitan que estas se vean afectadas por cualquier tipo de sustancias que perturbe la integridad de su nicho

4. La calidad de las aguas determinadas en los tres puntos de muestreo basada en el empleo del Índice Biótico de Familia (IBF) se clasificaron desde buenas a relativamente malas registrando que los puntos en contacto con el efluente de la mina se hallan más perturbadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del Test Allium en programas de monitoreo de toxicidad por ser una prueba simple, rápida, sensible, reproducible y de bajo costo.
2. Realizar estudios fisicoquímicos más detallados que nos permitan detectar cuáles son los metales que están contaminando el río Mishca a consecuencia de la Empresa Minera Catalina Huanca.
3. Realizar estudios más detallados que permitan realizar el inventario de la comunidad macroinvertebrada bentónica en el río Mishca, con la finalidad de determinar con mayor énfasis las características de dicho ecosistema, que es sumamente singular debido a las características fisicoquímicas que presentan a lo largo del efluente.
4. A la Universidad hacer un convenio con la Empresa Minera Catalina Huanca, para que se pueda facilitar realizar los estudios para próximas investigaciones así obtener mejores resultados.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **America Water Works Association.** 2002. **Calidad y Tratamiento de agua Manual de Suministro de agua comunitaria.** Edit. McGraw.Hill. Interamericana S.A España.
2. **Aliaga, M.** 1989. **Estudio Físicoquímico del río Ajohuarma con fines de aprovechamiento Truchicula en la alternativa Lircay – Huancavelica 1989.** Tesis para optar Título Profesional de Biólogo Pesquero. UNSCH. Ayacucho-Perú.
3. **American Society For Testing and Materials.** 1976. **Manual de agua para usos industriales 3^{ra} Edición.** Editorial Limusa S.A. México.
4. **Aurazo, M. y M. Esparza.** 1995. **Toxicidad aguda del cromo usando *Allium Cepa L* “cebolla común”.** programa de control de calidad y desarrollo de laboratorios. OPS/CEPIS. Lima-Perú.
5. **Apha, Awwa, Wpcf,** 1992. **Métodos Normalizados. Para análisis de agua potable y residual.** Editorial Díaz de Santos, S.A.
6. **Blanco,** 1984. **Estudio Nacional del Agua. Informe final, primera fase Vol 2.** Edit. Fonade, Universidad de Texas.
7. **Bedriñana, M.** 1995. **Efectos de la Contaminación Química sobre los Recursos Bióticos del Río Mantaro y Río San Juan.** Tesis para optar el Título de Biólogo Pesquero. UNSCH.
8. **Brock, T y Madigan, M.** 1998. **Microbiología. Sexta Edición.** Editorial Prentice Hill Hispanoamericana S.A. México.
9. **Bustillo, M.** 1997. **Manual de Evaluación y Diseño de Explotación Mineras.** Edición Entorno Gráfico. Madrid.
10. **Carrasco, C.** 2004. **Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la Provincia de Huamanga.** Ayacucho. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias.

UNSCH. Ayacucho-Perú.

11. **Castillo, G.** 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Editorial Printed. México
12. **Cole, G.** 1988. Manual de Limnología. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A República Oriental de Uruguay.
13. **De Robertis, P. y F De Robertis.** 1994. Biología Celular y Molecular, undécima edición. Editorial. El Ateneo. Argentina
14. **Dirección General de Asuntos Ambientales.** 1991. Guía para evaluar estudio de impacto ambiental. Vol. 4. Editorial Printed Lima – Perú.
15. **Fernández, H.; Domínguez, E.** 2001. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Argentina.
16. **Figuroa, R., Valdovinos, E., Araya, E. y Parra, O.** 2003. Revista Chilena de Historia Natural, 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Impresa ISSN 0716-078X-Chile.
17. **Fiskesjo, G.** 1993. Allium test Day Plant Test for Toxicity Assessment by Measuring the Mena Root Growth of Onions (*Allium cepa L.*) tox Asses: 84).
18. **Gray, N.** 1996. Calidad del agua potable: Problemas y soluciones. Editorial Acribia. Zaragoza.
19. **Guardia, D.** 2002. Calidad Físicoquímica, Microbiológica y Macroinvertebrada del río Yucaes. Ayacucho marzo 2001-octubre 2002. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo. UNSCH. Ayacucho - Perú.
20. **Hickman, R** 1990. Evaluación y Manejo del riesgo Sección 2; en Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS
21. **Iannacone, J.** 1995. Residuos Tóxicos y su Impacto en Aguas continentales y Residuales. Departamento de Biología. Universidad Nacional Federico

Villareal. Lima - Peru

22. **Madueña, A.** 2004. Composición y Estructura de la Comunidad Macroinvertebrada del Rio Huanta, Ayacucho 2004. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
23. **Margalef, R.** 1983. Limnología. Editorial Omega S.A. Barcelona España.
24. **Marrugan, A.** 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra España.
25. **Metcalf, J.** 1989. Biological water quality assesment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. Environmental Pollution.
26. **Ministerio de Agricultura.** 1987. Ley General de Aguas y sus Reglamentos; 10 Títulos. Lima-Perú.
27. **Ministerio de Medio Ambiente.** 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas. Decreto Supremo 02-2008-MINAM, Lima-Perú.
28. **McJunkin, F.** 1988. Agua y Salud Humana. Segunda edición. Editorial Limusa. México.
29. **OMS. Organización Mundial de Salud.** 1988. Evaluación de ciertos aditivos alimentarios: 25 informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
30. **OPS.** 1988. Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1 Recomendaciones. Publicación Científica N° 481 por la organización Panamericana de la Salud
31. **Pesson, P.** 1979. La contaminación de las aguas superficiales incidencia sobre la biocenosis. Ediciones Omega,Mundi Prensa Madrid.
32. **Portal, E.** 1997. "Evaluación de la toxicidad total de Sustancias Químicas utilizando *Allium cepa* L "cebolla común" en Aguas de Consumo y servidas"

- Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo UNSCH Ayacucho Perú.
33. **Rodier, S.** 1981. Análisis de Agua. Editorial Omega S.A España.
 34. **Roldán, G.** 1992, Fundamentos de Limnología Neotropical. 1era Edición. Universidad de Antioquia, Colombia.
 35. **Roldán, G., Posada, J. Ramírez, J.** 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de las aguas de la quebrada blancas, Antioquia, Colombia. Universidad de Antioquia Colombia.
 36. **Salcedo, Q.** 1996. "Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de aguas naturales y tratadas de consumo Humano en la provincia de Huancasancos –Ayacucho". Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo UNSCH Ayacucho Perú
 37. **Sheeler, P.** 1993. Biología Celular, Estructura, Bioquímica y Función . Edit.Limusa. S.A. Grupo Noriega Editores.
 38. **Sunass (Superintendencia de Servicios de Saneamiento).** 1997. Manual de procedimiento de análisis de agua. Lima.
 39. **Traverso, V.** 1995. Operaciones en la Unidad de Uchucchacca de Compañía de Minas Buenaventura. S.A. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. UNSCH
 40. **Vian, A.** 1995. Aguas residuales urbanas. Colección ingeniería medioambiental. Edición Mundi – Prensa Madrid.
 41. **Wetzel, R.** 1981. Limnología Editorial Omega S.A. España.
 42. <http://www.Lenntech.Es/Ph-Y-Alcalinidad.Htm#lxzz0xbfyul>
 43. <http://www.megaozono.com/PH.htm>.

ANEXOS

ANEXO 01

CUADRO 07.- Análisis de varianza para el efecto de toxicidad del efluente del relave en los diferentes puntos de muestreo y concentraciones de $K_2Cr_2O_7$ para el crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* var. "cebolla china". Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

FUENTE	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Puntos de muestreo y concentraciones de $K_2Cr_2O_7$	10,324	9	1,147	58,799	0,000 **
Fecha	0,127	3	0,042	2,169	0,115 .
Error	0,527	27	0,02	0,02	
Total	52,383	40			
Total corregido	10,978	39			

- Diferencia significativa
- Diferencia no significativa

ANEXO 02

CUADRO N° 08.- Resultados del test de DUNCAN para el crecimiento de la raíz *Allium cepa* var." cebolla china" en los diferentes puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

Punto muestreo	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
M5	4	0,40000				
CP4	4	0,40000				
CP3	4	0,49875				
CP2	4		0,78000			
M3	4		0,92292			
M4	4		0,98375			
M2	4			1,24500		
CP1	4			1,27250		
M1	4				1,71875	
MO	4					1,95250
Significación		0,354	0,060	0,783	1,000	1,000

Alfa= ,05.

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.
- CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
- CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
- CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
- CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
- MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth.

ANEXO 03

CUADRO 09.- Análisis de Varianza para el efecto del efluente del relave en los diferentes puntos de muestreo y concentraciones de $K_2Cr_2O_7$ para el índice mitótico de *Allium cepa* var. "cebolla china". Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006

Fuente	Suma de cuadrados Tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Puntos de muestreo y concentración de $K_2Cr_2O_7$	32853,908	9	3650,434	215,56	0,000 -
Fecha	111,592	3	37,197	2,197	0,112 ·
Error	457,236	27	16,935		
Total	259060,688	40			
Total corregido	33422,736	39			

- Diferencia significativa
- Diferencia no significativa

ANEXO 04

CUADRO Nº 10.- Resultados del test de DUNCAN para el Índice Mitótico de la raíz *Allium cepa* Var. "cebolla china" en los diferentes puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

Punto muestreo	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
M5	4	33,8750					
CP4	4		53,1875				
CP3	4			59,3750			
M4	4				71,5625		
M3	4				72,5625		
CP2	4				72,9375		
M2	4				73,5000		
M1	4				75,8125		
CP1	4					88,4375	
MO	4						149,8125
Significación		1,0000	1,0000	1,0000	0,2030	1,0000	1,0000

Alfa= ,05.

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.
- CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
- CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
- CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
- CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
- MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth.

ANEXO 05

CUADRO 11.- Analisis de Varianza para el efecto del efluente del relave en los diferentes puntos de muestreo y concentraciones de $K_2Cr_2O_7$ para la efectividad de crecimiento EC50 de *Allium cepa* var. "cebolla china". Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

Fuente	Suma de cuadrados T tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Puntos de muestreo y concentración de $K_2Cr_2O_7$	272822,684	9	3041,409	55,751	0,000 -
Fecha	49,713	3	16,571	0,305	0,822 -
Error	1468,107	27	54,374		
Total	137454,064	40			
Total corregido	28800,504	39			

- Diferencia significativa
- Diferencia no significativa

ANEXO 06

CUADRO Nº 12.- Resultados del test de DUNCAN para el los valores de EC_{50} Índice Mitótico de la raíz *Allium cepa* V. "cebolla china" en los diferentes puntos de muestreo del río. Provincia Víctor fajardo Ayacucho - 2006.

Punto muestreo	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
M5	4	19,95532				
CP4	4	20,40750				
CP3	4	25,43152				
CP2	4		40,17651			
M3	4		47,41969			
M4	4		50,57083			
M2	4			63,51641		
CP1	4			65,55924		
M1	4				88,14807	
MO	4					100,00000
Significación		0,331	0,069	0,698	1,000	1,000

Alfa= ,05.

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.
- CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
- CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
- CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
- CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
- MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth.

ANEXO 07

CUADRO N° 13.- Promedio de resultados de los valores de las características fisicoquímico en los diferentes puntos de muestreo.

Provincia de Víctor Fajardo Ayacucho - 2006.

PUNTOS DE MUESTREO	STD (mg/L)	Conductibilidad (uMhos/cm)	Dureza Total (mg CaCO3/L)	Dureza Calcica (mg CaCO3/L)	Turbidez (NTU)	Alcalinidad (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Salinidad	pH
M1	153	269	171	95	2	146	12	0,2	8,1
M2	177	300	191	109	4	157	16	0,23	7,9
M3	240	413	240	142	19	200	36	0,23	8,1
M4	193	399	194	127	14	174	28	0,25	8,1
M5	1048	1823	748	382	28	264	108	1,03	8,3

LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (rio Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (rio Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (rio Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (rio Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.

ANEXO 08

CUADRO Nº 14.- Calidad del agua basada en los valores de Índice Biótico de Familia (IBF) de Hilsenhoff, 1988.

Clase calidad	Rangos del IBF	Calidad del agua	Color
I	0,00- 3,75	Excelente	Celeste
II	3,76-4,25	Muy bueno	Azul
III	4,26- 5,00	Bueno	Verde
IV	5,01 - 5,75	Regular	Amarillo
V	5,76 - 6,5	Relativamente mala	Café
VI	6,51 - 7,25	Mala	Naranja
VII	7,26- 10,00	Muy mala	Rojo

ANEXO 09

Cuadro N° 15.- Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas, IBF Índice Biótico de Familia, (Tabla modificada de Hauer y Lamberti, 1996).

Orden (o Clase)	Familia	Valor de tolerancia	Orden (o Clase)	Familia	Valor de tolerancia		
Plecoptera	Gripopterygidae	1	Megaloptera	Corydalidae	0		
	Notonemouridae	0		Sialidae	4		
	Perlidae	1	Lepidoptera	Pyrilidae	5		
	Diamphipnoidae	0					
	Eustheniidae	0					
	Austroperlidae	1	Platyhelminthes	Turbellaria	4		
Ephemeroptera	Baetidae	4	Acani			4	
	Caenidae	7	Decapoda	6			
	Leptophlebiidae	2	Coleoptera	Elmidae	4		
	Siphonuridae	7				Psephenidae	4
	Oligoneuridae	2		Diptera	Athericidae	2	
	Ameletopsidae	2			Blephariceridae	0	
	Coloburiscidae	3	Ceratopogonidae		6		
	Oniscigastridae	3	Chironomidae		7		
Odonata	Aeshnidae	3	Empididae		6		
			Ephydriidae		6		
			Psychodidae	10			
			Simuliidae	6			
			Tipulidae	3			
			Calopterygidae	5	Amphipoda	Gammaridae	4
			Gomphidae	1		Hyalinellidae	8
			Lestidae	9	Mollusca	Amnicolidae	6
Libellulidae	9	Lymnaeidae	6				
Coenagrionidae	9	Physidae	8				
Corulidae	5	Sphaeriidae	8				
Petaluridae	5	Chiliniidae	6				
Trichoptera	Calamoceratidae	3	Oligochaeta	Hirudinea		8	
	Glossosomatidae	0					
	Helicopsychidae	3	Hirudinea	8			
	Hydropsychidae	4					
	Hydroptilidae	4					
	Leptoceridae	4					
	Limnephilidae	2					
	Ecnomidae	3					
	Helicophidae	6					
	Polycentropodidae	3					
	Philopotamidae	2					
	Hydrobiosidae	0					
Sericostomatidae	3						

ANEXO 10



Fotografía Nº 01.- Bioensayo realizado con *Allium cepa* var "cebolla china". "Test Allium"



Fotografía Nº 2 Comparación del crecimiento longitudinal de las raíces de *Allium cepa* V. en muestras de agua de río tomada en el punto M1, concentración CP1 y el blanco.

ANEXO 11

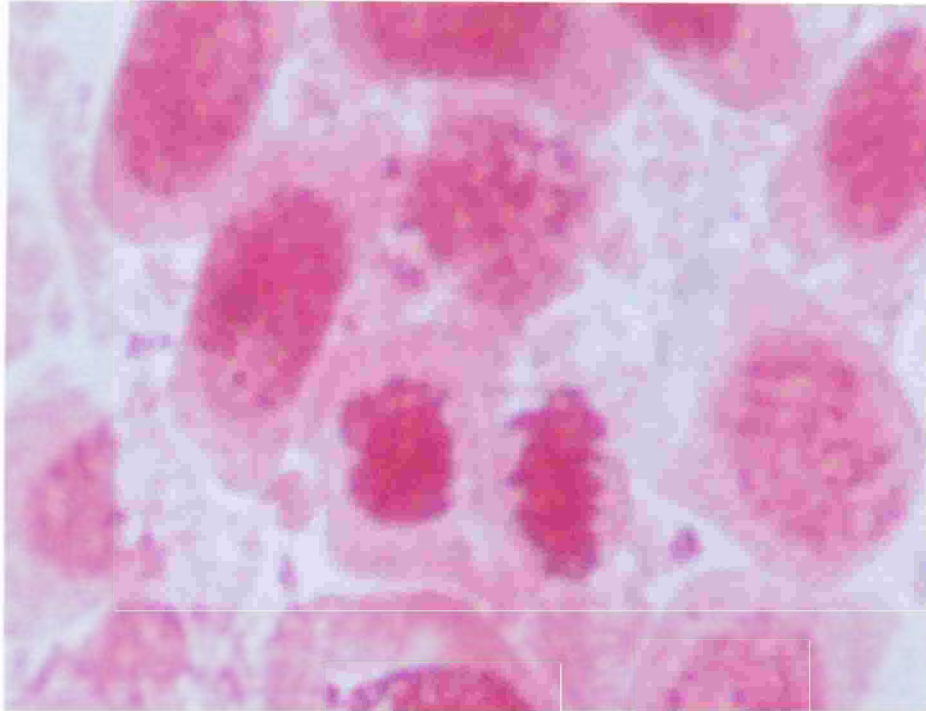


Fotografía Nº 3 Comparación del crecimiento longitudinal de las raíces de *Allium cepa* V. en muestras de agua de río tomada en el punto M3, concentración CP2 y el blanco.

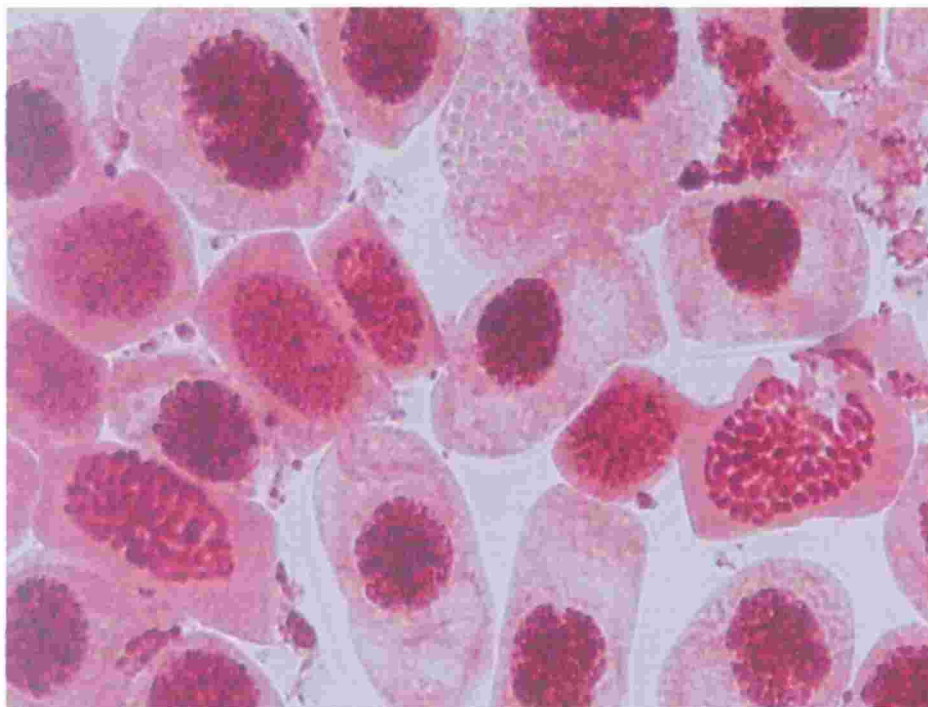


Fotografía Nº 4 Comparación del crecimiento longitudinal de las raíces de *Allium cepa* V. en muestras de agua de río tomada en el punto M3, concentración CP4 y el blanco

ANEXO 12

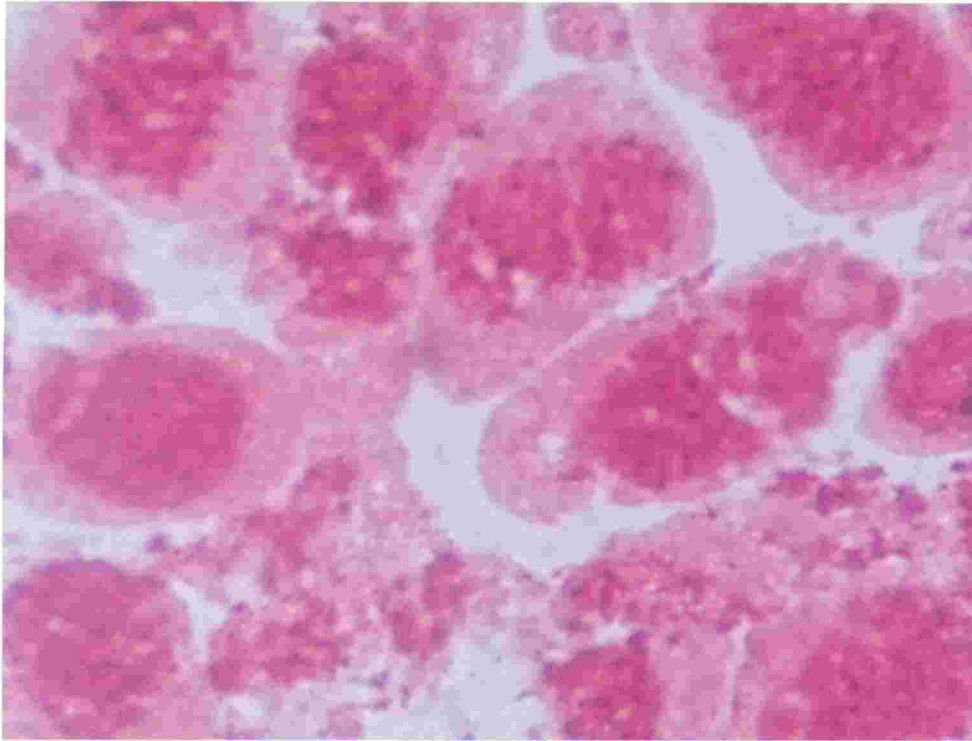


Fotografía Nº 5 Células mitóticas en *Allium cepa* Var "cebolla china" en muestra de agua de río tomada en el punto M1 (Rio Racaya)

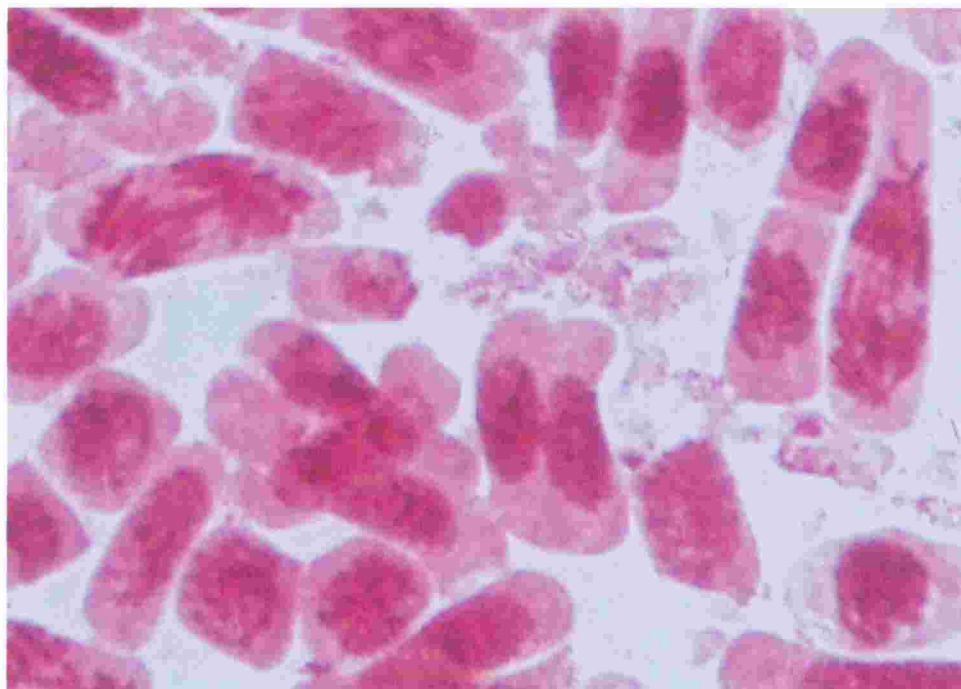


Fotografía Nº 6 Células mitóticas en *Allium cepa* Var "cebolla china" en muestra de agua de río tomada en el punto M2 (Rio Mishca)

ANEXO 13

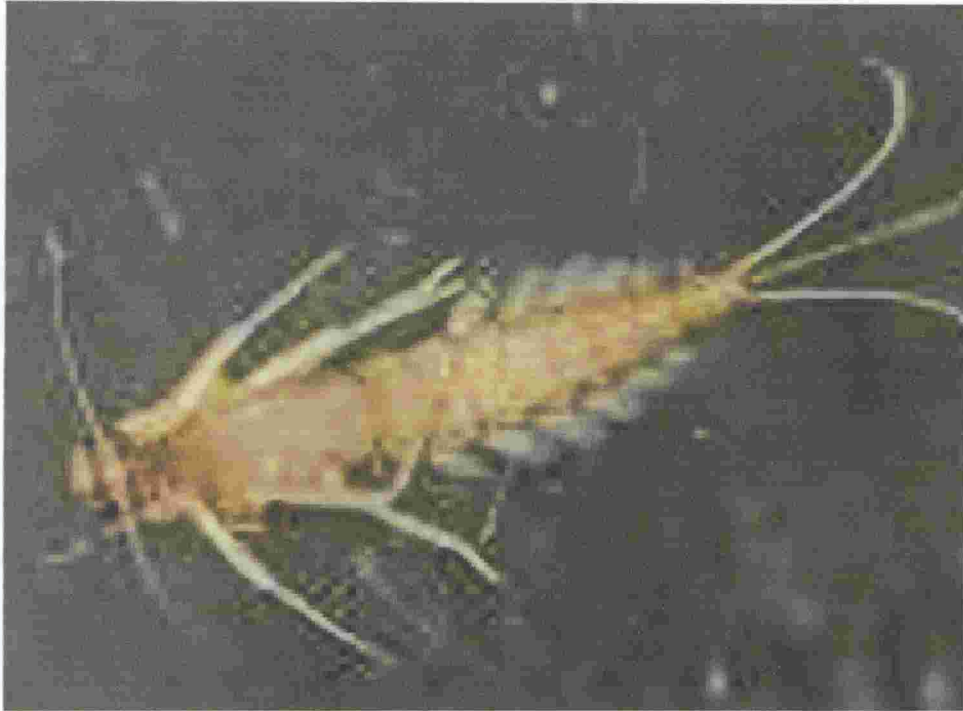


Fotografía N° 7 Células mitóticas en *Allium cepa* Var "cebolla china" en muestra de agua de río tomada en el punto M5 (relave).



Fotografía N° 8 Células mitóticas en *Allium cepa* Var "cebolla china" en medio Grownt

ANEXO 14



Fotografía N° 09 Orden Ephemeroptera encontrada en muestra de agua de río tomada en el punto M1 (río Racaya) antes de la unión con el relave



Fotografía N° 10 Orden Trichoptera encontrada en muestra de agua de río tomada en el punto M4 (río Mishca) después de la unión con el relave.

ANEXO 15

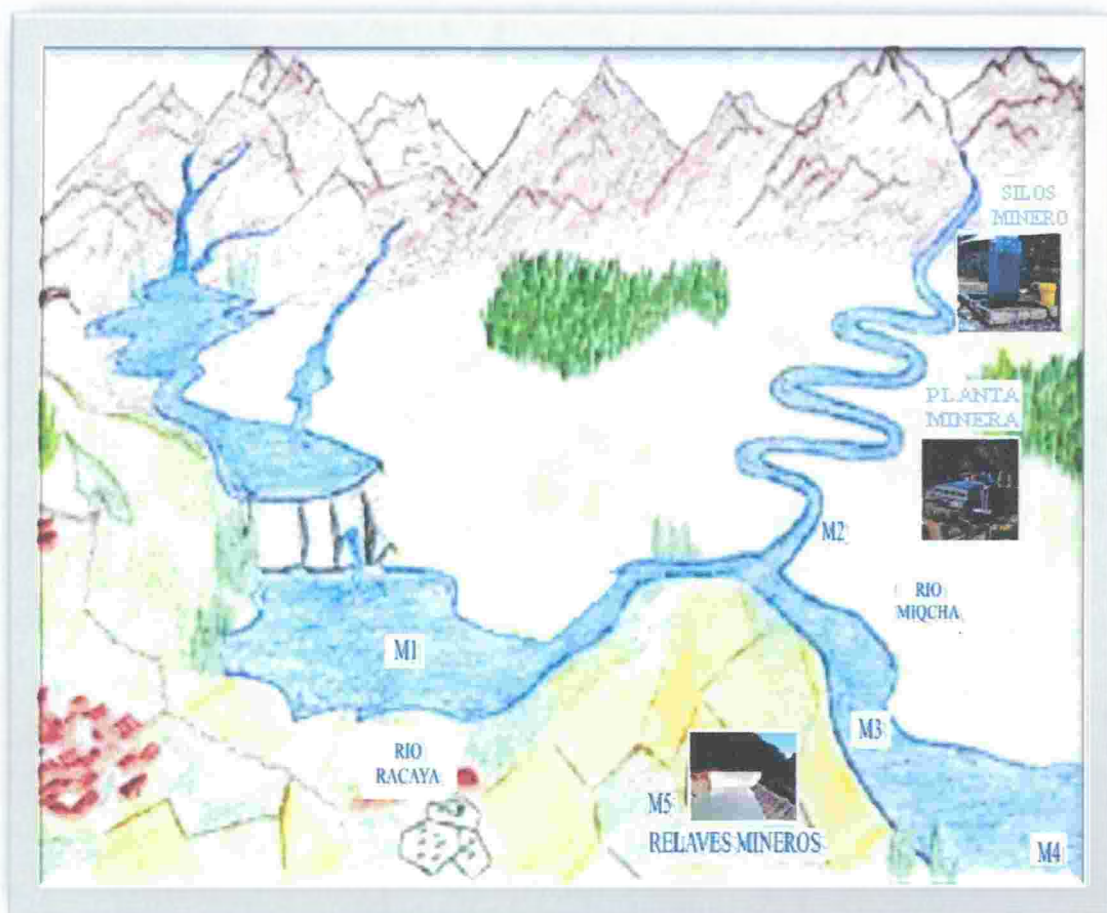


Fotografía N° 11 Orden Diptera encontrada en muestras de agua de río tomada en el punto M2 (río Mishca) antes de la unión con el relave.



Fotografía N° 12 Relave de la mina Catalina Huanca.

ANEXO16



LEYENDA

- M1 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Racaya)
- M2 : Muestra tomada 50 metros antes del relave (río Mishca)
- M3 : Muestra tomada en unión con el relave (río Mishca)
- M4 : Muestra tomada 50 metros después del relave (río Mishca)
- M5 : Muestra tomada del mismo relave minero.
- CP1 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 1 mg/l
- CP2 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 3 mg/l
- CP3 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 5 mg/l
- CP4 : Control positivo solución $K_2Cr_2O_7$ 7 mg/l
- MO : Medio favorable de crecimiento Medio Growth.

FIGURANº 01.- Ubicación de los puntos de muestreo de la zona de estudio.

ANEXO 17

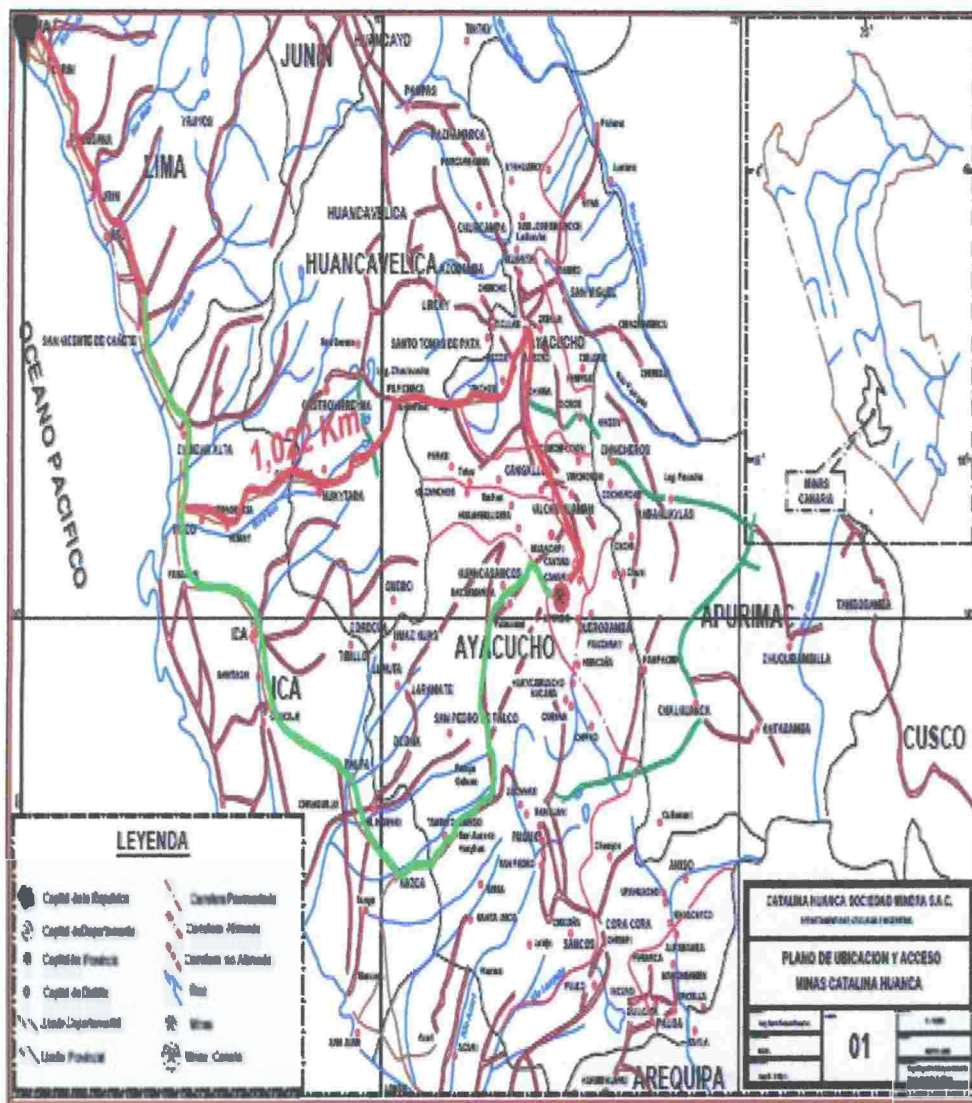


Figura Nº 02.- Ubicación geográfica de la Mina Catalina Huanca [01].

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
Efecto del relave de la mina Huanca sobre las características físico - químicas, toxicológicas y bentónica del río Mishca provincia de Víctor Fajardo de Ayacucho - 2005	La actividad minera mal llevada trae consecuencias negativas para el medio ambiente, Es así que, se conoce que la mina Catalina Huanca causa alteraciones en las aguas del río Mishca en la cual se ubica en la Provincia de Víctor Fajardo de la Región Ayacucho, por lo que el presente trabajo de investigación determinará los efectos del relave de dicha mina sobre las características físico - toxicológicas, físico - químicas y comunidad bentónica del río para la determinación de la calidad del agua de dicha zona.	<p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Determinar el Efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características físico - químicas, toxicológicas y comunidad bentónica del río Mishca. <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Determinar el grado de toxicidad de las aguas del río * Determinar la calidad físico químico de las aguas del río * Determinar la calidad ambiental de las aguas mediante el uso de la composición y estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica. 	<ul style="list-style-type: none"> * Actividades mineras * Características de los residuos mineros y formas de manejo. * Enfoques ambientales en el manejo de jales o relaves mineros * Ríos * Nutrientes. * Características Físicoquímicas de aguas naturales * Contaminación de aguas * Contaminación de aguas y daños para la salud * Estudio de Impacto Ambiental. * Toxicidad * Test allium * Ciclo celular * Macroinvertebrados * Uso como bioindicadores * Índice de hilsenhoff (1988). 	<p>Variable independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Características físicoquímicas del relave Minero Catalina Huanca. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Niveles de toxicidad de las aguas del río Mishca. * Características físicoquímicas del río Mishca. * Características de la comunidad Macroinvertebrada bentónica de río estudiado. 	<p>Población : Aguas de río, relave y comunidad macroinvertebrada bentónica.</p> <p>Muestra: Agua de río, relave en diferentes puntos de muestreo y organismos macroinvertebrada bentónica</p> <p>Método</p> <ul style="list-style-type: none"> * Bioensayos (Test de Allium) * Evaluación de análisis físico Químicos método volumétrico y electrométrico. * Índices Bióticos de Familia (IBF) <p>Análisis Estadístico Con los datos obtenidos se construyó un base de datos en softwre mediante SPSS 12, para posteriormente ser procesados y analizados, para determinar la diferencia entre las zonas a analizar, se aplicó el ANVA. Con los resultados de la caracterización bentónica y usando el Índice Biótico de Familia IBF se determinó la calidad ambiental del agua del río.</p>

Efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológicas y comunidad bentónica del río Mishca, provincia de Víctor Fajardo – Ayacucho 2005

Mariela Palomino P.¹, Saúl Chuchón M.², Carlos Carrasco B.³

¹ Escuela de Formación Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas.

² Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Prestadora de Servicios y Saneamiento Ayacucho S.A. (EPSASA), Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho Perú

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del efluente del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológica y comunidad macroinvertebrada bentónica del río Mishca. El estudio se realizó en los meses de junio a setiembre del 2006, se consideraron cinco puntos de muestreo denominados como M1, M2, M3, M4 y M5. Los análisis se efectuaron en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Biológicas y laboratorios de Control de Calidad de la Empresa Prestadora de Servicios y Saneamiento Ayacucho S.A. (EPSASA). Los exámenes fisicoquímicos se determinaron por método electrométrico y volumétrico. En el bioensayo se utilizó como control positivo diferentes concentraciones de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ y el Medio Growth de crecimiento como blanco (Fiskesjo, 1993). La calidad ambiental del agua se determinó mediante la composición y abundancia de los organismos macroinvertebrados utilizando el índice de Hilsenjo. Los datos obtenidos para toxicidad y del índice mitótico fueron sometidos al análisis de varianza que indicó que hay diferencia significativa entre los diferentes puntos de muestreo obteniéndose ($P < 0.05$), presentaron una alta toxicidad las muestras tomadas en los puntos M3, M4 y M5 con un efectividad de crecimiento EC_{50} de 47.1, 50.3 y 20.6 respectivamente, y baja toxicidad las muestras tomadas en los puntos M1 y M2 con un EC_{50} de 88.2 y 63.5; los mayores valores fisicoquímicos se registraron en zonas altamente perturbadas. Se registraron organismos pertenecientes a 2 Phylum, 2 clases, 4 órdenes, 5 familias, 6 géneros, mediante el índice de Hilsenjo se catalogó los puntos de muestreo desde buenos hasta relativamente malo.

Palabra Clave: Relaves mineros, sustancias toxicas, macroinvertebrados,

ABSTRACT

The present investigation was to determine the effect of the effluent from the mine tailings Catalina Huanca on the physicochemical, toxicological and benthic community Mishca river. The study was conducted in June and September 2006 were considered five sampling points referred to as M1, M2, M3, M4 and M5. The analysis was performed in the laboratories of the School of Biological Sciences and Quality Control Laboratories Company and Sanitation Service Provider SA Ayacucho (Epsas)

Physicochemical tests were determined by electrometric method and volume. In the bioassay was used as positive control different concentrations of potassium dichromate and the Middle Growth $K_2Cr_2O_7$ growth target (Fiskesjo, 1993). The environmental quality of water is determined by the composition and abundance of organisms using the index macroinvertebrates Hilsenjo. Data collected for toxicity and mitotic index were subjected to analysis of variance indicated no significant difference between the different sampling points were obtained ($P < 0.05$), were highly toxic samples taken at points M3, M4 and M5 EC_{50} growth effect of 47.1, 50.3 and 20.6 respectively and low toxicity samples taken at points M1 and M2 with a EC_{50} of 82.2 and 63.5 the highest values were recorded physicochemical highly disturbed areas There were 2 bodies belonging to Phylum, 2 classes, 4 orders, 5 families, 6 genera, using the index was classified Hilsenjo sampling points from good to fairly bad.

KeyWords: mining wastes, toxic substances, macroinvertebrates,

INTRODUCCIÓN

La actividad minera mal llevada trae consecuencias negativas para el ambiente, cuyos riesgos son mayores y se conocen casos severos de contaminación de aguas y suelos. Principalmente para los ecosistemas acuáticos. La actividad humana amenaza constantemente las fuentes de agua de las que todos dependemos para existir, lo negativo es que las descargas mineras aportan al ambiente una carga adicional de elementos persistentes y con alto potencial tóxico, muchos de ellos con largos tiempos de residencia en los suelos. Para un ambiente dado, el impacto de esta contaminación, medido por la magnitud e irreversibilidad de los daños, extensión de superficie afectada e instantaneidad de emergencia, depende del elemento y del estilo de descarga.

Catalina Huanca ubicada en la Provincia de Víctor Fajardo en la Región Ayacucho, causa alteraciones en las aguas del río Mishca, por lo que el presente trabajo de investigación determinó los efectos toxicológicas, las alteraciones en las características fisicoquímicas provocados por el relave de dicha mina y se estudio la composición y estructura de la comunidad macroinvertebrada bentónica del río con la que se determinó la calidad del agua. El presente trabajo, se realizo con la finalidad de contar con datos que demuestren la contaminación del río Mishca .

Para el efecto se consideran los siguientes objetivos:

Mariela Palomino (manella@hotmail.com)

Fac. Cs. Biológicas. UNSCH. Ciudad Universitaria. Av.

Independencia s/n. Telef.: (066) 312510 Anexo 145,

Teléfono directo: (066) 31-8553

[Blounsch_decano@latinmail.com](mailto:blounsch_decano@latinmail.com)

Ayacucho por sus características ecológicas, económicas, sociales y geográficas está inmersa en el gran problema mundial, pues el río Mishca está siendo dramáticamente contaminado y degradada hace muchos años atrás. Esto trajo como consecuencias lamentables para el ambiente, la pérdida de grandes extensiones de vegetación nativa, la desaparición de ictiofauna, la contaminación por descargas de aguas servidas, por efluentes del relave mineros, etc. Es así que, se conoce que la mina

- Determinar el Efecto del relave de la mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológica y comunidad bentónica del río Mishca.

- Determinar el grado de toxicidad de las aguas del río Mishca mediante el índice mitótico en el crecimiento de la raíz de *Allium* .

- Determinar la calidad físico - químico de las aguas del río Mishca, antes y después de su unión con los efluentes provenientes de la mina.

- Determinar la calidad ambiental de las aguas mediante el uso de la composición y estructura de la comunidad macroinvertebrado bentónica.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorio de la Facultad de Ciencias Biológicas y laboratorios de Control de Calidad de la Empresa Prestadora de Servicios y Saneamiento Ayacucho S.A. (EPSASA). El trabajo se realizó durante los meses comprendidos entre junio a septiembre del 2006.

Ubicación de los puntos y frecuencia de muestreo.

Para la evaluación de toxicidad los muestreos fueron cada 25 a 30 días, con un total de 20 muestras durante todo el periodo de muestreo, que comprendieron los meses de junio a setiembre del 2006. Se consideraron cinco puntos de muestreo, denominadas M1, M2, M3, M4, M5 tratando de que sean representativas de acuerdo a sus características. Estos puntos de muestreo presentaron las siguientes características:

- a.- Primer punto (M1): Muestra tomada del río Racaya antes de la unión con el efuente del relave de la mina.
- b.- Segundo punto (M2): Muestra tomada del río Mishca antes de la unión relave de la mina.
- c.- Tercer punto (M3): Muestra tomada del río Mishca en unión con el efuente del relave.
- d.- Cuarto punto (M4): Muestra tomada después de que el efuente del relave llegue al río Mishca.
- e.- Quinto punto (M5): Muestra tomada del mismo relave.

Para el caso de los organismos macroinvertebrados bentónicos las muestras fueron tomadas en tres puntos (M1, M2, M4) no se tomó las muestras en el punto M3 por indisposición del encargado de la planta minera.

Métodos:

Determinación de la toxicidad con el uso de biosayos usando el "test Allium", los exámenes fisico-químicos se determinaron por método electrométrico y volumétrico, los organismos macroinvertebrados bentónicos usando el índice de hilsenhoff.

Ecuación para el índice de hilsenhoff:

$$IBF = \frac{\sum n_1 a_1}{N}$$

Donde:

- IBF = Índice Biótico De Familia
- n₁ = número de individuos del taxón "i".
- a₁ = valor de tolerancia del taxón "i".
- N = número total de individuos de la muestra

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los datos obtenidos se construyó un base de datos en software mediante SPSS 12, para posteriormente ser procesados y analizados, para determinar la diferencia entre las zonas a analizar, se aplicó el ANVA.

Con los resultados de la caracterización bentónica y usando el Índice Biótico de Familia IBF se determinó la calidad ambiental del agua del río.

RESULTADOS:

Cuadro N° 04.- Composición y abundancia promedio de la comunidad macroinvertebrada bentónica, halladas entre los tres puntos de muestreo. Provincia de Víctor Fajardo Ayacucho - 2005

PUNTO	PROBETA I				PROBETA II				PROBETA III				PROBETA IV			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
M1	175	80,31	74,25	1,52	91,70	74,25	1,65	84,28	73	1,62	88,38	71,75	171	81,34	75,19	1,52
M2	171	81,34	75,19	1,52	87,20	72,51	1,25	84,27	72	1,45	75,14	71,75	171	81,34	75,19	1,52
M3	177	83,14	75,75	1,25	86,07	69,5	0,63	45,13	74,5	1,22	88,38	71,75	171	81,34	75,19	1,52
M4	170	82,39	77,25	1,1	81,41	72,51	1,25	84,28	69,5	0,89	84,28	71,75	171	81,34	75,19	1,52
M5	174	81,47	74,25	0,89	73,71	71,5	0,53	58,75	74,75	0,85	79,25	71,75	171	81,34	75,19	1,52
CP1	1,45	74,82	80,0	1,25	70,54	84,25	1,22	64,41	66,75	1,13	88,38	73,25	171	81,34	75,19	1,52
CP2	0,85	68,82	78,52	0,75	41,21	73,25	0,72	29,08	71	0,81	74,25	71,25	171	81,34	75,19	1,52
CP3	1,45	74,82	80,0	0,75	23,52	73,75	0,5	23,52	61	0,81	74,25	71,25	171	81,34	75,19	1,52
CP4	0,35	19,8	32	0,24	19,88	32,5	0,4	21,3	36,5	0,48	23,75	31,75	171	81,34	75,19	1,52
MO	1,81	100	150	1,82	100	149,25	1,81	100	150,75	2,11	100	149,25	171	81,34	75,19	1,52

Cuadro N° 02.- Promedio del crecimiento longitudinal de la raíz (cm), efectividad de crecimiento (%) e índice mitótico de *Allium cepa* var "cebolla china" en muestras de agua de río, relave obtenidas en diferentes puntos de muestreo y concentraciones de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho- 2005.

PUNTOS DE MUESTRO	PROMEDIO DE CRECIMIENTO LONG. DE LA RAIZ (cm) % DE CONTROL		PROMEDIO DE ÍNDICE MITÓTICO *
	cm	%	
M1	1,719	88,1	75,8
M2	1,245	63,5	73,5
M3	0,925	47,4	72,6
M4	0,984	50,6	71,6
M5	0,400	20,0	33,9
CP1	1,772	88,6	88,4
CP2	0,780	40,2	72,9
CP3	0,400	20,4	58,4
CP4	0,400	20,4	53,2
MO	1,992	100,0	149,6

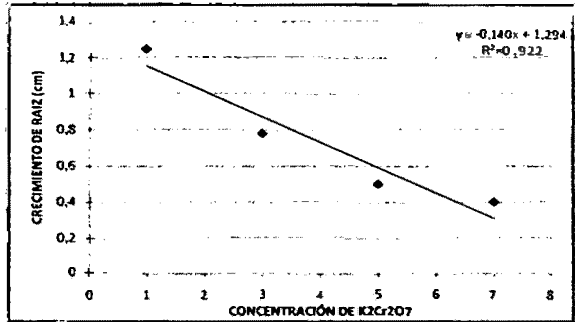


GRÁFICO N° 01.- Regresión y correlación de crecimiento de la raíz de *Allium cepa* var "cebolla china" (cm) en concentraciones de dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ (mg/L). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2005.

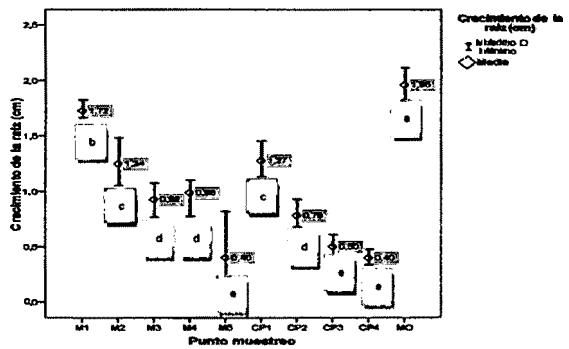


GRÁFICO N° 02.- Valores promedio de crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* var "cebolla china" en las muestras de agua de río, relave y concentraciones crecientes de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2005

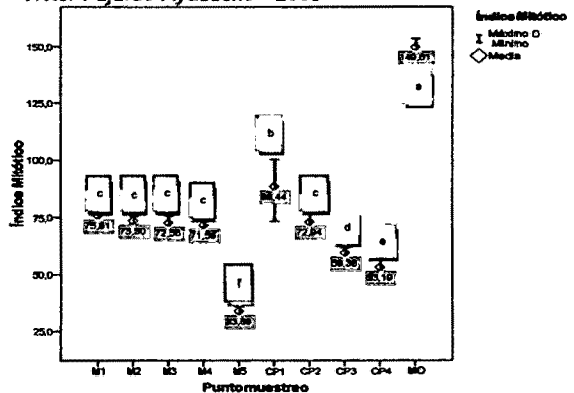


GRÁFICO N° 03.- Valores promedio de índice mitótico de *Allium cepa* var "cebolla china" en las muestras de aguas de río, relave y concentraciones crecientes de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2005

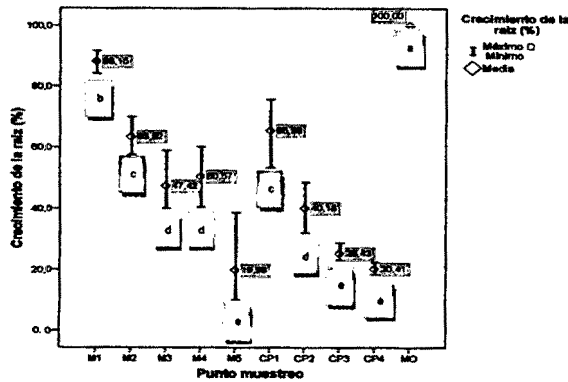


GRÁFICO N° 04.- Valores promedio de efectividad de crecimiento (EC_{50}) de *Allium cepa* var "cebolla china" con las muestras de agua del río, relave y concentraciones crecientes de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

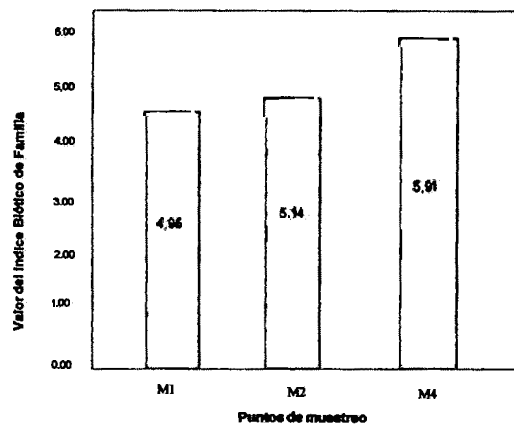


GRÁFICO N° 05.- Promedio de valor del Índice Biótico de Familia (IBF) de Hilsenhoff obtenidos en los tres puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho - 2006

CUADRO N° 03.- Valores promedios de las características fisicoquímicas y análisis de Kruskal-wallis (P) de las muestras de aguas de río y relave en los diferentes puntos de muestreo. Provincia Víctor Fajardo Ayacucho – 2006.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	PUNTOS DE MUESTREO					Kruskal-Wallis (P)
	M1	M2	M3	M4	M5	
pH	8.1	7.9	8.1	8.1	8.3	0.8913*
Temperatura Total (°C)	18.5	17.8	20.3	19.5	19.8	0.0049*
Conductividad (µmhos/cm)	288.0	289.9	413.3	388.8	1033.0	0.0019*
Alcalinidad (mg/L)	3.1	8.4	19.0	14.3	28.5	0.0022*
Alcalinidad (°d)	0.2	0.2	0.3	0.3	1.0	0.0143*
Alcalinidad Total (mg CaCO3/L)	148.8	167.0	202.5	174.5	284.8	0.0040*
Alcalinidad (mg CaCO3/L)	171.0	191.0	209.5	198.5	142.8	0.0024*
Alcalinidad (mg CaCO3/L)	94.8	108.0	141.5	177.0	362.0	0.0049*
Alcalinidad (°d)	12.0	13.5	18.2	21.5	107.5	0.0019*

Cuadro N° 04.- Promedio de la composición y abundancia de la comunidad macroinvertebrada bentónica, halladas en los tres puntos de muestreo de río. Provincia de Víctor Fajardo Ayacucho – 2005.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	PUNTOS DE MUESTREO		
					M1	M2	M4
ARTROPODA	INSECTA	Ephemeroptera	Baetis	Baetis spp	43	32	9
			Amphipoda	Amphipoda spp	9	6	0
			Lepidopterygidae	Lepidopterygidae spp	1	1	1
		Diptera	Chironomidae	Sp1	6	11	0
			Trichoptera	Hydrobiidae	0	0	1
ANÉLIDA	OLIGOCHAETA	Lumbricidae	Lumbricidae	Lumbricidae spp	10	7	13

V. DISCUSIÓN.

Para la determinación de toxicidad, se consideró el crecimiento longitudinal de la raíz de la cebolla china, para discutir los resultados obtenidos es necesario mencionar que las muestras y el control positivo, fueron comparadas con el blanco, que manifiesta el total de crecimiento 100% y en función a este se determinó si las muestras presentan una toxicidad o no, esto se confirma cuando el crecimiento de las raíces presentan una Efectividad del Crecimiento (EC_{50}) con la relación al blanco, esto quiere decir si el crecimiento de las raíces es 50% o menor en comparación al blanco se dice que presenta alta toxicidad (Fiskejo, 1993).

En el Cuadro N° 03 o Gráfico N° 02 se observa que en las muestras tomadas en los puntos M1 y M2, el promedio de crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa varen* en el punto M1 es de 1.72 cm con EC_{50} de 88.1% en relación al blanco lo que indica que en este punto presentan una ligera toxicidad debido a estos atraviesan por una zona minera donde puede contener trazas de minerales y algunos pesticidas que son arasados de los cultivos aledaños. En la muestra tomada en el punto M2 el promedio de crecimiento longitudinal de la raíz de *Allium cepa* var es de 1.25 cm que tiene un EC_{50} de 63.5 en relación al blanco, que según el test allium indica que también existe una leve toxicidad, porque el crecimiento de las raíces es relativamente bajo en comparación con la muestra tomado en el punto M1 y al blanco, esta toxicidad podría ser consecuencia de que a la rivera de este río se encuentra ubicado uno de los sitios del campamento minero donde las aguas servidas se vierten directamente al río sin ningún tratamiento, al igual que la planta de tratamiento de las actividades mineras, esto constituye el área de influencia, ocasionando la toxicidad existente. Según el test de Duncan lo mencionado se estaría comparando al observar el gráfico N° 02 donde se evidencia que la toxicidad en el punto M2 es semejante a la toxicidad existente en la concentración CP1 del control positivo lo que indica que en las muestras de agua de este punto existe la presencia de ciertas sustancias tóxicas la que estaría evidenciando la existencia de la leve toxicidad.

En las muestras tomadas en el punto M3, siendo el promedio de crecimiento de las raíces de *Allium cepa* var. de 0.92 cm y una EC_{50} de 47.4%, que según el test de *Allium* existe mayor toxicidad, ya que el crecimiento de las raíces es muy bajo en comparación con las muestras tomadas en los puntos M1, M2 y el blanco, la descarga del efluente del relave, así como la descarga de desechos de aguas servidas eliminados sin ningún tratamiento, que en esta se encuentra numerosos elementos tóxicos. En la muestra que se tomó en el punto M4, el promedio de crecimiento de las raíces de *Allium cepa v.* es de 0.98 cm y el EC_{50} de 50.6, según el test de *Allium* existe mayor toxicidad, por el crecimiento de las raíces muy bajo en comparación con las muestras que no presentan mayor toxicidad y el blanco, la presencia de sustancias tóxicas en los puntos M3 y M4 es mayor que en el punto M2 esto notamos por el bajo crecimiento de la raíz de la cebolla como se observa en el cuadro N° 03. En el mismo cuadro se observa que en el punto M3 el crecimiento longitudinal de la raíz es menor en comparación al punto M4 evidenciando que la toxicidad va disminuyendo río abajo, en la muestra tomada en el punto M5 el crecimiento longitudinal de las raíces es de 0.40 cm con una EC_{50} de 20.0% con respecto al blanco el que se muestra en el Gráfico N° 04 esto indica que hay una elevada toxicidad. En el Cuadro N° 03 y Gráfico N° 03 se muestra el promedio de los índices mitóticos de las muestras de aguas del río y el relave en los cuatro muestreos. En el Cuadro N° 03 se observa que el medio de crecimiento Medio Growth se comporta como el blanco el que presenta un índice mitótico de 149.8, donde las células se muestran normales (Fotografía N° 08). Según Aurazo y Esparza,

(1995) reporta un índice mitótico de 150.0 y Portal, (1997) reporta 151.19 para el medio de crecimiento, donde la diferencia es mínima con el valor obtenido.

En el Gráfico Nº 03 se observa los resultados de índice mitótico para los puntos de muestreo son parecidos a excepción del punto M5, para las concentraciones de dicromato de potasio se observa que a medida que incrementa su concentración el índice mitótico disminuye. En las células meristemáticas expuestas en agua de río del punto M1 y M2 antes de que llegue el relave, donde sus células se observan grandes como se evidencia en las Fotografía Nº 05 y 06 estas le permitirían tener un mayor crecimiento de la raíz, pero notamos que el índice mitótico presenta poca cantidad de células mitóticas. En muestras que presentan mayor toxicidad de acuerdo al crecimiento longitudinal de las raíces de *Allium cepa* v. muestra tomada en el punto M3, M4 presentan un crecimiento longitudinal menor pero índice mitótico similar a las anteriores. Estos resultados demuestran que algunas sustancias químicas no afectan en el crecimiento longitudinal de la raíz de *allium cepa* var pero si en la mitosis y en otras afecta tanto al crecimiento longitudinal como en la mitosis tal como se muestra en los Gráficos Nº 02 y 03. En la muestra tomada del punto M5 presenta un índice mitótico de 33.9 estas muestras de relave no evidencia comparación con las concentraciones positivas ya que sobrepasa los valores. Como control positivo para la determinación de toxicidad se trabajó con diferentes concentraciones de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) como agente tóxico.

En el Cuadro Nº 04 se observa que para la conductividad los valores fluctúa entre 269 uMhos/cm y 413 uMhos/cm entre los puntos M1 y M4, la muestra tomada en el punto M5 presenta el mayor valor obtenido 1 823 uMhos/cm. Para los análisis de sólidos totales disueltos los valores obtenidos fluctúan entre 153.5 mg/L y 240 mg/L según las Normas Legales en la categoría 4, para la conservación del medio ambiente acuático los resultados obtenidos están dentro de los parámetros normales, pero se observa un aumento río abajo obteniendo mayor valor en el punto M3 esto debido a que en este punto se encuentra en unión con el relave minero. En el punto M4 se nota una ligera disminución este debido a la autopurificación. Para los sólidos totales en el punto M5 presenta un máximo valor de 1 048 mg/L, en ambas características presentan los mayores valores en este punto, esto era de esperarse ya que el relave contiene aproximadamente de 20 a 25 % de sólidos en la mayoría de los casos contiene gran cantidad de sólidos, mineral de ganga, reactivos químicos de flotación, productos de la actividad minera, que estos al ser eliminados al río genera riesgo para la vida acuática. Para las características de dureza total los valores fluctúan entre 171 y 239.5 mgCaCO₃/L y para la dureza cálcica entre 94.8 y 141.5 mgCaCO₃/L, aumentando los valores en ambos en el recorrido río abajo, en la muestra tomada en el mismo relave M5 ambas presentan el mayor valor. Carrasco, (2004) reporta para la dureza total en el río Alameda final 181.33 mg/L este valor es similar al obtenido entre los puntos M2 y M4 del presente trabajo. Se observa en los valores de dureza total y cálcica un incremento en el punto M3 esto esta determinado por el incremento de la concentración de iones ya mencionados. Influenciadas por los relaves que son desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales. Con respecto a la dureza cálcica según Nisbet, (1968) referido por Blanco, (1984) las aguas con un contenido de 60 a 120 mg/L son óptimas para la vida acuática, piscícola lo que explicaría la ausencia de vida acuática en dicho río, las actividades realizadas de la área la cual a estado en contacto con el agua. En el Cuadro Nº 04 se reportan los resultados de la alcalinidad de las muestras de agua y del mismo relave, obteniendo valores que fluctúan entre 145.8 y 200.5 mgCaCO₃/L se nota el incremento río abajo y el

mayor valor obtenido es la muestra del mismo relave 264 mgCaCO₃/L., este incremento puede deberse a la posible ausencia de organismos vivos descomponedores de la materia orgánica por la presencia de metales tóxicos emitidos por el relave de la empresa minera. Para el pH los resultados obtenidos varían de 7.9 a 8.3.

Con respecto a la salinidad los valores obtenidos en las muestras de agua de los diferentes puntos es de 0.2%, 0.3 % y en la muestra del relave es de 1.0 % como se observa en el Cuadro Nº 04. En el Cuadro Nº 04 se observa los valores promedios para los cloruros donde los valores fluctúan entre 12 y 36.5 mg/L para las muestras de aguas y 108 mg/L para la muestra del relave. En el mismo cuadro se aprecia que existe una diferencia altamente significativa para los valores de cloruros en los diferentes puntos de muestreo. Los valores de cloruro en los puntos M1 y M2 son menores a las muestras tomadas del punto M3 y M4, observando un ligero aumento en la muestra tomada en el punto M3, el mayor valor obtenido es la muestra tomada es en el punto M3 este incremento de cloruros como consecuencia de la influencia antropogénica procedentes de la orina del hombre y de los animales (5g/L), también en este punto se encuentra ubicado el relave ya que en esta se encuentra un sin numero de reactivo aumentando así en este punto los valores de cloruros. En el mismo Cuadro Nº 03 se reporta los resultados de la turbidez donde los valores fluctúan entre 2.1 y 19 NTU en las muestras de agua de río, y mayor valor en la muestra de relave con 28 NTU, aumentando su concentración río abajo.

En el cuadro Nº 05 se observa la abundancia relativa por orden en los diferentes puntos de muestreo M1, M2, M4. Se nota que para el punto M4 disminuyen sus abundancias, es así que para el punto M1 se observa mayor numero de individuos a comparación con el punto M2, esto debido a que en el punto M1 las condiciones ambientales para los organismos acuáticos son mejores, los cuales parecen mostrar la tendencia a disminuir sus abundancias en el recorrido río abajo, tal como se observa en el Cuadro Nº 05. Carrasco (2004) menciona que muchas de estas especies pertenecientes al orden Ephemeroptera son consideradas como bioindicadores de aguas limpias y bien oxigenadas, por lo tanto la disminución, puede indicar que las aguas de río Mishca tramo abajo, posee un ambiente que ha sido alterado. En el mismo cuadro se observa la familia Chironominae del orden Díptera donde se nota poca presencia de estos individuos ya que la mayoría de las especies presentan alta sensibilidad a metales pesados, plaguicidas, la descarga del efluente del relave al río demostraría la disminución de esta especie en los puntos M4 del río como se observa en el cuadro Nº 05

El orden trichóptera presenta organismos que no se encuentran asociados aun a niveles moderados de contaminación orgánica y son generalmente intolerantes a moderadas reducciones de oxígeno disuelto por la perturbación de las características fisicoquímicas que sufren. De acuerdo a los valores Índice Biótico de familia (IBF) Hiisenhoff (1988) en Hauer y Lamberti (1996) tal como se muestra en el cuadro Nº 14, las aguas fueron clasificados en tres clases de calidad como se observa en el Cuadro Nº 06, la calidad del agua en los puntos M1, M2, M4 fueron clasificadas de buenas a regularmente malas, esta siendo deteriorada a medida que pasa el tiempo por causa de los contaminantes emitidos por el efluente minero.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **America Water Works Association.** 2002. Calidad y Tratamiento de agua Manual de Suministro de agua comunitaria. Edit. McGraw.Hill. Interamericana S.A España.
2. **Aliaga, M.** 1989. Estudio Físicoquímico del río Ajohuama con fines de aprovechamiento Truchicula en la alternativa Lircay – Huancavelica

1989. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo Pesquero. UNSCH. Ayacucho-Perú.
3. American Society For Testing and Materials. 1976. Manual de agua para usos industriales 3^{ra} Edición. Editorial Limusa S.A. México.
 4. Aurazo, M. y M. Esparza. 1995. Toxicidad aguda del cromo usando *Allium Cepa L* "cebolla común", programa de control de calidad y desarrollo de laboratorios. OPS/CEPIS. Lima-Perú.
 5. Apha, Awwa, Wpcf, 1992. Métodos Normalizados. Para análisis de agua potable y residual. Editorial Diaz de Santos, S.A.
 6. Blanco, 1984. Estudio Nacional del Agua. Informe final, primera fase Vol 2. Edit. Fonade, Universidad de Texas.
 7. Bedriñana, M. 1995. Efectos de la Contaminación Química sobre los Recursos Bióticos del Río Mantaro y Río San Juan. Tesis para optar el Título de Biólogo Pesquero. UNSCH.
 8. Brock, T y Madigan, M. 1998. Microbiología. Sexta Edición. Editorial Prentice Hill Hispanoamericana S.A. México.
 9. Bustillo, M. 1997. Manual de Evaluación y Diseño de Explotación Mineras. Edición Entorno Gráfico. Madrid.
 10. Carrasco, C. 2004. Comunidad macroinvertebrada bentónica y su relación con la calidad de agua en cinco ríos de la Provincia de Huamanga. Ayacucho. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias. UNSCH. Ayacucho-Perú.
 11. Castillo, G. 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Editorial Printed. México
 12. Cole, G. 1988. Manual de Limnología. Primera Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A República Oriental de Uruguay.
 13. De Robertis, P. y F De Robertis. 1994. Biología Celular y Molecular, undécima edición. Editorial. El Ateneo. Argentina
 14. Dirección General de Asuntos Ambientales. 1991. Guía para evaluar estudio de impacto ambiental. Vol. 4. Editorial Printed Lima – Perú.
 15. Fernández, H.; Domínguez, E. 2001. Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Argentina.
 16. Figueroa, R., Valdovinos, E., Araya, E. y Parra, O. 2003. Revista Chilena de Historia Natural, 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Impresa ISSN 0716-078X-Chile.
 17. Fiskesjo, G. 1993. Allium test Day Plant Test for Toxicity Assessment by Measuring the Mena Root Growth of Onions (*Allium cepa L.*) tox Asses: 84).
 18. Gray, N. 1996. Calidad del agua potable: Problemas y soluciones. Editorial Acribia. Zaragoza.
 19. Guardia, D. 2002. Calidad Físicoquímica, Microbiológica y Macroinvertebrada del río Yucaes. Ayacucho marzo 2001-octubre 2002. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo. UNSCH. Ayacucho - Perú.
 20. Hickman, R 1990. Evaluación y Manejo del riesgo Sección 2; en Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. CEPIS
 21. Iannacone, J. 1995. Residuos Tóxicos y su Impacto en Aguas continentales y Residuales. Departamento de Biología. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima - Peru
 22. Madueña, A. 2004. Composición y Estructura de la Comunidad Macroinvertebrada del Río Huanta, Ayacucho 2004. Tesis para optar Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
 23. Margalef, R. 1983. Limnología. Editorial Omega S.A. Barcelona España.
 24. Metcalfe, J. 1989. Biological water quality assesment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. Environmental Pollution.
 25. Ministerio de Agricultura. 1987. Ley General de Aguas y sus Reglamentos; 10 Títulos. Lima-Perú.
 26. Ministerio de Medio Ambiente. 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas. Decreto Supremo 02-2008-MINAM, Lima-Perú.
 27. McJunkin, F. 1988. Agua y Salud Humana. Segunda edición. Editorial Limusa. México.
 28. OMS. Organización Mundial de Salud. 1988. Evaluación de ciertos aditivos alimentarios: 25 informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios
 29. OPS. 1988. Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1 Recomendaciones. Publicación Científica Nº 481 por la organización Panamericana de la Salud
 30. Pesson, P. 1979. La contaminación de las aguas superficiales incidencia sobre la biocenosis. Ediciones Omega, Mundi Prensa Madrid.
 31. Portal, E. 1997. "Evaluación de la toxicidad total de Sustancias Químicas utilizando *Allium cepa L* "cebolla común" en Aguas de Consumo y servidas" Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo UNSCH Ayacucho Perú.
 32. Rodier, S. 1981. Análisis de Agua. Editorial Omega S.A España.
 33. Roldan, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. 1era Edición. Universidad de Antioquia, Colombia.
 34. Roldan, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2da Edición. Universidad de Antioquia, Colombia.
 35. Roldán, G., Posada, J. Ramirez, J. 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de las aguas de la quebrada blancas, Antioquia, Colombia. Universidad de Antioquia Colombia.
 36. Salcedo, Q. 1996. "Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de aguas naturales y tratadas de consuma Humano en la provincia de Huancasancos – Ayacucho". Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo - Microbiólogo UNSCH Ayacucho Perú
 37. Sheeler, P. 1993. Biología Celular, Estructura, Bioquímica y Función . Edit. Limusa. S.A. Grupo Noriega Editores.
 38. Sunass (Superintendencia de Servicios de Saneamiento). 1997. Manual de procedimiento de análisis de agua. Lima.
 39. Traverso, V. 1995. Operaciones en la Unidad de Uchucchacca de Compañía de Minas Buenaventura. S.A. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. UNSCH
 40. Vian, A. 1995. Aguas residuales urbanas. Colección ingeniería medioambiental. Edición Mundi – Prensa Madrid.
 41. Wetzel, R. 1981. Limnología Editorial Omega S.A. España.
 42. <http://www.Lenntech.Es/Ph-Y-Icalinidad.Htm#bxzz0xblfayul>
 43. <http://www.megaazono.com/PH.htm>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Resolución Decanal N° 112-2010-FCB-D

BACH. Mariela Palomino Palomino

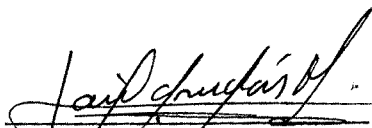
En la ciudad de Ayacucho a los dos días del mes de julio del año en curso dos mil diez, reunidos en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas reunidos los miembros del jurado calificador de sustentación de tesis integrado por MSc. Elmer Avalos Pérez (Presidente encargado, jurado), Mg. Saúl Chuchón Martínez (asesor), Mg. Elya Bustamante Sosa (miembro) afín de recepcionar la sustentación de tesis Titulado "Efecto del relave de la Mina Catalina Huanca sobre las características fisicoquímicas, toxicológicas y comunidad bentónica del río Mishca provincia de Víctor Fajardo - Ayacucho 2005" presentado por la Bach. Mariela Palomino Palomino, para el título profesional de Bióloga con mención en la especialidad de Microbiología. El presidente encargado invito a la sustentante iniciar la sustentación y defensa del trabajo de investigación, previa lectura que obra como la R.D.N° 248-2005-FCB-D y otros documentos presentado por la interesada. Concluida la exposición, el presidente encargado invito a los miembros del Jurado Calificador realizar las preguntas y aclaraciones que consideren pertinentes.


Concluida la ronda de preguntas por parte del Jurado Calificador, el presidente encargado invito a la sustentante y al público asistente abandonar temporalmente el auditorium de la Facultad para que el jurado pueda deliberar y evaluar el trabajo de investigación y adjudicarle la calificación pertinente, del cual se desprende lo siguiente:

MIEMBROS DEL JURADO	EXPOSICION	RESP. PREG.	PROMEDIO
MSc. Elmer Avalos Pérez	15	15	15
Mg. Saúl Chuchón Martínez	17	16	17
Mg. Elya Bustamante Sosa	16	14	15

Como resultado de la calificación y evaluación, el sustentante tuvo como promedio la nota de dieciséis (16) del cual dan fe los jurados de este acto estampando su firma al pie del acta; siendo las siete y diez minutos se concluyó el Acto de sustentación.

* Modificando el nombre del río de Miqcha a Mishca según Resolución Decanal N° 158-2010-FCB-D.


Mg. Saúl Chuchón Martínez
(Miembro – Asesor)


Mg. Elya Bustamante Sosa
(Miembro)


MSc. Elmer Avalos Pérez
(Presidente (e))