

# INFORME TECNICO y DE ACTIVIDADES

## Monitoreo hidrobiológico del proyecto Pascua-Lama

Marzo 2008-Marzo 2009



**MSc Karine ORTH**

Hidrobióloga CEAZA (ULS-INIA-UCN)

Equipo técnico

**Evelyn Álvarez**, Ingeniera Agrónoma <[evelyn.alvarez@ceaza.cl](mailto:evelyn.alvarez@ceaza.cl)>

**Bárbara Duran**: egresada de la escuela de ingeniería agronómica de la ULS

### Proyecto de investigación N°2 del contrato NEVA-0606C

Monitoreo hidrobiológico del proyecto Pascua-Lama: desarrollo de un sistema basado en los macroinvertebrados bentónicos como complemento a las mediciones físico-químicas.



## **Agradecimientos**

Se agradece a todas las personas que han participado de cerca o de lejo en este proyecto.

Se agradece mas particularmente a todo el personal de la empresa BARRICK por su apoyo y coordinación en La Serena como en terreno y permitir el financiamiento de este proyecto.

Además, quiero agradecer particularmente Evelyn Alvarez, Barbara Duran y Patricio Guzmán, miembros del equipo técnico del proyecto de hidrobiología y que han trabajado a mi lado realizando trabajos de terreno y laboratorio. Sus respectivos aportes han permitido el buen desarrollo de este proyecto y la obtención de los resultados.

Para terminar, agradezco a Francisco Squeo por su apoyo incondicional y haber permitido el desarrollo de la investigación en hidrobiología en el CEAZA.

## RESUMEN

El siguiente informe presenta los resultados obtenidos en la segunda sesión de muestreo del proyecto “Monitoreo hidrobiológico del proyecto Pascua-Lama” realizada en Marzo 2008.

Se recuerda que la zona de estudio esta ubicada en la Provincia del Huasco, región de Atacama en las subcuencas de los ríos del Carmen y el Transito y más precisamente en la “subsubcuenca” del río Chollay, sector en el cual se desarrolla el proyecto minero Pascua-Lama. Las estaciones de monitoreo son las mismas que las que se establecieron en la primera sesión de muestreo realizada en el mes de Marzo del año 2007. Se eligieron 13 estaciones que se encuentran distribuidas a lo largo de los ríos Estrecho, Chollay, del Toro en la subcuenca del río Chollay y el Toro, Tres Quebradas, Potrerillos y del Carmen en la subcuenca del río del Carmen.

La metodología de muestreo se realizo de la misma manera que la señalada y detallada en el informe anterior, los macroinvertebrados fueron colectados con una red surber de malla 500  $\mu\text{m}$ , para ello se tomaron 10 muestras por estación en distintas clases de hábitats (sustratos dentro de distintas velocidades estimadas de corriente) lo que corresponde a un total de 130 muestras. Los parámetros físico-químicos fueron registrados con dos medidores portátiles, uno corresponde a un oxigenómetro de la marca YSY y el otro un pHmetro de la marca OAKLON que mide pH, conductividad, temperatura y TDS. Se anotaron también las características generales de los ríos y su entorno, y se sacaron fotos para ilustrarlas.

En el laboratorio se separaron los macroinvertebrados de sus sustratos para luego identificarlos en su mayoría al nivel de familias y contarlos uno por uno. La composición taxonómica abundancia y diversidad de macroinvertebrados fue determinada por estación y clase de sustrato (“hábitat”) y los datos obtenidos fueron procesados por diferentes métodos de análisis como cálculos de porcentajes de abundancia y análisis factoriales de correspondencias. Los resultados obtenidos se compararon con los del año 2007. Se encontró en total 30 taxa correspondientes en su mayoría a diferentes familias, 11 menos en comparación al año 2007, donde se obtuvieron 41 taxa en total.

Con los resultados obtenidos en este segundo muestreo, se confirmó por ejemplo que las estaciones en los ríos del Estrecho (Est1, Est2, Est3) y Chollay (Cho1, Cho2) en la subcuenca del río Chollay y que la estación Pot1 del río Potrerillos en la subcuenca del Carmen (antes de la confluencia con el río tres Quebradas) poseen una riqueza taxonómica y abundancia de macroinvertebrados mucho menor en comparación con el resto de las estaciones debido seguramente a condiciones ecológicas naturalmente desfavorables para el desarrollo de estos individuos. Con respecto a la fauna de macroinvertebrados encontrada resulta difícil establecer una relación entre taxa y su distribución altitudinal, así como asociarlos a los diferentes hábitats en que se encuentran. Para ello se necesita más tiempo de investigación y profundizar en el estudio taxonómico a nivel de genero y especie. Sin embargo, al igual que en el muestreo anterior se encontraron algunas taxa asociadas a un rango de altura, como los Hydropsychidae que se registraron bajo los 2000 m o los Physidae y Aesnidae que solo se encontraron en la estación Car2 o en el caso de la familia Elmidae aumenta su abundancia en la medida que las estaciones bajan en altura.

El monitoreo de la fauna de macroinvertebrados muestra cambios importantes entre los dos años de muestreo resultados que se describen más adelante. En general se observa una disminución de la abundancia de individuos y diversidad en respectivamente 10 y 12 de las 13 estaciones. En lo que concierne el estudio de la composición taxonómica entrega resultados mas detallado sobre la ecología de los ríos de la zona. El conjunto de los resultados puso en evidencia cambios dentro las comunidades de macroinvertebrados comparando con el muestreo de 2007 mostrando o no según las estaciones una perturbación dentro el río. Sin embargo el origen antrópico o natural de esta perturbación resulta difícil identificar debido en parte a la falta de antecedentes sobre las variaciones naturales de las poblaciones de macroinvertebrados.

## **INDICE**

<b>1. Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Zona de estudio</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Metodología</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1 Trabajo de terreno: muestreo de los macroinvertebrados</b> .....	<b>7</b>
4.1.1 Caracterización de las estaciones de muestreo .....	7
4.1.2 Colecta de los macroinvertebrados dentro el río .....	8
<b>4.2 Trabajo de laboratorio</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Características generales de las estaciones</b> .....	<b>10</b>
<b>6. Resultados del muestreo de macroinvertebrados de Marzo 2008 y comparaciones con la sesión de muestreo de 2007</b> .....	<b>12</b>
<b>6.1 Macroinvertebrados en las distintas estaciones</b> .....	<b>12</b>
6.1.1 Lista faunística de Marzo 2008 .....	12
6.1.2 Abundancia total y riqueza taxonómica en las estaciones .....	16
6.1.3 Diversidad y porcentaje de abundancia relativa de los principales grupos de macroinvertebrados .....	17
6.1.4 Porcentaje de abundancia relativa de las taxa de macroinvertebrados dentro las estaciones .....	20
<b>6.2 Macroinvertebrados en los distintos sustratos</b> .....	<b>28</b>
6.2.1 Abundancia total y riqueza taxonómica dentro los sustratos .....	28
6.2.2 Abundancia relativa dentro las piedras para cada estación. ....	30
6.2.3 Análisis factorial de correspondencia taxa/clases de sustratos .....	31
<b>7. Discusión</b> .....	<b>32</b>
<b>8. Conclusiones y perspectivas</b> .....	<b>40</b>
<b>9. Anexos</b> .....	<b>41</b>

## 1. Introducción

El proyecto "Monitoreo hidrobiológico del proyecto Pascua-Lama: desarrollo de un sistema basado en los macroinvertebrados bentónicos como complemento a las mediciones física-químicas" tiene una duración de 3 años. La primera sesión de muestreo del proyecto se llevó a cabo en Marzo 2007 cuyo resultados fueron entregados en Marzo 2008 mediante un informe técnico completo.

Si los estudios y monitoreos que existen en la zona de muestreo son apoyos útiles; los primeros resultados obtenidos con la sesión de muestreo de Marzo 2007 constituyen ahora los antecedentes necesarios al seguimiento del proyecto. En efecto uno de los objetivos es realizar un monitoreo anual de la fauna de macroinvertebrados de los ríos cordilleranos de la zona del proyecto Pascua-lama y por eso se comparan los resultados obtenidos con protocolos, estaciones y periodos de muestreo similares.

La zona de estudio de las comunidades de macroinvertebrados abarca ríos de las dos subcuencas de los ríos Chollay y del Carmen situados abajo de la futura actividad minera de Pascua-lama y antes de las principales actividades agrícolas.

Los primeros resultados permitieron realizar una descripción de la fauna presente y mostrar algunas diferencias existentes entre ríos y subcuencas de un punto de vista de la diversidad taxonómica, abundancia y composición de macroinvertebrados dulceacuícolas. El detalle de los resultados obtenidos en la sesión de muestreo anterior están presentados en "Informe técnico y de actividad, monitoreo hidrobiológico del proyecto Pascua-lama, Marzo 2007-2008"

En resumen tuvo como resultado que en las dos subcuencas los órdenes más abundante fueron los Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y Oligochaeta, presente en casi todas las estaciones de muestreo. La descripción de las comunidades de los ríos de la diferentes subcuencas (Chollay y del Carmen) y pequeñas cuencas se puso en evidencia la compleja geoquímica de la zona que además de influenciar la calidad de sus aguas tiene un impacto sobre la abundancia, diversidad y composición taxonómica de macroinvertebrados. Al respecto, se determinó que los ríos Estrecho, Chollay y Potrerillos antes de la confluencia con Tres Quebradas tenían una abundancia, diversidad inferior a los ríos del Carmen, del Toro, Toro y Tres Quebradas. De la misma manera se realizaron las primeras observaciones en lo que concierne a la distribución de algunas taxa y su ecología y que se debe seguir investigando como la aparición de algunas taxa a cierta alturas (Hydropsychidae, Odonata etc) o sus preferencia por algunos hábitats.

Esta segunda temporada de muestreo permite un primer punto de comparación en este estudio en lo que concierne a los macroinvertebrados y su ecología, y en particular demuestra la importancia del monitoreo hidrobiológico.

## 2. Objetivos

Se repiten los objetivos señalados en el informe anterior.

### Objetivo general

Estudiar las comunidades de macroinvertebrados de ríos cordilleranos de las subcuencas del río del Carmen y Chollay, a lo largo de un gradiente altitudinal, y determinar sus principales características taxonómicas y ecológicas, con el fin de establecer una línea base para estudios posteriores de biomonitoreos de ríos.

### Objetivos específicos

- Describir las características generales de los sitios de estudios.
- Identificar y determinar los macroinvertebrados a nivel de orden y familia
- Evaluar el patrón de distribución de macroinvertebrados a lo largo de los ríos, y determinar si existen diferencias taxonómicas, de abundancia y de diversidad entre las estaciones y según gradiente de altura.
- Relacionar el tipo de taxa encontradas de macroinvertebrados con el hábitat (velocidad/sustrato) y las características generales como por ejemplo las mediciones básicas físico-químicas (pH, temperatura, Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica del agua, turbidez).

### 3. Zona de estudio

En el informe anterior se presentaron con precisión la zona de muestreo y las 13 estaciones de monitoreo ubicadas a lo largo de la parte alta de la cuenca del Huasco con el fin de poder comparar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos en ríos de calidades naturales diferentes y realizar un seguimiento de la evolución de estas comunidades de cada lado de la ubicación del proyecto minero. En el Anexo 14. se muestra el mapa, realizado para el informe anterior, de la zona de estudio con la ubicación de las estaciones de muestreo

Se recuerda que:

- la zona de muestreo se sitúa en la cuenca alta del río Huasco ubicada en la región de Atacama, en las subcuencas del río del Carmen y el Transito y dentro de esta última se eligió más específicamente la subsubcuenca del río Chollay la cual se nombra “subcuenca del río Chollay” en el resto del informe.
- las estaciones se ubicaron entre 1651 y 3831 m de altura, pero en esta última campaña de muestreo la estación la más alta correspondiente a Est1 se ubicó a los 3944 m debido a un desplazamiento de la estación, comparada al muestreo anterior, por falta de acceso.
- las estaciones se ubican antes de la zona de desarrollo mayor de la agricultura para obtener muestras de referencias. Solamente la estación Car2 se ubica debajo del estero de la plata donde se desarrolla la agricultura y la actividad de pajonales a su alrededor.

### 4. Metodología

La metodología de trabajo fue la misma detallada en el informe anterior, a excepción de las mediciones físico-químicas debido a cambios de material (ver 4.1.1). Para un mejor entendimiento de las labores realizadas en terreno y laboratorio se repiten los capítulos explicativos de la metodología y se precisan los cambios realizados.

#### **4.1 Trabajo de terreno: muestreo de los macroinvertebrados**

Para cada sesión de muestreo el procedimiento es el mismo con el fin de obtener mediciones reproducibles y de calidad. Este trabajo de muestreo se divide en dos fases: la caracterización general de las estaciones de muestreo y la colecta de los macroinvertebrados dentro del río. Tres personas realizaron el muestreo: Evelyn Álvarez, Bárbara Duran y Patricio Guzmán.

##### 4.1.1 Caracterización de las estaciones de muestreo

Cada estación es descrita brevemente al momento del muestreo con el fin de obtener las características generales que pueden ayudar a la interpretación de los resultados. (ver Anexos 1. a 13.).

Este trabajo es efectuado por una persona la cual se queda en la orilla, siguiendo siempre el mismo procedimiento.

En primer lugar, se registran las coordenadas geográficas en WGS84 y la altura mediante el uso de un GPS modelo Garmin60. Estos datos permiten ubicar precisamente las estaciones en terreno y en los sistemas de información geográficos.

Luego se describen, las características relevantes de cada estación como: todo lo que se observa en el entorno (ej. Actividad de pajonales), características general del curso de agua (e.j. morfología, variedad de sustratos, velocidad general etc) y descripción de la orilla (natural o no, vegetación herbácea o arbustivas etc.) etc. Para que esta descripción sea la misma en cada estación de muestreo y así no olvidar información se llena una ficha de terreno como la cual se presenta en los Anexos 1. hasta 13.

Para tener referencia de la calidad del agua al momento del muestreo se tomaron mediciones básicas de los parámetros físicos-químicos gracias a dos medidores portátiles adquiridos a fines del año 2007. Durante la primera sesión de muestreo se utilizó el medidor portátil tipo HORIBA facilitada por la oficina medioambiente de la CMN el cual mide temperatura, pH, conductividad, salinidad, turbiedad, oxígeno disuelto. El primer medidor portátil de la marca OAKLON permite medir Temperatura, pH, Conductividad y Turbidez pero no mide la salinidad. El segundo medidor es un oxigenómetro de la marca YSY. Estas mediciones son muy puntuales y se hacen para obtener características generales adicionales de las estaciones pero no constituyen datos que van a ser utilizados en los análisis.

Finalmente se toman fotografías de cada estación para ilustrar sus características generales. (Ver Anexos 1. hasta 13.).

#### 4.1.2 Colecta de los macroinvertebrados dentro el río

Los Macroinvertebrados acuático fueron colectados con una red surber de malla 500  $\mu\text{m}$  y de cuadrante 27\*27 cm. La malla de 500  $\mu\text{m}$  es adaptada para colectar los macroinvertebrados.



*Foto 1. Red Surber*

El cuadrante permite muestrear un área de tamaño conocido y obtener así un muestreo semi-cuantitativo.

Dos personas realizan la colecta de los macroinvertebrados en el río con el apoyo de una red surber y la protección de botas tipo waders. Cabe señalar que en cada estación el muestreo comienza desde abajo de la estación hacia arriba para no perturbar el medio.

Para cada muestra, las dos personas se entraron en el río con la red surber, dirigiéndose al hábitat elegido (sustrato/clase de velocidad, ver párrafo más abajo). Durante el muestreo una de las dos personas posiciona la red frente a la corriente, sujetando el cuadrado metálico sobre el sustrato elegido, y la segunda persona procede a arrastrar o limpiar el sustrato hacia el interior de la red (dependiendo si es vegetación, sedimento o piedra) de una superficie equivalente al cuadrante. Una vez colectada la muestra se vierte dentro de un frasco plástico de 700cc, donde se fija con formalina al 4% y se sellan gracias al apoyo de la tercera persona ubicada en la orilla. Los frascos son debidamente rotulados, se anotan los datos de la estación en una etiqueta (estación de muestreo, tipo de sustrato, fecha de colecta y velocidad estimada de corriente). Después se limpia la red en la corriente y se vuelve a muestrear.

La persona en la orilla anota también en la tabla de protocolo de la ficha de terreno donde se tomaron cada una de las muestras con un número que se escribe en la etiqueta. En cada estación se tomaron 10 muestras dentro los distintos hábitats representativos de las estaciones con este mismo procedimiento.

Además del procedimiento descrito para cada muestra, cada muestreo realizado sigue un protocolo bien establecido que toma en cuenta la diversidad de hábitats para la obtención de muestras representativas de la estación. Se consideró como hábitat, la combinación de los diferentes sustratos (vegetación acuática, piedras, gravas, arena, ramillas etc.) en distintas clases de velocidades superficiales de corriente. ( ver tabla de protocolo de muestreo en las fichas de terreno en los Anexos 1. hasta 13.). Las clases de velocidades son estimadas y no medida ya que el importante es considerar diferentes rangos de velocidades de corrientes (lenta, rápida etc.) que pueden influenciar la abundancia

y composición de los macroinvertebrados y obtener así una mejor representatividad de las comunidades. En este caso, los rangos son delimitados por cifras ( Ej.  $5 > v > 25$  cm/s).

Antes de de ingresar al río se observan las clases de sustratos están presentes apoyándose con la tabla de protocolo de muestreo para poder al menos muestrear una vez en cada clase de sustrato presente en la estación. Para cada clase de sustrato presente, se muestrea primeramente en la clase de velocidad de corriente donde el sustrato es más abundante. Una vez prospectadas todas las clases de sustratos presentes y aun así falta completar un total de 10, se vuelve a muestrear en sustratos más representativos de la estación en otra velocidad o en la misma si corresponde. Este método esta basado en el protocolo de muestreo del índice biótico global normalizado con algunas adaptaciones para el estudio como el numero de muestras y de clases de sustratos.

Dentro de las 10 muestras se consideró muestrear a lo menos tres veces en piedras que corresponde al sustrato presente en casi todas las estaciones para poder después realizar una comparación estricta dentro un mismo sustrato. Al respecto, el tipo de sustratos presente influyen la composición de macroinvertebrados y es por esta razón que se necesita comparar la fauna de macroinvertebrados dentro un mismo sustrato para ver cambios que ocurren a lo largo del río que no se deban a variaciones en los sustratos.



Foto 2. Sustrato: piedras en corriente



Foto 3. Sustratos: piedras y hidrófita

**⇒ En total se recolectó 130 muestras, 10 muestras en cada una de las 13 estaciones.**

#### **4.2 Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio se procesaron las 130 muestras colectadas en terreno, trabajo que resultó largo y tedioso. Este trabajo se realizó gracia al apoyo de un técnico medio tiempo y de una tesista que trabajó en algunas estaciones de la cuenca del Carmen.

En primer lugar, la muestra se vacía en un tamiz de malla 250  $\mu$ m para no perder ningún invertebrado y se lava para sacar el formol.

Una vez lavada la muestra se pone en una bandeja para realizar la separación de los macroinvertebrados del sustrato.

Al momento de la separación, los macroinvertebrados son preclasificados en distintas placas de petri o en frascos con alcohol a 70% para su posterior observación.

Una vez todo los macroinvertebrados recuperados, se determinan en una lupa estereoscópica gracias a la cual se pueden ver los detalles necesarios a su identificación. Generalmente la

identificación se hizo a nivel de familia excepto cuando la determinación de la familia es bastante complicada como en el caso de los Oligochetos o Ácaros.

La determinación a nivel de familia es preferible por el momento para no obtener errores en la determinación de género o especies dado la falta conocimientos taxonómicos y descripciones de especies para la mayor parte de los grupos. También esto permite quedarse a un nivel taxonómico bastante homogéneo lo que da resultados más sólidos. Finalmente,, todas las muestras son guardadas en frascos con alcohol a 70 % y debidamente etiquetados para la constitución de una colección de referencia en la cual se puede volver a verificar o mejorar las identificaciones.

## 5. Características generales de las estaciones

En la Tabla 1. se presentan características generales de las 13 estaciones de muestreo como la altura, coordenadas geográficas y ancho aproximativo de la estación de muestreo. Informaciones complementarias sobre las estaciones se muestran en los Anexos 1. hasta 13. correspondiente a las fichas de terreno individuales para cada estación. Como se explicó en la metodología, las Coordenadas geograficas como la altura fueron registradas con un GPS Garmin60 en WGS84. Así las coordenadas se transformaron de WGS84 en UTM PSAD56 con el software Mapsource. Cada estación de estudio está identificada con un código y está clasificada por subcuencas.

*Tabla 1.* Ubicación y características generales de las estaciones de monitoreo en Marzo 2008

Código de los sitios	Nombre del río	X (Este)	Y (norte)	Altura (m.a.s.l)
Subcuenca del río Chollay				
Est1	Río del Estrecho	397860	6758917	3944
Est2	Río del Estrecho	389850	6768347	2994
Est3	Río del Estrecho	388435	6775558	2450
Cho1	Río Chollay	391001	6780515	2055
Cho2	Río Chollay	388458	6787453	1651
DeTor	Río del Toro	387651	6772502	2686
Subcuenca del río del Carmen				
Tor1	El Toro	393211	6754584	3795
Que1	Tres quebradas	389899	6752587	3442
Que2	Tres quebradas	382362	6744962	2657
Pot2	Potrerillos	372519	6753113	2308
Car1	Del Carmen	367857	6766058	2041
Car2	Del Carmen	365711	6776117	1767
Pot1	Potrerillos	382596	6744428	2677

Durante la segunda sesión de muestreo, se movió la estación Est1 de algunos metros debido a problemas de acceso puntuales. Para esta estación, se indica las nuevas coordenadas.

En la Tabla 2. se presentan los valores de los parámetros físico-químicos medidos al momento del muestreo de macroinvertebrados.

Tabla 2. Valores de los parámetros físico-químicos asociada al muestreo de macroinvertebrados en Marzo 2008.

	Turbidez (ppm)	Temperatura °C (pHmetro)	Temperatura °C (oxigenometro)	pH	Conductividad (µs/cm)	Oxígeno %
Subcuenca del río Chollay						
Est1	477	10,6	11°	4,21	954	86,7
Est2	179	13,3	13,8	6,42	359	97
Est3	161	10	10,7	7,49	324	80,7
Cho1	247	10,1	10,6	6,77	495	116,2
Cho2	232	10,3	10,6	7,16	463	117,8
DeTor	75,1	11,7	11,8	8,1	150,4	40,8
Subcuenca del río del Carmen						
Tor1	219	6,2	6,4	7,79	436	73
Que1	202	0,8	1,1	7,6	402	98,7
Que2	163	14,5	15	8,34	329	100,5
Pot2	303	13,8	14,2	8,07	604	107
Car1	337	13,3	13,6	8,48	694	116,8
Car2	348	12,1	12,4	8,45	696	121
Pot1	421	14	14,4	7,06	847	90,3

Los valores de pH y conductividad medido al momento del muestreo durante el 2007 y 2008 resultaron muy similares entre si, indicando las mismas tendencias. Se puede observar para Est2 un pH más alto con un valor de 6,42 en vez de 4,55 para el muestreo de 2007 y una conductividad mas baja en Pot1 con 847 en vez de 1030 µs/cm. Sin embargo, estas mediciones son muy puntuales y tienen solamente por objetivo obtener características generales de la calidad de agua al momento del muestreo de macroinvertebrados. Pero para caracterizar los ríos de un punto de vista de la calidad físico-química se puede referir a los monitoreos frecuentes que realizan la CMN o el CEA.

## 6. Resultados del muestreo de macroinvertebrados de Marzo 2008 y comparaciones con la sesión de muestreo de 2007

### **6.1 Macroinvertebrados en las distintas estaciones**

#### 6.1.1 Lista faunística de Marzo 2008

Se estableció una lista faunística por cada subcuenca del río del Carmen y Chollay.

En total se encontraron 30 taxa en las dos subcuencas, de las cuales 30 estaban presentes en Carmen y solo 19 en Chollay.

En la precedente sesión de muestreo se encontraron 41 taxa en total, 39 en la subcuenca del río del Carmen y 30 en la subcuenca del río Chollay. En el Anexo 17. se muestran algunas fotografías de los macroinvertebrados encontrados en la zona de estudio.

La subcuenca del río Carmen como en la primera sesión de muestreo, presenta la mayor diversidad. Sin embargo estos resultados generales muestra que la diversidad disminuyó en 11 taxa este año.

La lista de taxa encontradas y sus abundancias se presenta en las Tablas 3. y 4. al igual que la abundancia relativa de las taxa. Comparando estas listas con las de la primera sesión (Anexos 15. y 16.) de muestreo presentada en el informe anterior se puede identificar las taxa que no se encontraron presentes esta vez. Se puede ver que del orden Diptera no se encontraron las familias de los Muscidae, Psychodidae, Tipulidae y dos Dípteros que habían quedado como indeterminados la ultima vez (dipt\_indet 1 y 2). Tampoco no se encontraron otras familias pertenecientes a otros grupos taxonómicos como: Scirtidae (O. Coleoptera), Belostomatidae (s.O Heteroptera), Pyralidae (O. Lepidoptera), Cl. Ostracoda, Sphaeridae (Cl. Gastropoda), Libellulidae (O. Odonata). Por otra parte, todas las taxa encontradas en esta sesión de muestreo fueron colectadas durante el monitoreo del 2007. Estas taxa fueron encontradas en una estación durante el muestreo del 2007, pero al observar las estaciones una por una se puede ver que también otras taxa no se han encontradas de un año sobre otro pero no aparecen acá porque están presente en otras estaciones. Por ejemplo se puede citar que en Car2 las taxa que no se encontraron son las Athericidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Dugesiidae, Acari, Ostracoda ( solamente el ultimo hace parte de las 11 taxa).

Además, la lectura de las abundancias y su comparación con el año anterior permite realizar algunas observaciones antes el tratamiento de los datos . En lo que concierne a las abundancias relativas , los resultados obtenidos se presentan en detalle más adelante (párrafo 6.1.4). Si se observan las abundancias se destacan que las taxa las mas abundantes dentro las estaciones son los Ephemeroptera constituidos por las familias Baetidae y Leptophlebiidae, los Diptera Chironomidae y los Oligochaeta. También se encuentran otras taxa con abundancias bastante importante en varias estaciones como los Coleoptera Elmidae, los Trichoptera Hydropsychidae, los Amphipoda Hyalellidae y los Diptera Simuliidae. Otras taxa que se encuentran en abundancia en pocas estaciones son los Sericostomatidae en DeTor, los Physidae en Car2, los Acari en Tor1 y Que1, los Glossiphoniidae en Que1, Dugesiidae en DeTor, Tor1, Que1, Que2. Algunas taxa pertenecientes al orden de los Diptera como los Empididae y Limoniidae se encuentran en varias estaciones en abundancias destacable. El resto de las taxa se encuentran generalmente con una representación bastante menor.

Al observar las Tablas 3. y 4., es posible comparar las abundancias entre las dos sesiones de muestreo ( año 2007 y 2008) sobre otro y destacar variaciones las más importantes dado que se trata de resultados brutos. Por ejemplo en la subcuenca del río Chollay la estación DeTor que es la única que presenta comunidades de macroinvertebrados diversificadas y abundantes mostrando una baja importante de abundancia de la mayor parte de las taxa que como Diptera, Oligochaeta, Trichoptera y Coleoptera. Con respecto a los Ephemeroptera los Leptophlebiidae se encuentran en numero mas bajo al contrario de los Baetidae cuya abundancia es mayor que en 2007. Se puede subrayar los cambios

importantes contatado dentro el orden de los Trichoptera con la baja de abundancia de los Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Sericostomatidae y por sobretodo el ausencia de los Hidroptilidae y Leptoceridae cuyo numero de individuos eran respectivamente de 153 y 107 el año pasado. Sin embargo se puede ver que las variaciones de abundancias entre la colecta de 2007 y 2008 no varían siempre en el mismo sentido que las abundancias relativas la cual indica por ejemplo un aumento de los Baetidae, Leptophlebiidae y Sericostomatidae en razón de la baja importante de las abundancias de taxa como los Chironomidae.

Para las otras estaciones de la subcuenca del Chollay (Est1, Est2, Est3, Cho1, Cho2), las abundancias resultan muy inferior a Detor al igual que en el muestreo anterior (2007). Las mayores variaciones se observan en las estaciones del río Chollay, particularmente en Cho1 donde no encontró las familias de los Baetidae, Leptophlebiidae, Hydropsychidae y Elmidae

En la subcuenca del río del Carmen otra subcuenca dependiente de la estación el numero de individuos colectados varia positivamente o negativamente destacando a los Chironomidae y Oligochaeta que se encuentran en abundancia menor en varias estaciones, excepto los Oligochaeta en Car1 y los Chironomidae en Tor1 y Que1. La familia de los Hydropsychidae aparecen abundante en Car1 y Car2, al contrario en Pot1 donde se observa la desaparición de las dos familias de Ephemeroptera Baetidae y Leptophlebiidae y de los Hydrobiosidae perteneciente al orden Trichoptera. Igual que en Detor, en la estación Que2 los Ephemeroptera son más importantes en abundancias relativas a pesar de que se ha colectado un numero de individuo (abundancia) mas bajo.

Tabla 3. Abundancias y abundancias relativas de taxa en las estaciones de la subcuenca del río Chollay (Marzo 2008)

SubCuencas	Chollay											
	Ríos		Del Estrecho						Chollay			
	Del Toro		EST1		EST2		EST3		CHO1		CHO2	
	DETOR		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
<b>O.Ephemeroptera</b>												
Baetidae	963	19,26%			4	15,38%	12	16,44%			1	1,72%
Leptophlebiidae	636	12,72%	1	3,13%	7	26,92%						
<b>O.Trichoptera</b>												
Hidrottilidae												
Hydrobiosidae	42	0,84%										
Hydropsychidae	160	3,20%									12	20,69%
Leptoceridae												
Limnephilidae												
Sericostomatidae	924	18,48%										
<b>O.Diptera</b>												
Athericidae	5	0,10%										
Blephariceridae									1	14,29%		
Ceratopogonidae	7	0,14%					4	5,48%	1	14,29%	1	1,72%
Chironomidae	775	15,50%	28	87,50%	14	53,85%	27	36,99%	3	42,86%	1	1,72%
Dolichopodidae	4	0,08%										
Empididae	102	2,04%					2	2,74%				
Ephydriidae												
Limoniidae			3	9,38%			4	5,48%				
Simuliidae	180	3,60%					15	20,55%				
Tabanidae												
<b>O.Coleoptera</b>												
Elmidae	616	12,32%					4	5,48%			41	70,69%
Dystisidae	2	0,04%									1	1,72%
Gyrinidae												
<b>O.Amphipoda</b>												
Hyalellidae	1	0,02%										
<b>O.Acari</b>												
Acari												
<b>Cl.Oligochaeta</b>												
Oligochaeta	479	9,58%					5	6,85%	2	28,57%	1	1,72%
<b>Cl. Hirudinea</b>												
Glossiphoniidae					1	3,85%						
<b>O.Triclada</b>												
Dugesiiidae	103	2,06%										
<b>Cl. Gastropoda</b>												
Physidae												
<b>O. Odonata</b>												
Aeshnidae												
Coenagrionidae												
<b>P.Nematoda</b>												
Nematoda												

Tabla 4. Abundancias y abundancias relativas de taxa en las estaciones de la subcuenca del río del Carmen (Marzo 2008).

SubCuencas	Del Carmen													
	El Toro		Tres Quebradas				Potrerillos				Del Carmen			
	TOR1		QUE1		QUE2		POT1		POT2		CARI		CAR2	
Estaciones de muestreo	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
<b>O.Ephemeroptera</b>														
Baetidae	215	5,27%	1056	22,04%	455	19,19%			334	16,00%	986	21,51%	1809	34,25%
Leptophlebiidae	515	12,63%	1431	29,87%	359	15,14%			346	16,57%	120	2,62%	108	2,04%
<b>O.Trichoptera</b>														
Hidrotiilidae			111	2,32%	3	0,13%							1	0,02%
Hydrobiosidae	35	0,86%	14	0,29%	19	0,80%			5	0,24%	10	0,22%	23	0,44%
Hydropsychidae					1	0,04%	33	17,74%	264	12,64%	1096	23,91%	1335	25,27%
Leptoceridae											2	0,04%	20	0,38%
Limnephilidae					3	0,13%								
Sericostomatidae									2	0,10%	5	0,11%		
<b>O.Diptera</b>														
Athericidae					1	0,04%			6	0,29%	1	0,02%		
Blephariceridae					4	0,17%			4	0,19%				
Ceratopogonidae	1	0,02%					5	2,69%						
Chironomidae	1459	35,79%	237	4,95%	231	9,74%	6	3,23%	11	0,53%	14	0,31%	551	10,43%
Dolichopodidae			3	0,06%			1	0,54%						
Empididae	24	0,59%	8	0,17%	4	0,17%	2	1,08%	1	0,05%			2	0,04%
Ephydriidae	7	0,17%	89	1,86%	1	0,04%								
Limoniidae	2	0,05%					3	1,61%						
Simuliidae	31	0,76%	20	0,42%	30	1,27%			34	1,63%	18	0,39%	18	0,34%
Tabanidae	8	0,20%	17	0,35%			1	0,54%						
<b>O.Coleoptera</b>														
Elmidae			16	0,33%	840	35,43%	67	36,02%	686	32,85%	960	20,94%	1106	20,94%
Dystisidae							16	8,60%	27	1,29%				
Gyrinidae											1	0,02%		
<b>O.Amphipoda</b>														
Hyalellidae	5	0,12%	528	11,02%	157	6,62%			313	14,99%	1279	27,90%	132	2,50%
<b>O.Acari</b>														
Acari	152	3,73%	59	1,23%	3	0,13%							2	0,04%
<b>Cl.Oligochaeta</b>														
Oligochaeta	1581	38,78%	959	20,02%	203	8,56%	51	27,42%	53	2,54%	83	1,81%	67	1,27%
<b>Cl. Hirudinea</b>														
Glossiphoniidae	8	0,20%	207	4,32%										
<b>O.Triclada</b>														
Dugesiiidae	34	0,83%	36	0,75%	57	2,40%			2	0,10%	6	0,13%	4	0,08%
<b>Cl. Gastropoda</b>														
Physidae													95	1,80%
<b>O. Odonata</b>														
Aeshnidae											3	0,07%	7	0,13%
Coenagrionidae													2	0,04%
<b>P.Nematoda</b>														
Nematoda							1	0,54%						

6.1.2 Abundancia total y riqueza taxonómica en las estaciones

Tabla 5. Resumen de la abundancia y riqueza total de macroinvertebrados para cada estación de muestreo en Marzo 2008

Estaciones de muestreo	DETOR	EST1	EST2	EST3	CHO1	CHO2	TOR1	QUE1	QUE2	POT1	POT2	CAR1	CAR2
Abundancia total	4999	32	26	73	7	58	4077	4791	2371	186	2088	4584	5282
Riqueza taxonómica	16	3	4	8	4	7	15	16	17	11	15	15	17

Si se compara la abundancia y riqueza taxonómica (Tabla 5.) entre las estaciones, se observa practicamente la misma tendencia que el año pasado es decir que las estaciones de la subcuenca del río del Carmen presentan una abundancia y diversidad mucho mayor (excepto Pot1) que las estaciones de la subcuenca del río Chollay (excepto la estación DeTor). En efecto, al igual que para la primera sesión de muestreo, las estaciones de los ríos del Estrecho y Chollay presentan una abundancia y diversidad bastante baja. Sin embargo se observaron algunas diferencias entre las dos sesiones de muestreo lo que se ilustran en las Figuras 1. y 2., representando las variaciones de abundancia y riqueza taxonómica entre Marzo 2007 y Marzo 2008 y dentro cada estación.

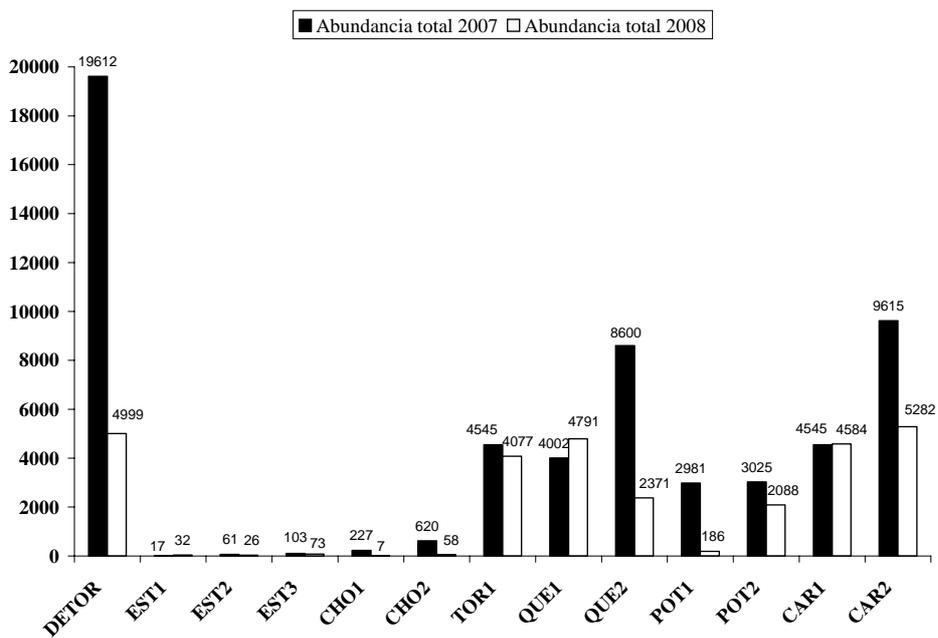


Fig 1. Abundancia total dentro las diferentes estaciones en Marzo 2007 y Marzo 2008

La Figura 1. muestra que en 10 de las 13 estaciones de muestreo se constataron una baja de la abundancia total de macroinvertebrados, a veces bastante importante como en el caso de DeTor que varía de 19612 individuos (2007) a 4999 (2008), Que2 de 8600 a 2371, Car2 de 9615 a 5282 y Pot1 de 2981 a 186. Solamente 3 estaciones tuvieron una mayor abundancia que en Marzo 2007 pero menos significativa que las disminuciones: Est1 varía de 17 a 32 individuos, Que 1 de 4002 a 4791 y Car1 de 4545 a 4584.

En los ríos del Estrecho y Chollay que hasta ahora han presentado la abundancia y diversidad más baja, se observaba en Marzo 2007 una aumentación de la abundancia desde Est1 hasta Cho2. En esta sesión de muestreo no se observó un aumento yendo aguas abajo. De hecho, la abundancia en Chollay es mas baja que en algunas estaciones del río del Estrecho como Est3. Cho1 resultó ser la estación más pobre presentado solamente 7 individuos. Estas dos estaciones de Chollay tuvieron una baja de abundancia de 227 individuos a 7 para Cho1 y de 620 individuos a 58 para Cho2.

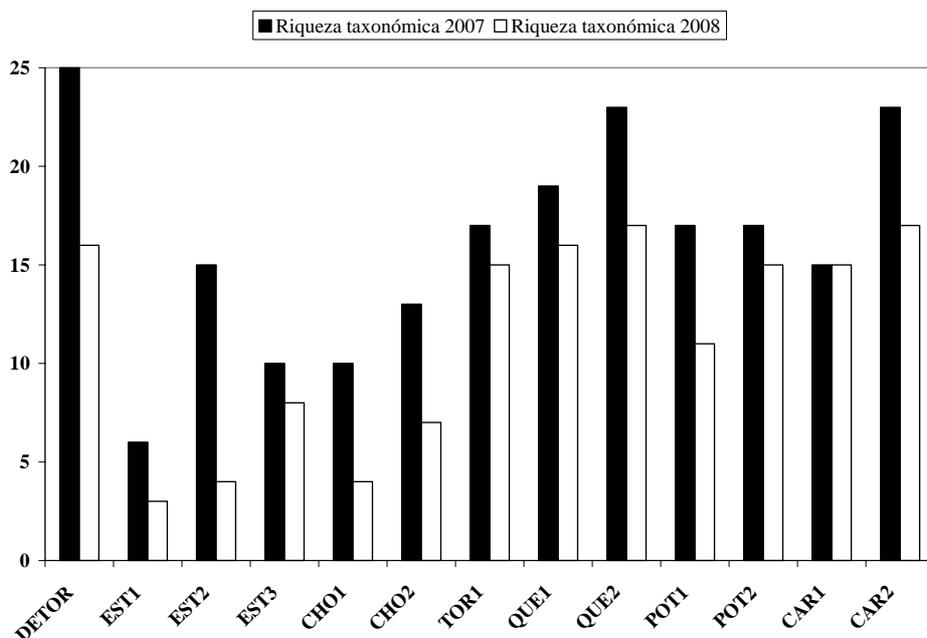


Fig 2. Riqueza taxonómica dentro las diferentes estaciones en Marzo 2007 y Marzo 2008

Junto a estos resultados de abundancias se puede observar (Fig 2.) que la riqueza o diversidad taxonómica disminuyó en 12 estaciones del total de 13. En una sola estación no bajó (Car1) pero si se mantuvo. Esas bajas de diversidad son bastante importante en todas las estaciones y particularmente en estaciones en DeTor y Est2 donde se encontraron 9 y 11 taxa menos respectivamente pero también en Cho1, Cho2, Que2, Car2.

De todas las estaciones es en DeTor ubicada en el río del Toro que se observaron las variaciones de diversidad y abundancia más importante.

### 6.1.3 Diversidad y porcentaje de abundancia relativa de los principales grupos de macroinvertebrados

Para cada estación se calculó el porcentaje de abundancia relativa de los distintos grupos de macroinvertebrados, orden en su mayoría, clase o phylum. Este mismo calculo se había hecho para la primera sesión de muestreo. En la Tabla 6. se presentan los resultados de diversidad de los principales grupos de macroinvertebrados para cada estación durante la nueva sesión de muestreo de 2008 y también para 2007 con el fin de realizar una comparación de los resultados. Además, la Figura 3. muestra el porcentaje de abundancia relativa de los diferentes grupos taxonómicos para cada estación y sesión de muestreo. La Tabla 6. muestra una disminución de los órdenes en 9 de las 13 estaciones.

Las estaciones de la subcuenca del río Chollay, a excepción de DeTor, albergan una diversidad menor de grupos taxonomicos principales que las estaciones de la subcuenca del Carmen.

Se observa que en ambas subcuencas el orden Diptera es el más representado encontrándose presente en la totalidad de las estaciones,. Después le sigue los ordenes, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Oligochaeta que están presentes en gran parte de las estaciones y que constituyen los grupos de mayor representación.

Al comparar las dos sesiones de muestreo (Fig 3.) se observa que en la mayor parte de las estaciones, la composición en grupos de macroinvertebrados es sensiblemente la misma que el año anterior. Por ejemplo, para los dos años el orden Amphipoda se encuentran principalmente representado en las estaciones Que1, Que2, Pot2, Car1, Car2, los Gastropoda solamente en Car2 y los Odonata en Car1 y Car2.

La distribución de abundancia de los grupos taxonomicos es igualmente mas regular y diversificada para las estaciones de la subcuenca del río del Carmen (un poco menos para Pot1) y la estación DeTor en la otra subcuenca. En estas estaciones los ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Coleoptera son generalmente bien representados. En las otras estaciones de la subcuenca del río Chollay (excepto DeTor) y en Pot1 (muestreo 2008), dominan el orden Diptera el cual es generalmente menos exigentes ecológicamente que los 3 ordenes mencionados anteriormente.

Sin embargo, algunas diferencias entre 2007 y 2008 se observa para la estación Cho2 por ejemplo , a pesar de la baja de abundancia general presentada en 2008 no dominan los Diptera sino los Coleoptera, igual situación ocurrió para Pot1 en la otra subcuenca. En varias estaciones se observa un aumento de las abundancias relativas de Ephemeroptera como en DeTor, Que2, Pot2, Car2 o se mantiene en Que1. En Est1, Est2, Est3 el aumento es poco significativo en razón de las pequeñas abundancias totales. Las estaciones que presentan los resultados más similares las dos sesiones de muestreo son Que1 y Pot2.

Tabla 6. Comparación de diversidad de grupos dentro las estaciones en Marzo 2007 y Marzo 2008

	DETOR	EST1	EST2	EST3	CHO1	CHO2	TOR1	QUE1	QUE2	POT1	POT2	CAR1	CAR2
Diversidad ordenes Marzo 2007	10	4	6	5	5	7	8	10	10	6	7	8	11
Diversidad ordenes Marzo 2008	7	2	3	4	2	5	8	9	8	6	7	8	10

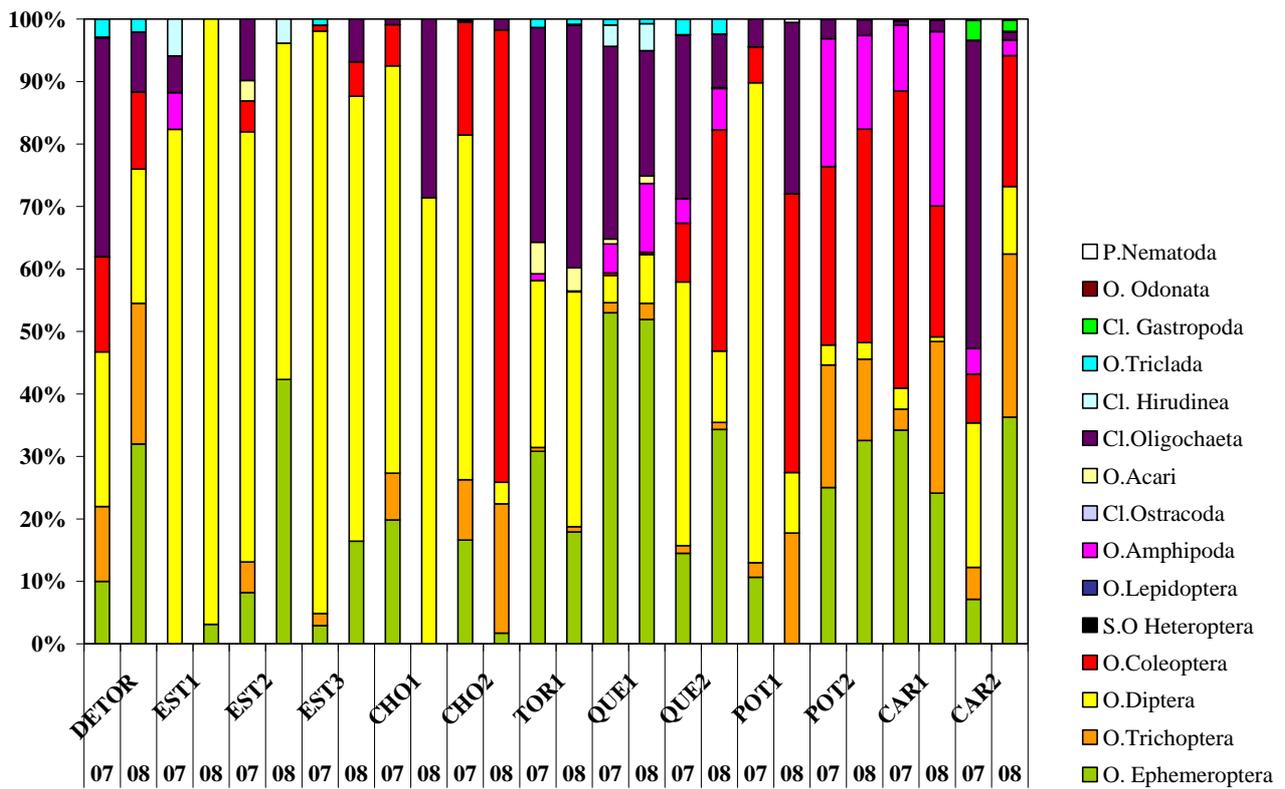


Fig 3. Porcentaje de abundancia de los diferentes grupos de macroinvertebrados para las estaciones y sesiones de muestreo de Marzo 2007 (07) y Marzo 2008 (08)

#### 6.1.4 Porcentaje de abundancia relativa de las taxa de macroinvertebrados dentro las estaciones

En la Figura 4. se muestra el porcentaje de abundancia relativa de las taxa encontradas en las diferentes estaciones y para los dos años de colecta. Las taxa son esencialmente familias a excepción de los grupos Oligochaeta, Ácari, Nematoda. Además, las taxa presente en abundancia menor a 0,5% se pusieron en una clase a parte indicada como otros <0,5% en la leyenda. Estos porcentajes de abundancia permiten ver más en detalles lo que se observó al nivel de órdenes.

Al comparar cada estación para los dos años de muestreo se observa una variación en la composición de taxa según las estaciones, pero de un año para otro resultó bastante similar en la subcuenca del río del Carmen. Obviamente al igual que los resultados de la Figura 3. acerca de grupos taxonomicos mayores (orden, clase), se observan variaciones de abundancias entre los dos años pero este segundo año de muestreo permitió confirmar que hay comunidades de macroinvertebrados características según las estaciones y las subcuencas.

En la subcuenca del río Chollay, la estación Est1 es dominada por los Chironomidae como lo que se observó en la sesión de muestreo de 2007. No hay que olvidar que las estaciones de esta subcuenca tienen un numero de individuo bajo, entre 7 y 73 individuos, lo que a veces da porcentajes de abundancias relativa bastante alto aunque el numero de individuo es bajo. Por esta razón, la composición taxonómica en Est1 (y en estaciones con abundancia baja) no es muy característica dado que las taxa acompañando los Chironomidae se encuentran en 1 o 3 ejemplares lo que entrega resultados pocos significativos.

Est2 forma parte de las estaciones que presenta bastante diferencia entre Marzo 2007 y Marzo 2008 con una disminución de la diversificación de taxa además de una baja en la abundancia general. Como para Est1 los Chironomidae dominan dentro esta estación. También Est3 presenta diferencias entre Marzo 2007 y 2008 dado que los Limoniidae y Ceratopogonidae eran preponderante y ahora los Simuliidae y Baetidae dominan. Los Chironomidae son abundante en las dos sesiones de muestreo.

La estación Cho1 tiene muy pocos individuos (7) en vez de 227 y se observa por consecuencia la ausencia de numerosas taxa como por ejemplo Baetidae, Leptophlebiidae, Hydropsychidae, Elmidae, Limoniidae que se encontraba en abundancia en 2007.

En Cho2 también se observa unas variaciones de abundancias bastante importante dependiendo de las taxa y la distribución de abundancia aparece menos regular que en el muestreo anterior. Se destaca por ejemplo la baja de abundancia de Baetidae 14,35 % a 1,72% y la desaparición de la familia Leptophlebiidae. Esta estación es caracterizada por un fuerte porcentaje de Elmidae 70,69% y después de Hydropsychidae 20,89 % que estaban abundante el año pasado pero en proporción menor, la taxa dominante era los Ceratopogonidae.

De un punto de vista de la composición taxonómica según el gradiente altitudinal se observa que en esta sesión de muestreo (como en el 2007), los Hydropsychidae y Elmidae son mas abundante a partir de esta estación. En esta subcuenca, a pesar de un baja de la abundancia general en la estación, se destaca de nuevo la estación DeTor por tener una distribución de abundancia regular y una buena diversidad de taxa que no es el caso de las otras estaciones de esta subcuenca y de Est2 y Est3 que pueden servir de referencia a estas observaciones. Además, esta estación DeTor ofrece resultados mas significativos gracias a su alta abundancia comparando con las otras estaciones. La composición taxonómica es similar al año pasado. A pesar de una baja muy importante en la abundancia se encuentran similitudes en la distribución de esta como por ejemplo en el 2007 los Sericostomatidae se presentaron en abundancia de 18,48 % y solamente en abundancia importante en esta estación. Los Leptophlebiidae, Elmidae y Chironomidae quedan bien representados al igual que en el 2007, los

Oligochaeta también pero con una menor abundancia relativa (8,58 % en vez de 35,01 %) pero al contrario se observa una aumentación del porcentaje de abundancia de los Baetidae de 0,76% a 19,26% (en 2008).

En la subcuenca del río del Carmen, generalmente las estaciones se caracterizan por tener una repartición las abundancias de macroinvertebrados similar a la sesión de muestreo de 2007, a excepción de Pot1 ubicada antes de la confluencia con Tres Quebradas.

La estación Tor1 guarda una composición similar cuyas abundancias más representativas son los Chironomidae, Oligochaeta, Leptophlebiidae, Baetidae y Acari (que se encuentra en 3,73 % pero caracteriza bastante esta estación).

La estación Que1 tiene una repartición de abundancia similar a la sesión de muestreo precedente con una dominancia de Oligochaeta (20,02%), Leptophlebiidae (29,87%), Baetidae (22,04%), Hyalellidae (11,02%). También se encuentra la familia de los Glossiphoniidae (4,32%) que se encuentra más abundante en esta estación al igual que en el muestreo anterior.

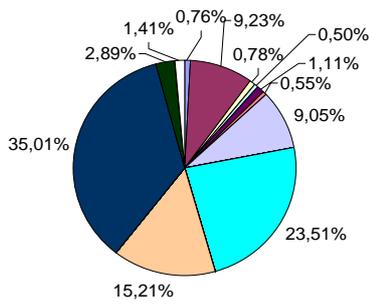
La estación Que 2 comparte igualmente una composición similar que la del 2007 pero con una mayor variación entre las diferentes taxa. En el 2007 los Oligochaeta (26,21%) y Chironomidae (38,73%) dominaban. Para el muestreo 2008 estas taxa conservan una abundancia bastante importante pero las familias que dominan son los Elmidae (35,43%), Leptophlebiidae (15,14 %) y Baetidae (19,19%). Los Hyalellidae se encuentran también relativamente abundantes con 6,62 %.

La estación Pot1 situada antes de la confluencia entre los ríos Potrerillos y Tres Quebradas tiene como el año pasado una composición distinta que Que2. Esta última constituye un punto de comparación dado que tiene características de altura y de morfología similar a Pot1 y además son muy cercanas. Sin embargo estas dos estaciones comparten su taxa dominante, los Chironomidae durante el 2007 y los Elmidae (36,02%) en el 2008. Acompañando a esta taxa en abundancia encontramos los Oligochaeta (27,42%) y los Hydropsychidae (17,74%). También se nota la presencia de 2,69 % de Ceratopogonidae y 1,69 % de Limoniidae. Sin embargo, la diferencia la mas importante con el muestreo anterior es que no se encontró el orden Ephemeroptera en Pot1 que son taxa dominante en esta subcuenca y en la estación Que2. Estas observaciones, junto con la baja abundancia y diversidad en Pot1 indican que el río Potrerillos antes la confluencia con Tres Quebradas tiene aparentemente una calidad de agua menor la cual no permite el desarrollo de estas mismas comunidades.

Pasado la confluencia con el río Tres Quebradas la estación Pot2 tiene una composición bien diferente de Pot1, se observa la presencia y abundancia de Ephemeroptera, Leptophlebiidae (16,57%), Baetidae (16%), esto indicaría una mejoración de la calidad del medio acuático. Esta estación presente una repartición de abundancia muy parecida a la observada en el 2007, los Hydropsychidae (17,74%) y Hyalellidae (14,99%) son bastante dominante así que los Elmidae (32,85%).

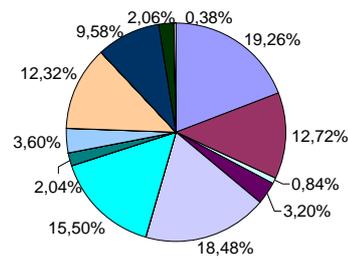
En Car1 la proporción de Hyalellidae se mantiene como la mas importante en relación a las estaciones ubicadas aguas arriba con 27,90 %. Sin embargo comparando los dos años de muestreo se observan algunas diferencias en la contribución de las taxa. Los Elmidae y Baetidae que eran los más abundante se reparten regularmente con los Hydropsychidae. Como el año pasado los Leptophlebiidae (2,62%) aparecen en abundancia menor a partir de esta altura pero no es el caso de los Baetidae (21,51%). Los Hydropsychidae son mas abundante durante este muestreo 23,91% en vez de 3,10% (en 2007).

La ultima estación de esta subcuenca es Car2 cuya composición taxonómica ha cambiado comparando con el año pasado. Los Oligochaeta mucho menos abundantes han dejado espacio a los Baetidae que ahora se encuentran en abundancia importante con 34,25 % así que los Hydropsychidae (25,27%) y los Elmidae (20,94%).

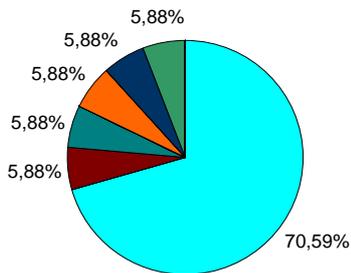


Marzo 2007

DETOR

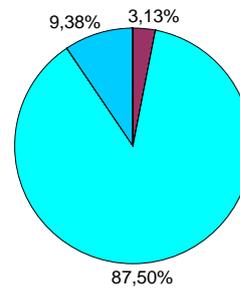


Marzo 2008

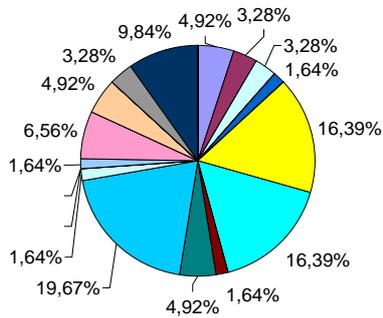


Marzo 2007

EST1

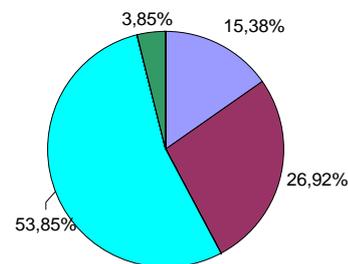


Marzo 2008

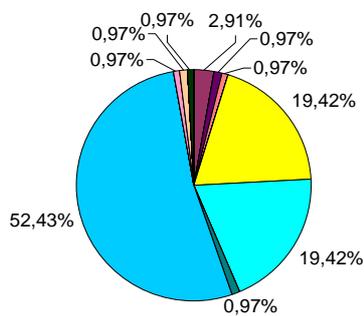


Marzo 2007

EST2

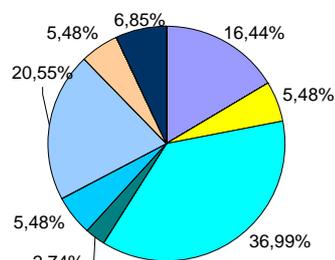


Marzo 2008

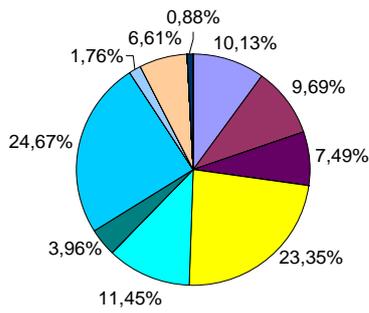


Marzo 2007

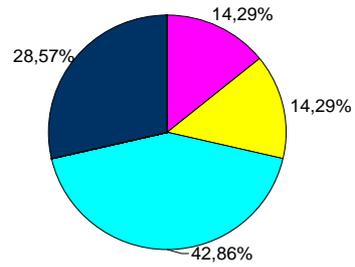
EST3



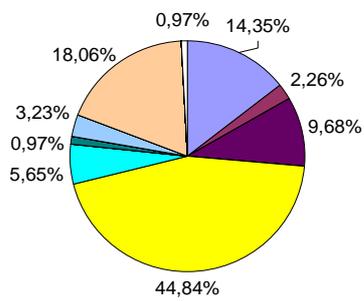
Marzo 2008



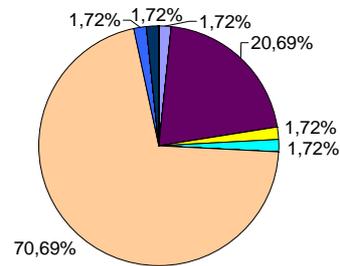
Marzo 2007



Marzo 2008



Marzo 2007



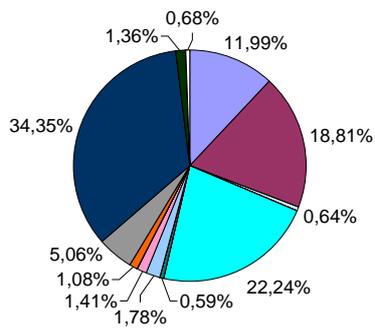
Marzo 2008

CHO1

CHO2

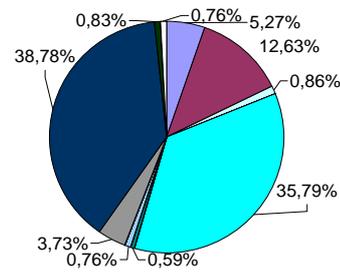
- Baetidae
- Leptophlebiidae
- Hidroptilidae
- Hydrobiosidae
- Hydropsychidae
- Leptoceridae
- Limnephilidae
- Sericostomatidae
- Athericidae
- Blephariceridae
- Ceratopogonidae
- Chironomidae
- Dolichopodidae
- Diptero indeter 1(Limoniidae)
- Empididae
- Ephydriidae
- Limoniidae
- Muscidae
- Pelecorhynchidae (dipt\_indet2)
- Psychodidae
- Simuliidae

- Tabanidae
- Tipulidae
- Elmidae
- Dystisidae
- Gyrinidae
- Scirtidae (Helodidae)
- Belostomatidae
- Pyralidae
- Hyalellidae
- Ostracoda
- Acari
- Oligochaeta
- Glosiphoniidae
- Dugesidae
- Physidae
- Sphaeridae
- Aeshnidae
- Coenagrionidae
- Libellulidae
- Nematoda
- Otros < 0,5 %

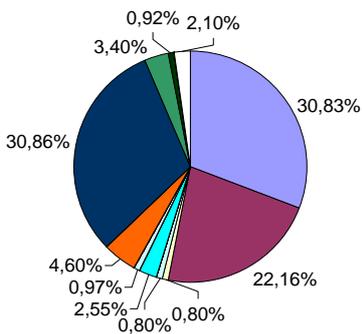


Marzo 2007

TOR1

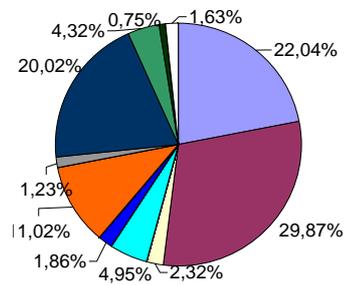


Marzo 2008

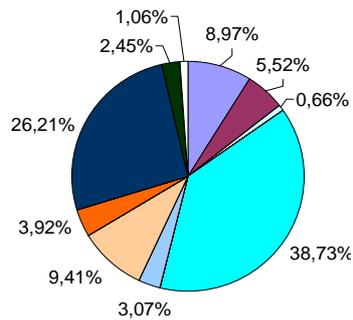


Marzo 2007

QUE1

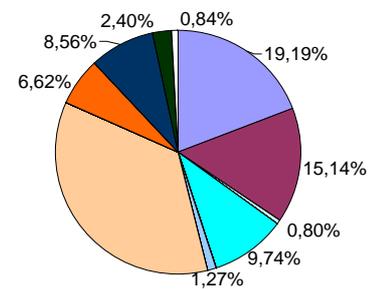


Marzo 2008

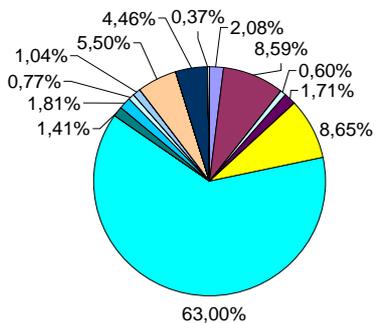


Marzo 2007

QUE2

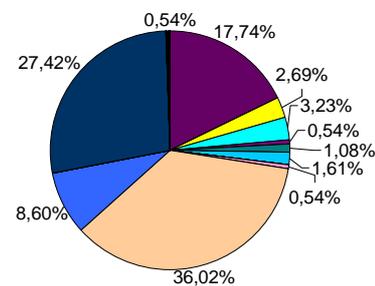


Marzo 2008

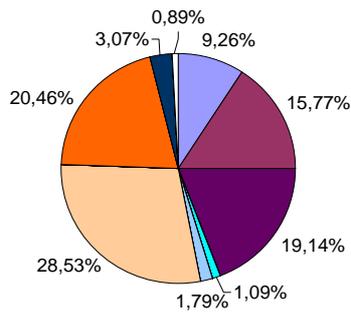


Marzo 2007

POT1

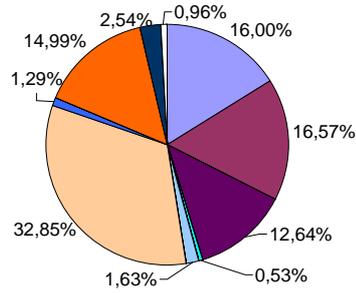


Marzo 2008

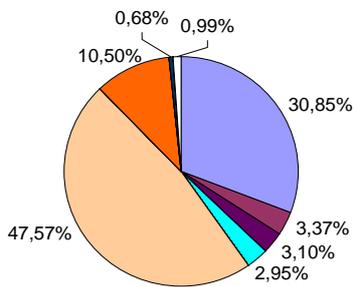


Marzo 2007

POT2

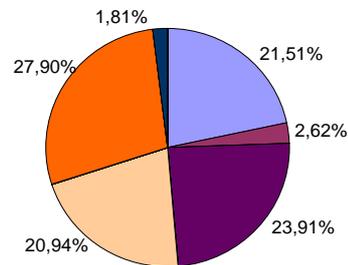


Marzo 2008

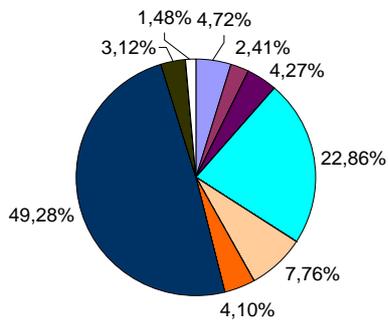


Marzo 2007

CAR1

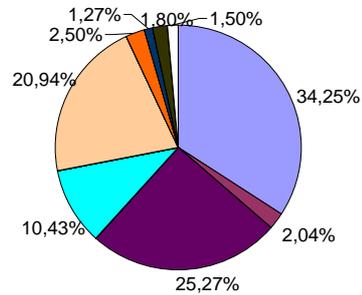


Marzo 2008



Marzo 2007

CAR2



Marzo 2008

Fig 4. Repartición de los porcentajes de abundancias relativas de las taxa de macroinvertebrados para las 13 estaciones en Marzo 2007 y 2008

### 6.1.5 Análisis Factoriales de correspondencia taxa / estación

Se realizaron dos análisis factoriales de correspondencias sobre dos matrices taxa / estación, una para la subcuenca del río del Carmen y la otra para la subcuenca del río Chollay. En cada matriz se consideraron las dos sesiones de muestreo. El objetivo de este análisis es mostrar las correlaciones que existen entre taxa y estaciones y tener una representación general de las comunidades de macroinvertebrados dentro de cada estación incluyendo las taxa de poca abundancia.

Este tipo de análisis produce una nube de puntos ubicados en el espacio y varios ejes. Se eligen los 2 ejes que representan el mayor porcentaje de inercia para obtener una mejor representación en el plano de los resultados. Se realizaron dos matrices y no una sola con todas las estaciones en razón de gran disparidad de abundancias. En efecto esas diferencias no permiten dar resultados satisfactorios porque destacan muchas veces las estaciones de pequeña abundancia o que poseen taxa raras y agrupa el resto en un lugar del análisis que no permite ver las correlaciones entre taxa y estaciones.

La Figura 5. que muestra los resultados de la subcuenca del río Chollay ilustra estos tipos de complicaciones. El eje F1 representa 40,78% de la inercia y el eje F2 22,68 % lo que corresponde a un total de 63,44 % de la inercia total del análisis. Las diferencias que existen entre la estación DeTor y las otras estaciones de esta subcuenca se destacan en este análisis dado que la mayor parte de los macroinvertebrados están fuertemente correlacionados con la estación DeTor, para los dos años de muestreo, produciendo una agrupación de taxa.

Sin embargo algunas estaciones se destacan porque están caracterizadas por la presencia de taxa presente en poco ejemplar como por ejemplo los Blephariceridae que sola se encontraron una vez en Cho1\_08 y Cho2\_07 o de taxa presente en abundancia mayor que en DeTor, como los Ceratopogonidae en Cho2\_07 o los Limoniidae en Est3\_07 y Cho1\_07. Se observa al igual que los resultados de abundancias relativas comentados anteriormente que en todas las estaciones de la subcuenca del río Chollay a excepción de DeTor que no existe correlaciones significativas entre las taxa de macroinvertebrados y las estaciones de muestreo dado que las estaciones no se posicionan en lugares cercanos para los dos años. Solamente DeTor parece tener una comunidad de macroinvertebrados bien establecida.

Al contrario, los resultados obtenidos con el análisis factorial de correspondencia realizado con las estaciones de la subcuenca del río Carmen (Figura 6.) muestran una buena correlación entre taxa y estación. En este análisis la inercia total es de 60,41 % . El eje F1 representa 41,46% de la inercia del análisis lo que es mayor que el eje F2 con un 18,95 % . El valor del porcentaje de inercia de estos ejes es importante ya que este tipo de análisis puede ayudar a encontrar uno o más factores que podrían explicar la distribución de las taxa como por ejemplo la química de las aguas, la temperatura, altura, etc.. Los ejes pueden representar estos factores pero no se puede establecer de manera sistemática relaciones entre los ejes y los factores. Para eso, se necesita a menudo muy buenas correlaciones y varias series de datos.

En este caso, solamente dos series de datos son disponibles pero el eje F1 deja aparecer una tendencia de distribución de las estaciones: de izquierda a derecha Tor1, Que1, Que2\_08, Pot2, Car1. Sin embargo no todas las estaciones se clasifican en este orden, particularmente Pot1, Que2 y Car2 en el año 2007. Pot1\_08 y Que2\_08 (ver Fig 6.) se posicionan bastante cerca de la distribución observada. Esta distribución de las estaciones deja de manifiesto que F1 puede representar la altura. Pero se debe considerar que también existen otros factores que influyen en la distribución de los macroinvertebrados y por consecuencia la posición de las taxa o estaciones puede ser el resultado de otros tipos de correlaciones o factores. Las estaciones Pot1, Car2 y Que2 durante el 2007 se sitúan del lado positivo del eje F1 y se oponen a los resultados del año 2008 sobretodo Pot1 y Car2 que ubican las estaciones en el lado negativo del eje F1. Eso muestra que estas dos estaciones en particular han tenido variaciones en

la composición de las taxa de macroinvertebrados. Una de las diferencias tiene que ver con la abundancia elevada de Chironomidae y Oligochaeta que comparten con Tor1.

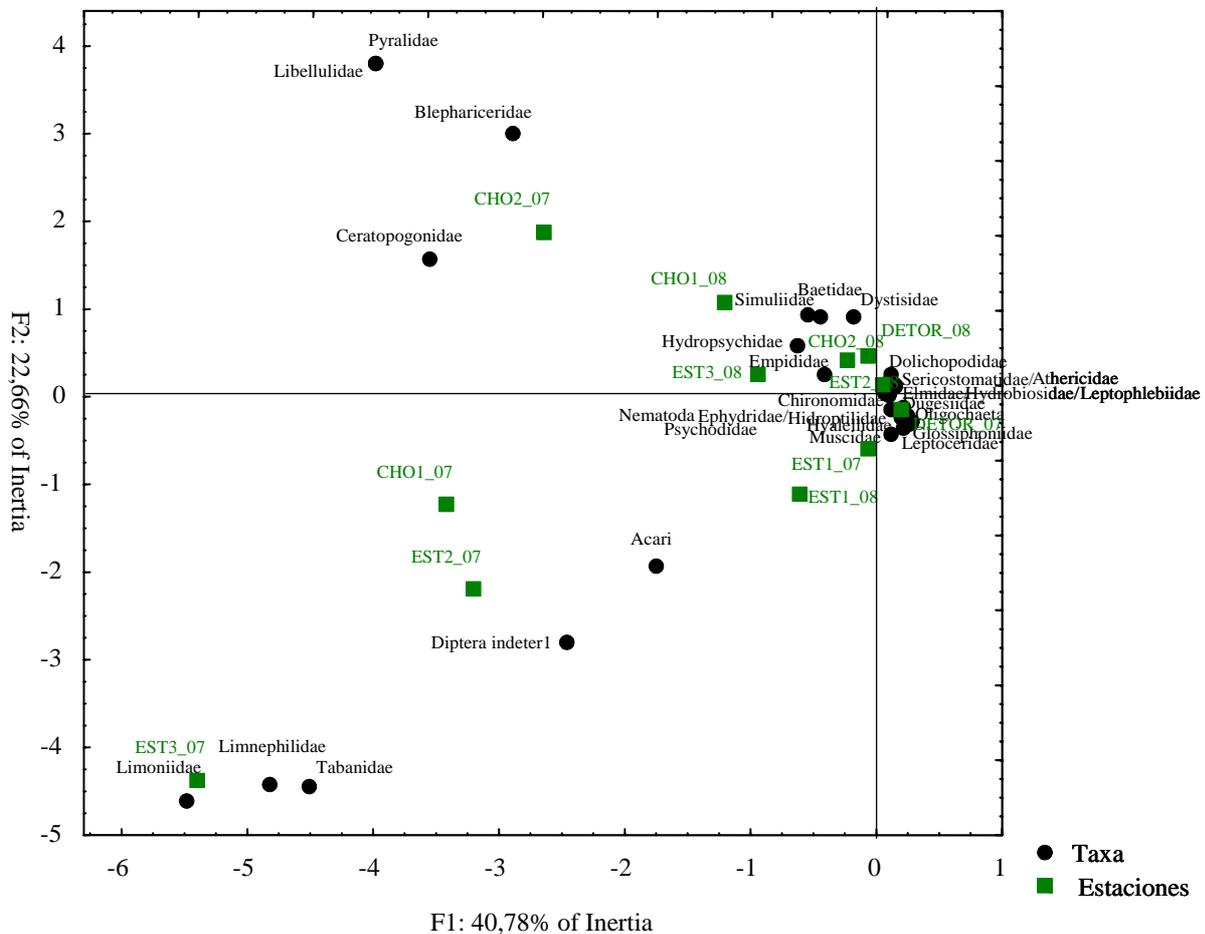


Fig 5. Análisis factorial de correspondencia taxa / estación para la subcuenca del río Chollay en 2007 y 2008

La estación Pot1 se destaca también en el eje F2 en el lado positivo, en vez que Tor1 y especialmente Que1 se oponen en el eje F2. Pot1\_07 se destaca por su composición en Limoniidae y Ceratopogonidae la cual fue elevada durante el muestreo del 2007.

Las estaciones Tor1, Que1, Pot2 y Car1 aparecen bien correlacionadas para los dos años al igual que lo observado con los resultados de abundancias relativas. Por consecuencia, la descripción de las comunidades de macroinvertebrados asociadas a estas estaciones entrega resultados mas significativos para caracterizarlas y ver eventualmente la relación con algún factor como puede ser el gradiente altitudinal. Por ejemplo, las taxa como los Hyalellidae, Hydropsychidae, Elmidae son bien correlacionadas con estaciones como Pot2 y Car1 que se sitúan alrededor de 2300 y 2000 m de altura. Sin embargo otras taxa como los Belostomatidae y Sphaeriidae se encuentran del lado positivo del eje F1 a pesar de que hasta ahora son taxa que se encontraron solamente en Car2\_07 es decir bajo los 2000 m.

Pero este análisis pone principalmente en relieve las comunidades características de las estaciones. Los Tabanidae y Acari por ejemplo están bien correlacionados con la estación Tor1 principalmente y Que1 en las cuales se encontraron en abundancia mayores así como los Glossiphoniidae y Hidroptilidae en Que1.

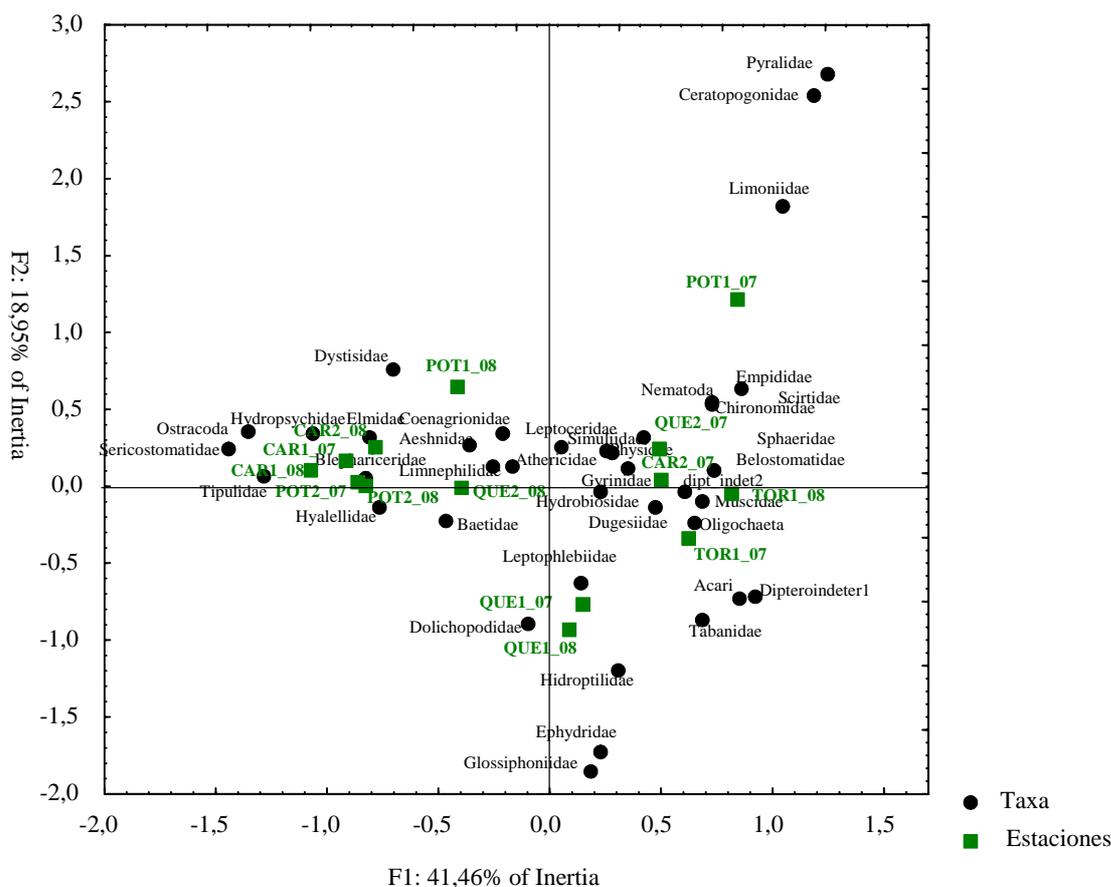


Fig 6. Análisis factorial de correspondencia taxa / estación para la subcuenca del río Carmen en 2007 y 2008.

## 6.2 Macroinvertebrados en los distintos sustratos

### 6.2.1 Abundancia total y riqueza taxonómica dentro los sustratos.

#### - Abundancia total y diversidad de taxa en las diferentes clases de sustratos

Tabla 7. Abundancia y diversidad taxonómica dentro las distintas clases de sustratos en Marzo del 2007 y del 2008.

	Espermafitos		Briofitos		Algas		Elementos orgánicos groseros		Piedras		Gravas		Arena	
	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08
Abundancia total	679	687,27	988	186,81	781	527,22	694	253,15	193	144,10	125	114,48	256	11,50
Diversidad taxonómica	31	24	26	21	24	19	33	24	28	25	24	20	20	8
Numero de muestras	14	11	18	16	7	9	15	13	45	52	14	21	17	8

En cada estación se muestreó en clases de sustratos diferentes. Se calculó la suma de todos los individuos encontrados en cada clase de sustrato con respecto al total de las estaciones y el promedio de individuos presente en esta misma clase. Se calculó también la diversidad taxonómica.

Además de los resultados del muestreo del 2008, se presentan los obtenidos en 2007 y el número de muestras tomadas en cada hábitat (clase de sustrato).

La primera observación que se puede realizar es que dentro todas las clases de sustratos a excepción de espermafitos bajaron las abundancias generales independiente del número de muestras efectuadas en las distintas clases de sustratos. Los espermafitos albergan una abundancia casi similar que en el muestreo anterior a pesar de que se tomaron 3 muestras menos. Sin embargo la diversidad taxonómica es menor. Al respecto, se observa una diversidad taxonómica menor en todo los sustratos colectados.

La baja de abundancias más importante concierne los briofitos y elementos orgánicos groseros. Si es cierto que en total 2 muestras menos han sido tomadas, no explica esa disminución. Se observa también una disminución de abundancia dentro los sustratos algas y piedras a pesar de que se han tomadas más muestras en estas clases.

El año pasado se había constatado que dentro de los sustratos orgánicos la abundancia de macroinvertebrados era mayor que en los sustratos minerales. Durante el presente muestreo ocurre la misma situación pero las diferencias son menos significativas.

En el 2007 las abundancias más importantes se encontraron dentro los briofitos que son de hecho generalmente considerado como uno de los sustratos más biogénico. Pero en esta sesión de muestreo los espermafitos presentaron la mayor abundancia.

Dentro los sustratos minerales, las piedras poseen todavía la diversidad más grande y a pesar de que se realizaron 7 muestras más en las piedras, la abundancia es inferior al año pasado.

*- Abundancia total y diversidad de taxa en las piedras para cada estación*

Tabla 8. Promedio de abundancia y diversidad taxonómica dentro las piedras en cada estación

Estaciones de muestreo	DETOR		EST1		EST2		EST3		CHO1		CHO2		TOR1		QUE1		QUE2		POT1		POT2		CAR1		CAR2	
	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08
Promedio abundancia total	481	333	2	4	2	4	4	4	12	1	34	8	546	411	347	252	337	133	76	19	189	33	222	336	152	274
Diversidad taxonómica	16	11	3	3	4	4	2	5	7	1	6	4	13	12	15	14	17	13	10	4	11	7	10	14	16	15

Como se mostró anteriormente dependiendo de los sustrato no existe la misma abundancia y diversidad. Eso provoca que la composición de los sustratos influencia la composición en macroinvertebrados de cada estación.

La comparación de las estaciones considerando solamente un único sustrato como las piedras permite poner en evidencia los cambios realizados dentro las comunidades de macroinvertebrados sin deberse a la diversidad o cambio de hábitat.

En la metodología se consideró tomar por lo menos 3 muestras en piedras para tener un esfuerzo de muestreo suficiente. En el 2007 no fue posible alcanzar 3 replicas en Pot1 y en Est3 pero en 2008 si se logro.

En el presente muestreo del 2008, se observa como para los resultados comentados anteriormente una baja de abundancia dentro las piedras a excepción de Car1 y Car2 cuyo promedio aumentó. Para Car2 esta observación es opuesta a la variación de abundancia general negativa. Sin embargo para Car1 se observó una abundancia similar entre los dos años. En Est1 y Est2 también se observa un aumento pero el promedio pasa de 2 a 4 lo que es muy poco significativo. De la misma manera se observa una baja de la diversidad en casi todas las estaciones excepto en Car1 y Est3 cuya diversidad pasa de 2 a 5 mientras que la diversidad general en la estación es más baja en el 2008.

6.2.2 Abundancia relativa dentro las piedras para cada estación.

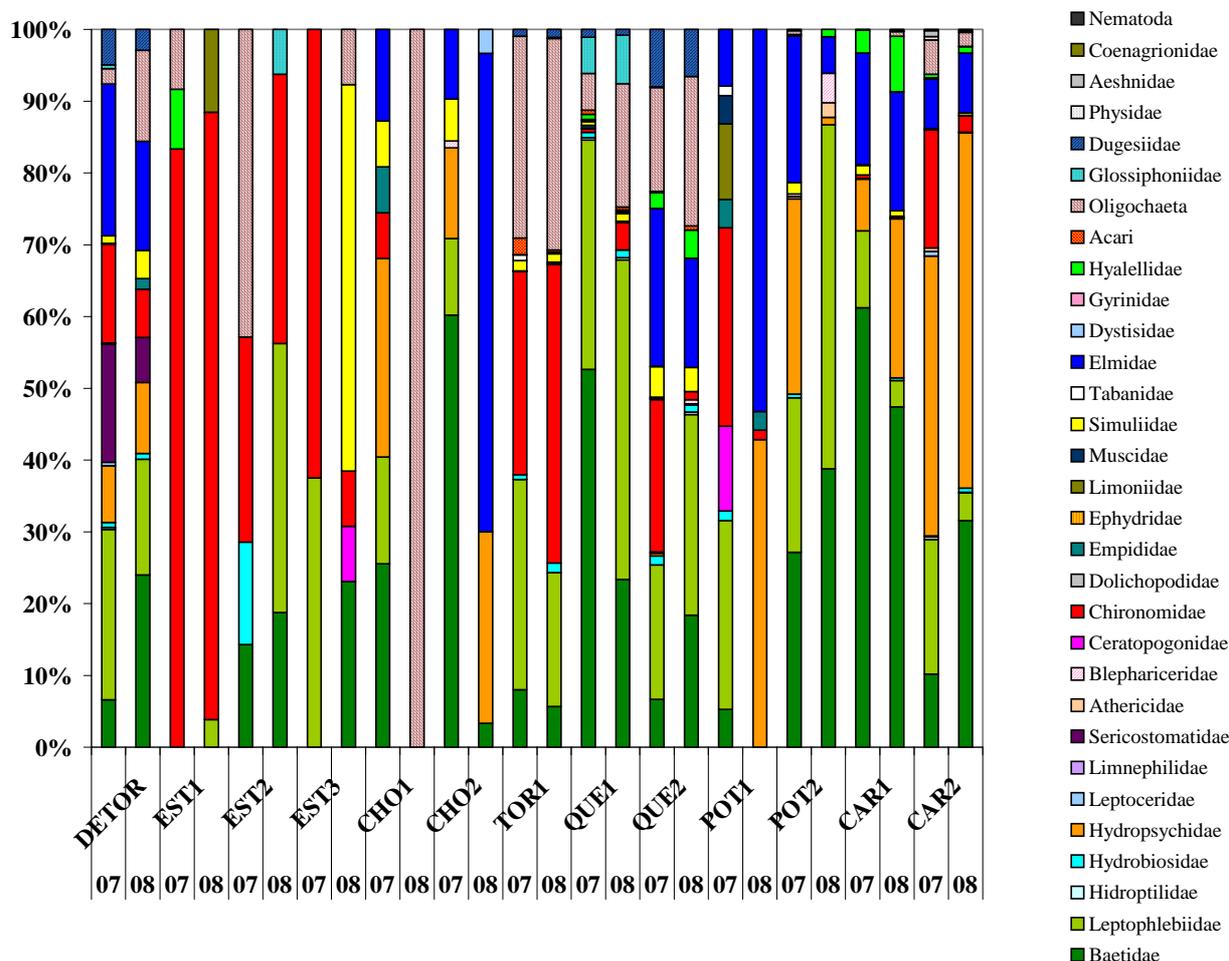


Fig 7. Comparación de porcentaje de abundancia relativa de taxa dentro las piedras para cada estación Marzo 2007-Marzo 2008.

La Figura 7. completa los resultados presentados en la Figura 4. y se observa la misma tendencia en la distribución de abundancia, las estaciones de la subcuenca del Carmen, excepto Pot1 y la estación DeTor de la otra subcuenca, conservan una distribución de abundancia similares a pesar de algunas variaciones.

Las estaciones como Est1, Est2, Est3 Cho1, Cho2 y Pot1 tienen una distribución de abundancia diferente o dominada por pocas taxa. En Cho1 por ejemplo se observa 100% de Oligochetos durante el muestreo del 2008 debido a que se encontraron solo 2 individuos de Oligochaeta.

En esta sesión de muestreo al igual que para el 2007, se observa que algunas familias como los Hydropsychidae del orden de los Trichoptera aparecen abundantes en estaciones localizadas por debajo de 2700 m. Los Elmidae se encuentran en estación de alturas, pero la Figura 7. muestra que están presente en abundancia en las mismas estaciones que los Hydropsychidae. Se observa que los Hyalellidae son menos representados cuando se considera únicamente el sustrato piedras al comparar con los resultados de abundancias relativas presentados anteriormente (Fig 4.) que incluyen todos los sustratos. Estas diferencias ocurren especialmente en las estaciones Pot2, Car1 por la cuales la abundancia relativa de Hyalellidae era mas importante en los resultados de la Figura 4. En estas mismas estaciones los Ephemeropteros se presentan en abundancia mayor que cuando se considera

todos los sustratos. Se observa también que los Leptophlebiidae tienen la tendencia de ser más abundante en las estaciones de alturas y que los Baetidae en las estaciones más bajas. Este cambio de proporción aparece alrededor de la estación Pot2.

### 6.2.3 Análisis factorial de correspondencia taxa/clases de sustratos

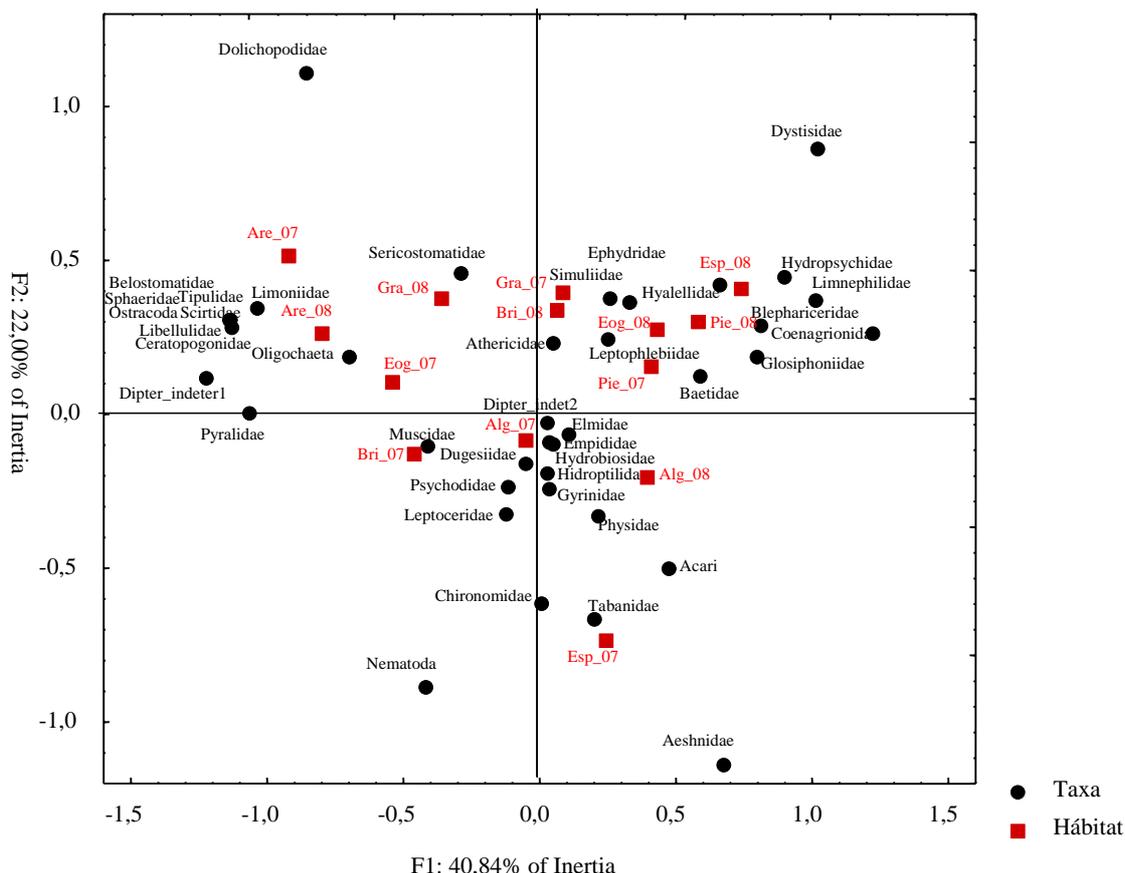


Fig 8. Análisis factorial de correspondencia taxa/clases de sustratos dentro las estaciones.

Este análisis factorial de correspondencia tiene por objetivos, mostrar las correlaciones que existen entre taxa y hábitats (asimilado a sustratos). Para eso, se calculó el promedio de abundancia de las taxa de todas las estaciones en cada clases de sustratos: piedras, gravas, espermafitos, briofitos, elementos orgánicos groseros (hojas, ramillas) algas, arena. Dentro la clase arena esta considerado también el limo.

El eje F1 representa 40,84 % de la inercia del análisis y el eje F2 el 22% es decir 62,84 % del a inercia total.

Con la sesión de muestreo del 2007 se realizó la misma AFC. Esta vez se agrego la sesión del 2008 esperando poder realizar algunas correlaciones entre sustratos (o habitat) y taxa.

Primeramente hay que señalar que que Dipt\_indet1 y 2, Muscidae, Pscodidae, Tipulidae, Scirtidae, Belostomatidae, Pyralidae, Ostracoda, Sphaeriidae y Libellulidae estaban presente únicamente en el 2007.

Se puede ver que para la mayor parte de las clases de sustratos, las correlaciones no son muy buenas entre las dos sesiones de muestreo y particularmente para los espermafitos que se encuentran bien opuesto en F2 y se caracterizan por comunidades distintas.

Las piedras, arena y algas son las clases de sustratos cuya posición en el análisis es la más correlacionada para los dos años. A pesar de algunas diferencias entre los dos años se observa ciertas agrupaciones de comunidades.

Primeramente se observa que en el eje F2 se contraponen el lado positivo con sustratos de todas las clases y en el lado negativo solamente sustratos vegetales (Alg\_07, Alg\_08, Bri\_07, Esp\_08) . Las taxa que se encuentran en el lado negativo como los Elmidae, Hidroptilidae y Hydrobiosidae pero sobretodo Chironomidae, Tabanidae y Acari etc. aparecen más correlacionado con estos sustratos. Del lado positivo del eje F2 se posicionan también sustratos vegetales pero mezclado con elementos orgánicos groseros, piedras, gravas y arena resultando mas difícil establecer correlaciones entre taxa y sustratos.

En el eje F1 se destacan dos comunidades de taxa que se oponen pero que no permiten hasta ahora establecer relación con ninguna clase de sustrato. Solamente se observa que en el lado positivo encontramos Baetidae, Leptophlebiidae, Hyalellidae, Glossiphoniidae, Hydropsychidae, Blephariceridae, Simuliidae, Ephydriidae etc que se ubican cerca de los sustratos Eog\_08, Esp\_08, Pie\_07, Pie\_08. Los Hydropsychidae por ejemplo están bien correlacionados con Esp\_08 donde se encontraron en abundancia. Del lado negativo se posicionan varias taxa como Belostomatidae, Sphaeridae, Libellulidae, Ostracoda, Scirtidae, Tipulidae que se encontraron solamente en Eog\_07 y taxa como Limoniidae, Ceratopogonidae que se encontraron en abundancia mayor en Brio\_07 y Are\_07.

## 7. Discusión

La introducción de esta segunda serie de datos ha permitido reforzar algunas características ecológicas de los ríos en las diferentes subcuencas de los ríos Chollay y del Carmen y de la taxa de macroinvertebrados, pero también realizar una comparación con el año anterior.

Las observaciones realizadas sobre las comunidades de macroinvertebrados están basadas sobre los resultados de abundancia, diversidad y composición de las diferentes taxa , obtenidos en las estaciones de muestreo. En general, el establecimiento de las poblaciones de macroinvertebrados dentro un río es definido en función de la autoecología de las especies que responden a varios parámetros ambientales como por ejemplo, temperatura, altura, calidad físico-química del agua, diversidad de hábitats, etc. Las características autoecológicas de las taxa corresponden por ejemplo al modo de alimentación, fisiología y ciclo de vida. Para considerar este último es importante muestrear en un mismo período para poder realizar comparación de las poblaciones.

En función de los ríos y de sus características naturales existen poblaciones teóricas o de referencias que van modificándose con cambios de los parámetros ambientales. Como ya se ha comentado, en Chile, estas poblaciones de referencias y las características autoecológica de las taxa son muy poco conocidas. Por lo tanto nuevos estudios que empiezan en una zona definidas entregan información sobre las comunidades establecidas y sirven de base a futuros estudios como es el caso en este proyecto.

Los resultados obtenidos hasta ahora permiten abordar diferentes puntos de este estudio que conciernen a la ecología de los ríos, de los macroinvertebrados y el monitoreo.

### Características de los ríos de la zona de Pascua-lama

Los resultados de la sesión de muestreo de Marzo del 2008 confirman las características de los distintos ríos elegidos dentro este estudio.

Primeramente en la subcuenca del río Chollay, las estaciones muestreadas en los ríos del Chollay y particularmente del Estrecho muestran que estos ríos albergan una fauna muy pobre con poca

abundancia y diversidad. Eso no es el caso de la estación DeTor que representa el río del Toro afluente del río del Estrecho y cuyas comunidades de macroinvertebrados son diversificadas y abundantes.

En la subcuenca del río del Carmen, los ríos El Toro, Tres Quebradas, y del Carmen presentan comunidades de macroinvertebrados diversificadas y abundantes, al contrario de los ríos Estrecho y Chollay en la otra subcuenca, lo que muestran que estos ríos tienen características ecológicas más favorables a la instalación de la fauna.

El río Potrerillos se destaca de todos los otros porque presenta características diferentes según las estaciones que se sitúan antes (Pot1) o después de la confluencia (Pot2) con Tres Quebradas. Además, Pot1 tiene un punto de comparación que es la estación Que2 que posee características similares de un punto de vista de la morfología y de la altura. Estas dos estaciones que son muy cercanas una de otra presentan comunidades muy diferentes y Pot1 tiene abundancia y diversidad mucho menor que Que2. Al contrario, la estación Pot2 presenta una comunidad de macroinvertebrados bastante abundante y diversificada. Así la calidad del medio en Potrerillos parece mejorarse al mezclarse con Tres Quebradas lo que está ilustrado por las características de las comunidades de macroinvertebrados (abundancia, diversidad, composición). La ausencia de Ephemeroptera en Pot1 en el 2008 indica por ejemplo que las condiciones de instalación parecen difícil para algunas taxa. Sobre este río podemos agregar como información complementaria, que en Marzo del 2006 antes de comenzar el proyecto se realizó un muestreo en Potrerillos aguas arriba de Pot1 a 3000 m de altura (resultados en primer informe de actividad). Estos resultados mostraron también que el río Potrerillos más arriba de Pot1 presenta unas comunidades de macroinvertebrados bastante pobre y poca abundante.

En lo que concierne a los ríos que presentan abundancias bajas o muy bajas como en los ríos Chollay, del Estrecho y Potrerillos en parte (antes la confluencia con Tres Quebradas) fue difícil poner en relieve una comunidad característica dado que los resultados entre los dos años fueron diferentes en lo que concierne a las comunidades de macroinvertebrados y que las abundancias resultaron muy bajas.

En el análisis factorial de correspondencia no se observaron correlaciones entre los dos años de muestreo y resalta que solamente la estación Detor poseen una comunidad de macroinvertebrados bien desarrollada.

En la estaciones de la subcuenca del río del Carmen excepto Pot1 la confrontación de los resultados con el año anterior destacó grandes similitudes de composición taxonómica entre los dos años y particularmente para las estaciones Tor1, Que1, Pot2, Car1, poniendo en evidencia algunas características de estas estaciones en lo que concierne a las comunidades de macroinvertebrados. (ver Fig 4.,5.,6.). Por ejemplo, las taxa como los Hyalellidae, Hydropsychidae y Elmidae son bien correlacionadas y abundantes en estaciones como Pot2, Car1 que se sitúan alrededor de 2300 y 2000 m de altura. Los Tabanidae y Acari se encontraron en abundancia mayor principalmente en Tor1 principalmente y Que1, los Glossiphoniidae y Hidroptilidae en Que1. Los Sericostomatidae hasta ahora se encontraron en abundancia en Detor.

Más comentarios se realizan en la comparación de los dos años.

### Ecología de las taxa

Además de observar algunas características naturales de los ríos se destacan algunas tendencias sobre la ecología de algunas taxa de macroinvertebrados. Sin embargo hay que precisar que estudiar la autoecología de los macroinvertebrados es algo complejo que necesita una identificación al nivel de especies lo que lleva años de investigación. En este caso se trata de realizar algunas consideraciones ecológicas sobre las taxa al nivel de familias.

Para realizar estas observaciones se considera esencialmente las estaciones de la subcuenca del Carmen y la estación DeTor de la otra subcuenca dado que las otras estaciones presentan abundancias muy bajas y variaciones muy importantes entre los dos años que no permiten destacar características ecológicas acerca de los macroinvertebrados.

Primeramente se observa que las taxa que se encuentran generalmente en abundancia en varias estaciones son los Ephemeroptera (Baetidae, Leptophlebiidae), los Trichoptera (Hydropsychidae), los Diptera (Chironomidae), los Coleoptera (Elmidae), los Amphipoda (Hyalellidae) y los Oligochaeta.

En lo que concierne a la distribución de los macroinvertebrados se nota que algunas taxa como los Ephemeroptera Baetidae o Leptophlebiidae, Chironomidae, Oligochaeta se encuentran presente en abundancia desde las estaciones las mas elevadas (en altura) hacia las estaciones mas bajas alrededor de 1700 m de alturas. Sin embargo para los Ephemeroptera se ha detecto que existe una tendencia de encontrar los Leptophlebiidae en abundancia mayor en altura comparando los Baetidae y que esta proporción es inversa aguas más abajo cerca de Car1. Al contrario otras taxa como los Hydropsychidae por ejemplo se han encontrado a partir de Que2 cerca de 2700m. Los Elmidae que están presente desde las estaciones de alturas son mas abundante a partir de la estación de Que2. Otras taxa se han encontradas en abundancia menor durante los dos años como los Odonata Aesnidae pero hasta ahora nunca en altura pero a partir de Car1. Lo mismo se constatado para los Gasteropoda Physidae que se encontraron solamente en Car2. Estas observaciones se realizan al nivel de familia y muestran que existen preferencias ecológicas de las taxa y patrón de distribución que quedan por definir.

En lo que concierne a las relaciones con los hábitats, los datos de los dos años no han permitido establecer relaciones evidente entre taxa y hábitats. Estos resultados parecen lógicos primeramente porque la identificación se realizó al nivel de familia lo que aumenta el espectro ecológico, dado que una familia puede incluir varias especies con rasgo biológicos diferentes y diferentes preferencias de hábitats. Además, las especies de macroinvertebrados puede tener varias preferencias de hábitats, lo misma pasa para el modo de alimentación, locomoción es decir los rasgos ecológicos en general. Sin embargo, los resultados han mostrado algunos agrupamientos de taxa o relaciones mas fuerte con varios sustratos. Por ejemplo, el análisis factorial de correspondencia mostró que los Hydropsychidae tenían correlaciones más fuertes con Esp\_08, pero que se encuentran relacionados con otros sustratos como las piedras y elementos orgánicos groseros y que no se encuentro en el sustrato arena. Al contrario otras taxa se mostraron hasta ahora en abundancia mayor en sustratos como las algas y briofitos como fue el caso de los Hidroptilidae o en briofito y arena como los Limoniidae, Ceratopogonidae.

Estos resultados muestran que hay que seguir investigando estas preferencias de habitats y que en el futuro la identificación al nivel de especies o genero será algo necesario para obtener más informaciones sobre la autoecología de las taxa.

### Monitoreo anual 2007-2008

Los resultados de la sesión de muestreo del 2008 se compararon con los resultados obtenidos en el 2007 según el mismo protocolo y periodo de muestreo.

Este segundo año de monitoreo además de confirmar algunas características de las estaciones de muestreo y por extensión de los ríos, permite empezar con el seguimiento de lo que esta pasando dentro estos ecosistemas.

Para evaluar cambios eventuales se han comparado esencialmente la abundancia total, la riqueza taxonómica (o diversidad) y la composición de taxa de macroinvertebrados en cada estación. Se realizaron varias observaciones sobre los resultados, primeramente en lo que concierne a las abundancias general y la diversidad taxonómica. Los resultados se pueden resumir del a siguiente forma:

- Baja general de la abundancia de macroinvertebrados en 10 estaciones sobre 13 cuando se considera todas las muestras (representando la colecta en varios sustratos) pero también estas bajas se observan para los resultados tomando en cuenta únicamente el sustrato piedras.

- Baja en la diversidad total encontrada de 41 taxa a 30, lo que corresponde a 9 taxa menos que en el 2007 en la subcuenca del río Carmen y 11 menos en la subcuenca del río Chollay. Las taxa que no se encontraron pertenecen a grupos distintos y corresponden a Muscidae, Psychodidae, Tipulidae, Dipteros indeterminados 1 y 2, Scirtidae, Belostomatidae, Pyralidae, Ostracoda, Sphaeridae, Libellulidae.
- Baja de diversidad en 12 estaciones sobre 13 cuando se considera la totalidad de las taxa (familias) y 9 estación sobre 13 si se observa la diversidad al nivel de los grandes grupos taxonomicos (ordenes, clases).
- Baja de la diversidad y abundancia en todas las clases de sustratos, excepto la abundancia dentro los espermafitos.

En la Tabla 9. se resumen en cual estación se observaron baja o aumentación o ninguna variación de diversidad taxonómica y/o abundancia. (Esta tabla no esta citada en los capítulos anteriores dado que fue creada para resumir estos mismos resultados.).

En lo que concierne a los resultados de diversidad, se observa que no hubo aumento de diversidad en ninguna estación que sea para las taxa en general o para los ordenes, solamente se observan baja o ninguna variación. Obviamente, en lo que concierne a los grandes grupos se observa que el numero de grupos fue conservado más veces, lo que es normal dado que representan ordenes, clase o Phylum y que agrupan 1 o varias familias. Pero a pesar de eso, la perdida de grupos se observa en la mayor parte de las estaciones. A parte de Car1 en la cual no se observa variación de diversidad, todas las otras se vieron afectadas por una baja de diversidad bastante importante. Los gráficos presentados dentro los resultados permitieron destacar las estaciones que tuvieron una baja importante como por ejemplo de 6 o mas taxa: DeTor (-9), Est2 (- 11), Cho1, Cho2, Que2, Car2 (-6).

La diversidad o riqueza taxonómica es uno de los parámetros que permite caracterizar el medio y en este caso el ecosistema río porque refleja en parte las condiciones ecológicas. Eso de hecho se ha ilustrado en este estudio dado que todas las estaciones no presentan naturalmente la misma diversidad dependiendo de la calidad de sus aguas, de la variedad de hábitat o altura, etc: por ejemplo en la subcuenca del río Carmen la estación Tor 1 ubicada en altura presenta generalmente una diversidad menor que Que2 cuya estación es más baja en altura y ofrece una mayor diversidad de hábitats. Sin embargo, en esta estación se encuentra una diversidad mayor que Est1 su homologo en la otra subcuenca que tiene una calidad de las aguas menos propicia a la instalación de la fauna.

En este proyecto se comparan las mismas estaciones pero 1 año después en un periodo de muestreo similar por lo que estas variaciones llaman la atención dado que la perdida de la riqueza taxonómica puede indicar una perturbación dentro un ecosistema río que sea natural (Ej. crecida) o antrópica o ambos. Obviamente la simple observación de estos resultados no permite explicar por el momento estas variaciones.

La comparaciones de las abundancias entre los dos años ( resultado basado en las 10 muestras que se realizaron en cada estación) completa estos resultados. Las variaciones de abundancia dentro las piedras representa solamente un tipo de habitat y no es representativo de lo que pasa en todas las estaciones, pero se puede ver que las abundancias varían de la misma manera que el conjunto de las muestras excepto en Est2, Que1, Car2.

Estos resultados de abundancias indican también en varias estaciones, una baja de las abundancias. Esta última resultó bastante importante en estaciones como DeTor, Pot1, Que2, Car2, Cho1, Cho2. Solamente en algunas estaciones encontramos una abundancia mayor como en Est1, Que1 y Car1 donde se mantuvo practicamente.

Esas variaciones son igualmente remarcable como por ejemplo en Detor en cuya estación se encontró 14663 individuos menos o en Que2 6929 pero también en Pot1, Cho1, Cho2.

Sin embargo, a pesar de estas fuertes variaciones, la interpretación de estos resultados es mas compleja que los de la diversidad. Primeramente hay que pensar que todas las taxa de

macroinvertebrados no tienen la misma capacidad de multiplicación. Por ejemplo dentro el orden Diptera, los Chironomidae que son individuos de tamaño pequeños tienen una velocidad de reproducción mucho mayor y se pueden encontrar en alta abundancia que por ejemplo individuos más grandes como los Odonata que se encuentran generalmente en pocos ejemplares en los muestreos. Eso hace que dependiendo de las condiciones en el medio se puede observar un aumento o una baja brutal de abundancia en función de las variaciones de abundancias de estos pequeños individuos. Los Chironomidae por ejemplo tienen la tendencia a desarrollarse cuando abunda la materia orgánica en el medio por consecuencia una variación de este parámetro puede provocar abundancias diferentes de estos individuos.

Sin embargo en este caso las bajas de abundancias son bastantes importantes en algunas estaciones y se acompañan de baja de diversidad por lo que hay que considerar estos resultados con atención. Además de la observación de estos dos parámetros generales, es importante mirar la repartición de abundancia que nos entrega informaciones sobre la composición de las comunidades.

*Tabla 9. Variaciones de las abundancias totales y diversidad taxonómica en cada estación de Marzo 2007 a 2008.*

Estaciones de muestreo	DETOR	EST1	EST2	EST3	CHO1	CHO2	TOR1	QUE1	QUE2	POT1	POT2	CAR1	CAR2
Abundancia (todos sustratos)	baja	<b>umenta</b>	baja	baja	baja	baja	baja	<b>umenta</b>	baja	baja	baja	<b>umenta</b>	baja
Promedio de abundancia (piedras)	baja	<b>umenta</b>	<b>umenta</b>	<i>igual</i>	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	<b>umenta</b>	<b>umenta</b>
Diversidad de taxa	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	baja	<i>igual</i>	baja
Diversidad de ordenes	baja	baja	baja	baja	baja	baja	<i>igual</i>	baja	baja	<i>igual</i>	<i>igual</i>	<i>igual</i>	baja

La observación de la composición taxonómica es un poco más compleja a resumir y fue comentada dentro los resultados. Para ayudar a entregar una información más simplificada se pueden clasificar las estaciones en 4 categorías de la siguiente manera:

Categoría.1: Variación de abundancia positiva o negativa (<35%) y/o diversidad media ( $\leq 3$ ) y buena distribución de abundancia: Car1, Tor1, Que1, Pot2

Categoría.2: Baja de abundancia (> 35%) y/o diversidad importante ( $\geq 6$ ) pero buena repartición de abundancia: DeTor, Car2, Que2

Categoría.3: Baja de abundancia (> 35%) y/o diversidad importante ( $\geq 6$ ) y disminución de la calidad taxonómica remarcable con pérdida de algunas taxa: Cho1, Cho2, Pot1

Categoría.4: Variación de abundancia positiva o negativa, baja de diversidad variable pero ríos con abundancia muy bajas desde 2 años: Est1, Est2, Est3

Se precisa que los valores tomados como referencias como <35% o  $\geq 6$  fueron elegida observando los resultados para describir las categorías necesarias al comentario de los resultados. Al respecto, no se conoce **para Chile** ninguno referencial existente que permite sintetizar los resultados obtenidos gracias al muestreo de macroinvertebrados y crear categorías de calidad de aguas o del medio. Este tipo de estudio puede justamente aportar información necesaria a la creación de un sistema de monitoreo. En este párrafo se trata solamente de evaluar el monitoreo de un año sobre otro y esta agrupación de estaciones ayuda a resumir los resultados.

Las estaciones de la categoría 1, Tor1, Car1, Que1, Pot2, son las que han tenidas cambios menos drásticos en la abundancia general, diversidad y también en la distribución de las abundancias de las taxa en cada estación que se observa bastante similar de un año sobre otro.

Además la posición cercana de estas estaciones en el análisis factorial de correspondencia ha mostrado que poseen comunidades características que no han cambiado mucho entre los dos años.

Solamente Tor 1 muestra un pequeño cambio en la repartición de abundancia que hay que notificar que se debe al aumento de la abundancia relativa de Oligochaeta y Chironomidae y una baja de los Baetidae y Leptophlebiidae. Del otro lado, Car1 es la única estación en la cual no se ha observado una baja de la diversidad y en la cual la abundancia aumentó. Se puede ver que estas 4 estaciones se ubican en la subcuenca del río del Carmen.

Las estaciones de la categoría 2 se diferencian de las de la categoría 1 porque las variaciones de abundancias y diversidad observadas son primeramente negativas y más importante como lo ocurrido en DeTor. En efecto en esta estación la diversidad ha bajado de 9 taxa y la abundancia es inferior en alrededor del 75%. Esas variaciones son un poco menos fuerte en Car2 en la cual se observó 6 taxa menos y una baja de abundancia de alrededor del 45%.

En lo que concierne a la distribución de abundancia se nota que la similitud entre los dos años es menor y que hubo algunos cambios en la repartición de abundancia que atesta de un cambio más importante que en las estaciones de categorías 1. Estas diferencias que existen entre los dos años se destaca también en el análisis factorial de correspondencia donde la estación Car2 aparece en posición opuesta para los dos años. Para DeTor el análisis factorial de correspondencia no puede apoyar estos resultados dado que como se vio en los resultados el esencial de las comunidades están presente y en abundancia en esta estación y no en las otras de la subcuenca del río Chollay por lo que el análisis agrupa la mayor parte de las taxa en un punto y no destaca las diferencias existente entre Detor\_07 y Detor\_08. Para las dos estaciones se observa una variación importante de abundancia de los Ephemeropteros, Chironomidae, Oligochaeta. Este cambio no es negativo dado que los Ephemeropteros son bien representados y de manera general se ven en proporción más importante que el muestreo pasado debido a una baja de abundancia de los Chironomidae y Oligochaeta. Esta dos ultima taxa en su globalidad son sensibles a los niveles de materia orgánica y se puede multiplicar en abundancia cuando éste elevado por ejemplo.

En la estación Car2 las diferencias en la composición de la comunidades corresponde mas bien a variaciones de abundancias como el aumento de la abundancia relativa de los Hydropsychidae de 4,27 % a 25,27 % y baja de los Hyalellidae, Aesnidae, Physidae. Las taxa que no se encontraron son por la mitad Dipteros Athericidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Dugesiidae, Acari, Ostracodos encontrados pocos ejemplares en su mayoría (excepto Athericidae 11). La baja de esta diversidad es notable pero no concierne los grupos Ephemeroptera, Trichoptera y Coleoptera considerados como los mas sensibles a las perturbaciones.

Sin embargo en DeTor los cambios en la composición taxonómica son un poco diferentes dado que dentro de las taxa que no se encontraron en el 2008 estan los Trichoptera Hidroptilidae y Leptoceridae cuyo numero de individuos eran respectivamente de 153 y 107 así que los Muscidae y Glossiphoniidae presente 28 y 20 ejemplares en 2007.. Además, varias otras taxa se han encontradas en numero inferior como los Hidrobiosidae, Sericostomatidae, Elmidae, Dugesiidae que bajaron de la mitad o más.

En la estación Que2 al igual que Car2 la abundancia de Chironomidae y Oligochaeta ha disminuido y por consecuencia los Ephemeroptera se encuentran en proporción mas importante, sin embargo el numero de individuo es en realidad más bajo lo que no es el caso en Car2. De hecho se puede realizar esta observación con varias taxa, los Elmidae son ahora en proporción relativa mucho más importante pero en realidad el numero de individuo es muy similar. Así se observa que varias taxa han tenido una baja de abundancia a pesar de observar a veces un aumento de su abundancia relativa como en el caso de las familias Dugesiidae, Hyalellidae, Simuliidae, Hidroptilidae, Hydropsychidae, Hydrobiosidae. Finalmente al ver el conjunto de los resultados, la estación DeTor se destaca por tener cambios más importante en la fauna de macroinvertebrados. Además, se puede notar que la estación DeTor se encuentra en la subcuenca del río Chollay.

Las estaciones de la categoría 3 Cho1, Cho2, Pot1, Est2 forman parte de las estaciones que se encuentran naturalmente bastante pobre en fauna de macroinvertebrados. A pesar de eso se observan diferencias notable entre los dos años en lo que concierne a las abundancias y diversidad y composición taxonómica reflejando una perturbación en el río. En efecto estas estaciones se ven afectada por la desaparición de una o varias taxa perteneciendo al orden de los Ephemeroptera, Trichoptera y Coleoptera que se encontraron en abundancias en las estaciones parecidas de la otra subcuenca.

La desaparición de Baetidae y Leptophlebiidae en Cho1, Pot1 y de Leptophlebiidae en Cho2 indica una baja de la calidad del medio. Junto con eso, no se encontraron Elmidae y Hydropsychidae en Cho1. Otras taxa como Limoniidae que se encontraban en abundancia remarcable no se han colectaron en el presente muestreo.

Las estaciones de la categorías 4 son todas las estaciones del río Estrecho en las cuales se observan cambios mas o menos importantes pero que presenta para los dos años abundancias muy bajas lo que dificulta medir el impacto de una perturbación. Sin embargo se destaca la estación Est2 con su baja importante de la diversidad taxonómica.

La confrontación de los diferentes tratamiento de los resultados muestra que dependiendo de los ríos que tienen origen de aguas diferentes o que se sitúan en subcuenca diferentes, se ha observado cambios remarcables dentro las poblaciones de macroinvertebrados y particularmente en la subcuenca del río Chollay en la cual no se clasificaron ningunas estaciones en categoría 1 pero si una en categoría.2 ( DeTor ), 2 en categoría.3 (Cho1, Cho2), 3 categoría.4 (Est1, Est2, Est3). En la subcuenca del río Carmen se clasificaron 4 estaciones en categoría.1 (Tor1, Car1, Que1, Pot2) y 2 categoría.2 (Que2, Car2) y 1 categoría. 3 ( Pot1). De eso hay que destacar que la estación Pot1 esta ubicada antes la confluencia con el río Tres Quebradas y que este ríos e ubica en otra pequeña subcuenca que puede explicar además de las diferencias de calidad natural de las aguas y las diferentes evoluciones. Solo la estación Car1 no aparece con ningún cambio importante dentro su estación al contrario de Car2 ubicada aguas mas abajo, pero esta estación se ubica igualmente debajo del estero la plata donde existe actividad agrícola lo que puede tener una influencia sobre esta estación. Sin embargo las otras estaciones se ubican antes la zona cultivada y poblada.

Esta comparación de las dos sesiones de muestreo deja aparecer cambios dentro las poblaciones de macroinvertebrados que son diferentes según las estaciones de muestreo y pueden indicar en algunos de los casos señalados anteriormente que estos ecosistemas han sido perturbados. Estas perturbaciones pueden ser de origen natural o antrópicas o ambos dependiendo de las estaciones pero resulta difícil su identificación. En realidad el uso de los macroinvertebrados como bioindicadores permite detectar justamente perturbaciones en el medio y de ahí aumentar la vigilancia e investigar las fuentes posibles de perturbaciones para poder regularlas cuando no son de origen naturales. En este caso los antecedentes sobre las comunidades de macroinvertebrados establecidas en esta zona hacen falta dado que conocer el estado y las fluctuaciones normales de las poblaciones ante cualquier actividad antrópica es algo esencial para poder interpretar los resultados de un monitoreo. Por el momento no se sabe nada sobre el ciclo biológico de las especies por ejemplo, por lo que se debe tomar como base lo que se empezó hasta ahora y seguir el monitoreo adelante para poder realizar la vigilancia de estos ríos.

Al observar las diferentes modificaciones que han surgido dentro las comunidades de macroinvertebrados hay que buscar las causas posibles a estos cambios comparando estos resultados con otros datos de monitoreo o describiendo las diferentes actividades que se han desarrollado cerca de las estaciones de muestreo y que han podido afectar estos ecosistemas. Aparte de las mediciones físico-químicas que pueden aportar a la interpretación de los resultados, la variación de los caudales es también una medida importante para detectar si hubo una crecida entre el 2007 y el 2008 que podría explicar por ejemplo algunas bajas de abundancias y diversidad.

Por otro lado, no hay que olvidar que la mayor parte de las estaciones se encuentran ubicadas dentro de la zona donde se lleva a cabo el proyecto minero Pascua-lama por lo que varias de sus actividades pueden afectar estos ecosistemas ríos aún cuando la actividad principal de extracción de mineral no ha comenzado.

El hecho de no encontrar algunas taxa como los Ephemeropteros en algunas estaciones es una señal que no hay que dejar de lado.

Así no se puede hasta el momento, con solamente dos sesiones de muestreo, concluir sobre las causas de los cambios observados dentro las comunidades de macroinvertebrados pero sí señalarlos para poder enfocar mejor los resultados de la tercera sesión de muestreo.

## 8. Conclusiones y perspectivas

Los resultados obtenidos hasta ahora en este proyecto, muestran que las comunidades de macroinvertebrados entregan información importante para la caracterización de los ríos observando principalmente las variaciones de abundancias, diversidad y la composición taxonómica de macroinvertebrados.

En la investigación realizada, se han puesto en evidencia algunas características sobre la ecología de los ríos y de los macroinvertebrados y a partir de ello se han detectado algunas diferencias dentro de las comunidades de macroinvertebrados entre las diferentes estaciones de monitoreo.

Esto deja en evidencia la necesidad de seguir a largo plazo con el monitoreo para asegurar una buena vigilancia de los ríos y seguir profundizando en la ecología de estos ríos, principalmente debido a su geoquímica y las taxa de macroinvertebrados.

Uno de los aspectos del estudio a profundizar es la identificación de las taxa. Hasta la fecha sólo se alcanzó a la determinación al nivel de familia para entregar resultados mas homogéneos, a largo plazo se debe mejorar la identificación al nivel de género y si es posible especies, por lo menos de algunos grupos, como los Trichoptera y Ephemeroptera, que son particularmente buenos bioindicadores.

Al respecto, una identificación mas profundizada de las taxa puede permitir mejorar el conocimiento de la autoecología de las especies de macroinvertebrados y así el estudio de su potencial bioindicador.

Además, los resultados han mostrado que la necesidad de realizar el catastro de las actividades antrópicas que se realizan en la zona de estudio a medida que avanza el proyecto y observar los resultados de los diferentes monitoreos realizados a lo largo del año para poder entregar mas detalle durante la interpretación de los resultados.

## 9. Anexos

### Anexo 1. Ficha de terreno de la estación Est1

#### FICHA DE TERRENO EST1



Nombre del curso de agua: río del Estrecho  
 Coordenadas WGS84: S29°17.855 W070°03.225  
 Fecha de muestreo: 20/03/08

Altitud: 3944 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 1,5 a 2 m  
 Velocidad general del río: rápida

#### Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)

Vegetación acuática: No  
 Elementos orgánicos groseros: No  
 Piedras, guijarros: 80%  
 Gravas: 5%  
 Arena: 15%

Tipo de vegetación de la orilla herbáceas de bofedales

Estructura de la ribera: natural

Actividades alrededor de la estación, otros: zona de actividad minera de Pascua-lama

#### Características físico-químicas

Deposito color najanra en las piedras

Agua transparente.

Temperatura: 11°C (Oxygenometro) 10.6°C (PH-metro) PH: 4,21 Conductividad: 954 µS Oxigeno disuelto: 86,7 %

Turbidez: 477 ppm

#### MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en $cm.s^{-1}$							<u>Estimación de la profundidad</u>
Sustratos		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150	TOTAL	TOTAL sup	
substratos orgánicos	Briofitos								1: 5 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos								2: < 5 cm
	Algas								3: 5 cm
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)								4: 5 cm
Substratos minérales	Piedras, guijarros: 250 mm > D > 25 mm	⑩	②	③ ⑥	① ⑧	⑤	7		5: 15 cm
	Granulados groseros 25 mm > D > 2,5 mm		④				1		6: 10 cm
	Arena y limón D < 2,5mm	⑦ ⑨					2		7: < 5 cm
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		8: 20 cm

Anexo 2. Ficha de terreno de la estación Est2

**FICHA DE TERRENO EST2**



Nombre del curso de agua: río del Estrecho  
 Coordenadas WGS84: S29°12.529 W070°07.989  
 Fecha de muestreo: 22/03/08

Altitud: 2994 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 4 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 1% Briofito: 1% Espermafito: No Algas: No  
 Elementos orgánicos groseros: 0%  
 Piedras, guijarros: 40%  
 Gravas: 50%  
 Arena: 9%

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbusto y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama. Estación cerca del camino.

**Características físico-químicas**

Agua turbia con color blanca

Temperatura (pHmetro): 13,4°C (oxigenometro): 13,8 PH: 6,42 Conductividad: 359µ S Oxígeno disuelto: 97% Turbidez: 179 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>					TOTAL	TOTAL sup	<u>Estimación de la profundidad</u> 1: 5cm (orilla) 2: 20 cm 3: 5 cm (orilla) 4: 2 cm (orilla) 5: 10 cm (orilla) 6: 10-15 cm 7: <5 cm (orilla) 8: 5 cm (orilla) 9: 5 cm 10: 5 cm (orilla)
		Sustratos	5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75			
sustratos orgánicos	Briofitos		⑤				1		
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0		
	Algas						0		
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)						0		
Sustratos minérales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm		⑧	② ⑩	⑥		4		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		④	③	⑨		3		
	Arena y limón D < 2,5mm	⑦	①				2		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		

Anexo 3. Ficha de terreno de la estación DeTor

**FICHA DE TERRENO DETOR**



Nombre del curso de agua: río del Toro  
 Coordenadas WGS84: S 29°10.268 W 70°09.321  
 Fecha de muestreo: 19/03/08

Altitud: 2686 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 3 a 10 m  
 Velocidad general del río: mediana

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 20% Briofito: 5% Espermafito: 10% Algas: 5 %  
 Elementos orgánicos groseros: 0%  
 Piedras, guijarros: 70%  
 Gravas: 10%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla :** arbustos y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera, estación cerca del camino.

**Características físico-químicas**

Agua transparente.

Temperatura: 11.8 °C (Oxygenometro) 11.7° C ( PH- metro) PH: 8,1 Conductividad: 150.4 μ S Oxígeno disuelto: 40,8 %  
 Turbidez:75,1 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b>	
Sustratos		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150				
sustratos orgánicos	Briofitos		⑩				1	1 (25-75)	1: 10 cm 2: < 5 cm 3: < 5 cm 4: < 5cm 5: 5 cm 6:< 5 cm 7: 5 cm 8 < 5 cm (orilla) 9:< 5 cm 10: 5 cm	
	Espermatófitos sumergidos emergidos		④		⑦		2			
	Algas	⑧	②				2			
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)						0			
Sustratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm	⑥		①	⑤		3			
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm	③	⑨				2			
	Arena y limón D < 2,5mm						0			
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>	<b>1</b>		

Anexo 4. Ficha de terreno de la estación Est3

**FICHA DE TERRENO EST3**



Nombre del curso de agua: río del Estrecho  
 Coordenadas WGS84: S29°08.618 W070°08.819  
 Fecha de muestreo: 19/03/08

Altitud: 2450 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 3 a 4 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 15% Briofito: 15% Espermafito: no Algas: no  
 Elementos orgánicos groseros: 10%  
 Piedras, guijarros: 50%  
 Gravas: 20 %  
 Arena: 5%

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbustos y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama

**Características físico-químicas**

Agua de color blanca y turbia

Temperatura: 10°C (PH-metro) 10.7 (Oxygenometro) PH: 7,49 Conductividad: 324µ S /cm Oxígeno: 80,7 %

Turbidez:161 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b> 1: 5 cm (orilla) 2: 2 cm 3: 5 cm 4: 10 cm (orilla) 5:< 5 cm (orilla) 6: < 5 cm (orilla) 7:<5 cm (orilla) 8: raspado de piedra 5 cm 9: < 5 cm (orilla)
Sustratos		5 > V	5>V>25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Briofitos	⑦			④		2		
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0		
	Algas						0		
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)	⑤		⑨			2		
Substratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm		①		⑧	⑩	3		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		②	③			2		
	Arena y limón D < 2,5mm	⑥					1		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		

10: 5 cm raspado de roca 1: 0-5 cm

Anexo 5. Ficha de terreno de la estación Cho1

**FICHA DE TERRENO CHO1**



Nombre del curso de agua: río Chollay  
 Coordenadas WGS84: S29°05'47 W070°07.207  
 Fecha de muestreo: 19/03/08

Altitud: 2055 m  
 Tipo de curso de agua: río de cordillera  
 Ancho del río: 3 a 4 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 10 Briofito: 8% Espermafito: 2% Algas:no  
 Elementos orgánicos groseros: 5%  
 Piedras, guijarros: 70% (rocas pegadas)  
 Gravas: 20%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla** arbustos y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama. Presencia de un puente donde pasan los vehiculos.

**Características físico-químicas**

Agua de color blanco , turbia  
 Temperatura: 10.6 (oxygenometro) 10.1 (PH- metro) °C PH: 6,77 Conductividad: 495 µs/cm Oxígeno: 116,2 %  
 Turbidez:247

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en $cm.s^{-1}$					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b> 1: 30 cm 2: 40 cm 3: 2 cm (orilla) 4: 10 cm (orilla) 5: 5 cm superficie 6: 50 cm 7: 10 – 15 cm 8: 10 cm 9: 10 cm 10
		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
substratos orgánicos	Sustratos								
	Briofitos	⑤	⑩			⑦	3		
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0		
	Algas						0		
Substratos minerales	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)	③					1		
	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm		④ ⑧		②		3		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		⑨	①		⑥	3		
	Arena y limón D < 2,5mm						0		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		

Anexo 6. Ficha de terreno de la estación Cho2

**FICHA DE TERRENO CHO2**



Nombre del curso de agua: río Chollay  
 Coordenadas WGS84: S29°02.178 W070°08.733  
 Fecha de muestreo: 19/03/08  
 Altitud: 1651 m  
 Tipo de curso de agua: río de cordillera  
 Ancho del río: 6 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 15% Briofito: 13% Espermafito: No Algas: 2%  
 Elementos orgánicos groseros: 5%  
 Piedras, guijarros: 60% ( 20 %rocas)  
 Gravas: 10%  
 Arena: 5%

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbustos y herbáceas.

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** aguas debajo de la zona de actividad minera de Pascua-lama. Justo antes que empieza la zona poblada.

**Características físico-químicas**

Agua color blanco, turbia  
 Temperatura: 10.6 °C (Oxygenometro) 10.3 °C (PH-metro) PH: 7,16 Conductividad: 464 µ S /cm Oxígeno: 117,8%  
 Turbidez:232 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en $cm.s^{-1}$					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b>
Sustratos		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Briofitos	⑦	②	④			3		1: 15 cm 2: 5-10 cm (Orilla) 3: 10 cm 4:10 cm 5:20 cm 6: <b>25 cm</b> 7: 2 cm (orilla) 8: 2-3 cm (orilla) 9: 2-3 cm (orilla) 10:2-3 cm (orilla)
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0		
	Algas						0		
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)	⑩					1		
Sustratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm			③	①	⑥	3		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		⑧	⑤			2		
	Arena y limón D < 2,5mm	⑨					1		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>	1 pinza	

Anexo 7. Ficha de terreno de la estación Tor1

**FICHA DE TERRENO TOR1**



Nombre del curso de agua: río el Toro  
 Coordenadas WGS84: S29°19.9985 W 70°05994  
 Fecha de muestreo: 20/03/08

Altitud: 3795 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 1 m  
 Velocidad general del río: mediana

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 10% Briofito: 0% Espermafito: 0% Algas:10%  
 Elementos orgánicos groseros: 3%  
 Piedras, guijarros: 80%  
 Gravas: 7%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla:** herbáceas de bofedales

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama

**Características físico-químicas**

Agua transparente.

Temperatura: 6.4 °C (oxigenometro) 6.2°C (PH- metro) PH: 7,79 Conductividad: 436 μ S /cm Oxígeno: 73% Turbidez:219 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en $cm.s^{-1}$							<u>Estimación de la profundidad</u>
Sustratos		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150	TOTAL	TOTAL sup	
substratos orgánicos	Briofitos						0		1: 5 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0		2: 5 cm
	Algas	③	⑨				2		3: < 5 cm
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)		②		⑧		2		4: 10 cm
Substratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm		① ⑦	④	⑥		4		5: < 5 cm (orilla)
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		⑤ ⑩				2		6: 10 cm
	Arena y limón D < 2,5mm								7: 5 cm
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>	<b>1 pinza</b>	8 5 cm (orilla)
									9: 5 cm (orilla)
									10: 5 cm

Anexo 8. Ficha de terreno de la estación Que1

**FICHA DE TERRENO QUE1**



Nombre del curso de agua: río Tres Quebradas  
 Coordenadas WGS84: S29°21.062 W 70°08.053  
 Fecha de muestreo: 20/03/08

Altitud: 3442 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 2 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 20% Briofito: 15% Espermafito: 1% Algas: 4%  
 Elementos orgánicos groseros: 2%  
 Piedras, guijarros: 70%  
 Gravas: 8%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla** herbáceas de bofedales

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama.

**Características físico-químicas**

Agua transparente.

Temperatura: .1.1°C (oxygenometro) 0.8°C (PH-metro) PH: 7,60 Conductividad: 402 µS /cm Oxígeno: 98.7%

Turbidez: 202 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en cm.s <sup>-1</sup>					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b> 1: < 5 cm 2: 5 cm 3: 2 cm 4: 10cm 5: 5 cm (orilla) 6: 10 cm (orilla) 7: 5 cm (orilla) 8 15 cm 9: 3 cm (orilla)  10: 15 cm 11: 20 cm
		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Sustratos								
	Briofitos			②	11		2	1	
	Espermatófitos sumergidos emergidos		①				1		
	Algas	⑨		⑦			2		
Substratos minerales	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)		⑤				1		
	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm			④ ⑥	⑧ ⑩		4		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm	③					1		
	Arena y limón D < 2,5mm						0		
<b>TOTAL</b>							<b>11</b>	<b>1 + 1 pinza</b>	

Anexo 9. Ficha de terreno de la estación Que2

**FICHA DE TERRENO QUE2**



Nombre del curso de agua: río Tres Quebradas

Coordenadas WGS84: S29°25.150 W 70°12.760

Fecha de muestreo: 18/03/08

Altitud: 2657 m

Tipo de curso de agua: río de alta cordillera

Ancho del río: 3 m

Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 10% Briofito: No Espermafito: 10% Algas: No

Elementos orgánicos groseros: 10%

Piedras, guijarros: 50%

Gravas: 30%

Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla** herbáceas y arbustos

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** zona de actividad minera de Pascua-lama, justo después la barrera.

**Características físico-químicas**

Agua transparente.

Temperatura: 15°C (oxygenometro) 14.5 °C ( PH-metro) PH: 8,34 Conductividad: 329 μ S /cm Oxígeno disuelto: 100.5%

Turbidez: 163 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en $cm.s^{-1}$					TOTAL	TOTAL sup	<u>Estimación de la profundidad</u>
		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Briofitos								1: 5 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos	⑧	④				2		2: 5 cm
	Algas						0		3: 15 cm
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)	⑨			②		2		4: 5 cm (orilla)
Sustratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm			③ ⑤ ⑩	⑥		4		5: 10 cm
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm	⑦		①			2		6: 15 cm
	Arena y limón D < 2,5mm						0		7: 2-3 cm
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		8: 5 cm (orilla)
									9: 5 cm (orilla)
									10: 15 cm

Anexo 10. Ficha de terreno de la estación Pot1

**FICHA DE TERRENO POT1**



Nombre del curso de agua: río Potrerillos  
 Coordenadas WGS84: S29°25.440 W 70°12619  
 Fecha de muestreo: 18/03/08

Altitud: 2677 m  
 Tipo de curso de agua: río de alta cordillera  
 Ancho del río: 4 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 40% Briofito: 40% Espermafito: 0% Algas: no  
 Elementos orgánicos groseros: 10%  
 Piedras, guijarros: 30%  
 Gravas: 30%

Arena (limón): 20% sedimento orgánicos, Limón. Hay mucho depósitos de Limón en el río

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbustos y herbáceas.

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** aguas debajo de la zona de actividad minera de Pascua-lama. Presencia de un “puente de tubos” donde pasan los vehículos.

**Características físico-químicas**

Agua blanca , turbia

Temperatura: 14,4 °C (oxygenometro) 14°C (PH-metro) PH: 7.06 Conductividad: 847 µs /cm Oxígeno: 90,3% Turbidez: 421 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b> 1: 5 cm (+limo) 2: 40 cm 3:45 cm 4: 50 cm 5: 5cm (limo fino) 6:5 cm 7: 10 cm 8 10 cm 9:2 cm 10: 50 cm
Sustratos		5 > V	5>V>25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Briofitos			① ⑥			2		
	Espermatófitos sumergidos emergidos						0	1	
	Algas						0		
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)	⑨		⑦			2		
sustratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm				② ③ ④ ⑩		4		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm						0		
	Arena y limón D < 2,5mm	⑤	⑧				2		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		

Anexo 11. Ficha de terreno de la estación Pot2

**FICHA DE TERRENO POT2**



Nombre del curso de agua: río Potrerillos  
 Coordenadas WGS84: S29°20.682 W70°18.788  
 Fecha de muestreo: 18/03/08

Altitud: 2308 m  
 Tipo de curso de agua: río de cordillera  
 Ancho del río: 2 brazo de aproximadamente 2 m  
 Velocidad general del río: muy rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 40% Briofito: 20% Espermafito: 20% Algas:0%  
 Elementos orgánicos groseros: 0%  
 Piedras, guijarros: 50%  
 Gravas: 10%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla** :árboles, arbustos y herbáceas.

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros** : aguas debajo de la zona de actividad minera de pascua-lama. Presencia de un “puente de tubo” donde pasan los vehiculos.

**Características fisico-químicas**

Agua blanquizca, turbia  
 Temperatura: 13.8 °C (PH-metro) 14.2°C (Oxygenometro) PH: 8,07 Conductividad: 604 μ s /cm Oxígeno : 107%  
 Turbidez: 303 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>					TOTAL	TOTAL sup	<b>Estimación de la profundidad</b>
		Sustratos	5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75			
sustratos organicos	Briofitos			③			1		1: 5 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos			⑤	⑨		2		2: 5 cm
	Algas						0		3:5cm (+ piedras)
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)		①		⑩		2		4:40 cm (orilla)
Sustratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm				④ ⑦	⑧	3		5:10 cm (orilla)
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm		②	⑥			2		6:10 cm
	Arena y limón D < 2,5mm						0		7: 40 cm
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		8 5 cm (raspados de rocas)
									9:5 cm (orilla)
									10: 10 cm

Anexo 12. Ficha de terreno de la estación Car1

**FICHA DE TERRENO CAR1**



Nombre del curso de agua: río del Carmen  
 Coordenadas WGS84: S29°13.642 W070°21.578  
 Fecha de muestreo: 18/03/2008

Altitud: 2041 m  
 Tipo de curso de agua: río de cordillera  
 Ancho del río: 10 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 45% Briofito: 15% Espermafito: 30% Algas:0%  
 Elementos orgánicos groseros:2%  
 Piedras, guijarros: 52%  
 Gravas: 0%  
 Arena: 1%

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbustos y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** aguas debajo de la zona de actividad minera de Pascua-lama. Presencia de un puente donde pasan los vehiculos.

**Características físico-químicas**

Agua blanquecina, turbia.

Temperatura: 13.6 °C (oxygenometro) 13.3°C (PH-metro) PH: 8.48 Conductividad: 694 μ S/cm Oxígeno: 116,8%  
 Turbidez: 347 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		<i>Clases de velocidades en cm.s<sup>-1</sup></i>							<u>Estimación de la profundidad</u>
<b>Sustratos</b>		<i>5 &gt; V</i>	<i>5 &gt; V &gt; 25</i>	<i>75 &gt; V &gt; 25</i>	<i>150 &gt; V &gt; 75</i>	<i>V &gt; 150</i>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL sup</b>	
substratos orgánicos	Briofitos		④		⑥		2		1: 30 cm 2: 5 cm 3: 10 cm 4: 10cm 5: 5 cm (orilla). 6: 25 cm 7: 30 cm 8: 20 cm (consultar) 9: 15 cm 10: 10 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos		③	⑧			2		
	Algas						0		
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)		②				1		
Substratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm			⑨ ⑩	⑦	①	4		
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm								
	Arena y limón D < 2,5mm	⑤					1		
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>		

Anexo 13. Ficha de terreno de la estación Car2

**FICHA DE TERRENO CAR2**



Nombre del curso de agua: río del Carmen  
 Coordenadas WGS84: S29°08.362 W070°22.956  
 Fecha de muestreo: 18/03/08

Altitud: 1767 m  
 Tipo de curso de agua: río de cordillera  
 Ancho del río: 4 m  
 Velocidad general del río: rápida

**Tipo y porcentajes sustratos presentes: (estimación)**

Vegetación acuática: 48% Briofito: 0% Espermafito: 24% Algas:24%  
 Elementos orgánicos groseros: 0%  
 Piedras, guijarros: 50%  
 Gravas: 2%  
 Arena: 0%

**Tipo de vegetación de la orilla:** arbustos y herbáceas

**Estructura de la ribera:** natural

**Actividades alrededor de la estación, otros:** Aguas debajo de la zona de actividades minera de Pascua-lama. Estación ubicada después del estero la plata donde se realiza varios tipos de cultivos. También se nota la presencia de pajonales. Existe un camino que cruza el río, hacia el otro lado

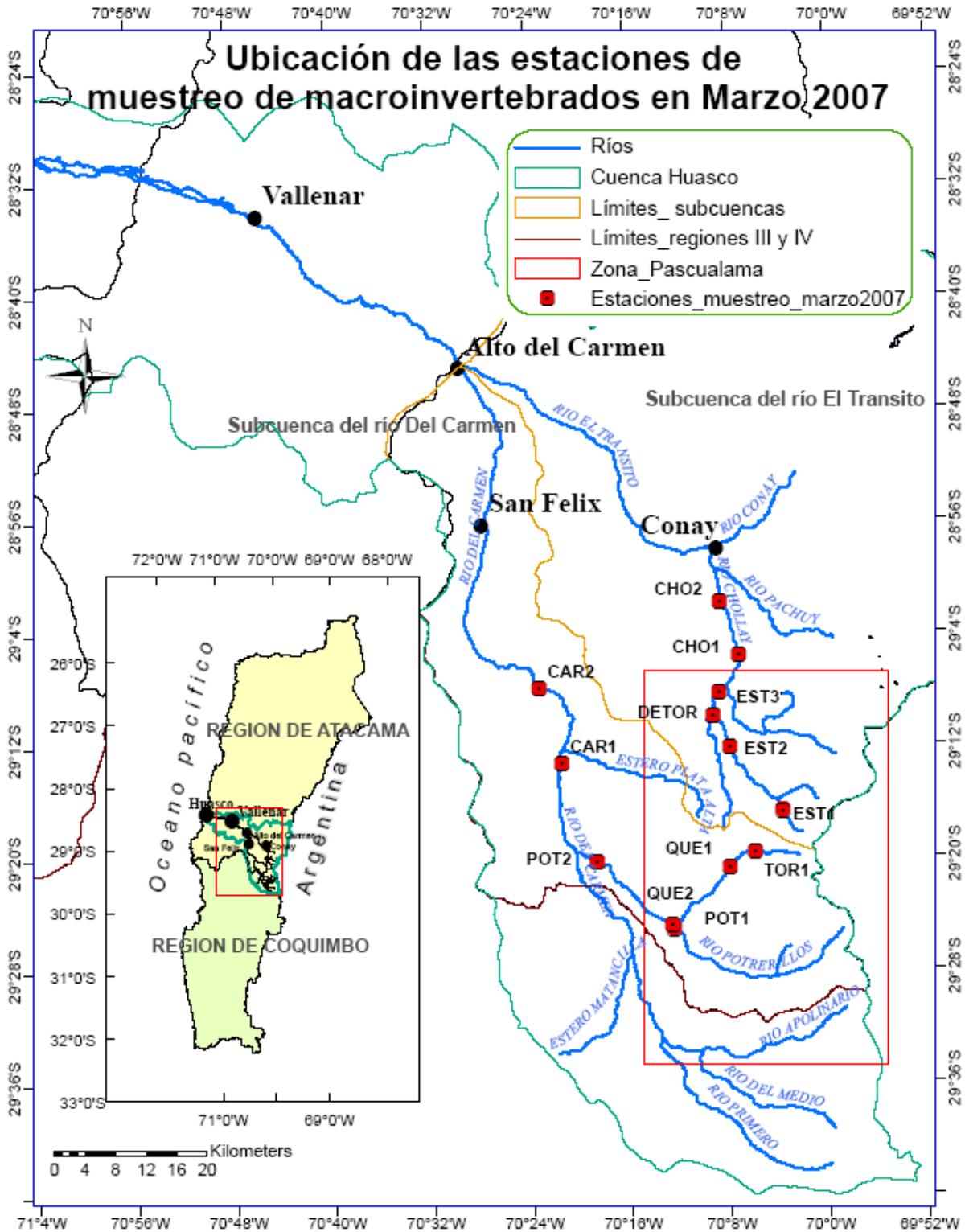
**Características físico-químicas**

Agua blanquecina, turbia  
 Temperatura: 12.1 °C (PH-metro) 12.4 °C (Oxygenometro) PH: 8.45 Conductividad: 696 µ S /cm Oxígeno : 121 %  
 Turbidez: 348 ppm

MUESTRAS REALIZADAS

		Clases de velocidades en cm.s <sup>-1</sup>					TOTAL	TOTAL sup	<u>Estimación de la profundidad</u>
		5 > V	5 > V > 25	75 > V > 25	150 > V > 75	V > 150			
sustratos orgánicos	Sustratos								
	Briofitos						0		1: 15 cm
	Espermatófitos sumergidos emergidos	⑨	②	③			3	1	2: 15 cm
	Algas		①			⑧	2		3: 10 cm
	Elementos orgánicos groseros (ramillas, litera, raíces)						0		4: 30cm (+ alga)
Substratos minerales	Piedras, guijarros: 250 mm >D > 25 mm		⑦ ⑩		④ ⑥	⑤	5		5: 20 cm (+ alga)
	Granulados groseros 25 mm >D > 2,5 mm						0		6: 20 cm
	Arena y limón D < 2,5mm						0		7: 20 cm
<b>TOTAL</b>							<b>10</b>	<b>1</b>	8: 40 cm

Anexo 14. Ubicación de las estaciones de muestreo del proyecto “monitoreo Hidrobiológico del proyecto Pascua-Lama.



## Anexo 15. Lista taxonómica muestreo Marzo 2007 subcuenca del río Chollay.

SubCuenca	Río Chollay											
Ríos	Del Toro		Del Estrecho						Chollay			
Estaciones de muestreo	DETOR		EST1		EST2		EST3		CHO1		CHO2	
	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
<b>O.Ephemeroptera</b>												
Baetidae	149	0,76%			3	4,92%			23	10,13%	89	14,35%
Leptophlebiidae	1810	9,23%			2	3,28%	3	2,91%	22	9,69%	14	2,26%
<b>O.Trichoptera</b>												
Hidrottilidae	153	0,78%										
Hydrobiosidae	99	0,50%			2	3,28%						
Hydropsychidae	217	1,11%					1	0,97%	17	7,49%	60	9,68%
Leptoceridae	107	0,55%					1	0,97%				
Limnephilidae					1	1,64%						
Sericostomatidae	1774	9,05%										
<b>O.Diptera</b>												
Athericidae	10	0,05%										
Blephariceridae											1	0,16%
Ceratopogonidae	69	0,35%			10	16,39%	20	19,42%	53	23,35%	278	44,84%
Chironomidae	4610	23,51%	12	70,59%	10	16,39%	20	19,42%	26	11,45%	35	5,65%
Dolichopodidae	5	0,03%										
Dipt_indet1			1	5,88%	1	1,64%						
Empididae	81	0,41%	1	5,88%	3	4,92%	1	0,97%	9	3,96%	6	0,97%
Ephyridae	3	0,02%										
Limoniidae	14	0,07%			12	19,67%	54	52,43%	56	24,67%	2	0,32%
Muscidae	28	0,14%			1	1,64%						
Pelecorrhynchidae (dipt_indet2)												
Psychodidae	4	0,02%										
Simuliidae	29	0,15%			1	1,64%			4	1,76%	20	3,23%
Tabanidae	1	0,01%			4	6,56%	1	0,97%				
Tipulidae												
<b>O.Coleoptera</b>												
Elmidae	2983	15,21%			3	4,92%	1	0,97%	15	6,61%	112	18,06%
Dystisidae												
Gyrinidae												
Scirtidae (Helodidae)												
<b>S.O. Heteroptera</b>												
Belostomatidae												
<b>O.Lepidoptera</b>												
Pyralidae											1	0,16%
<b>O.Amphipoda</b>												
Hyalellidae	7	0,04%	1	5,88%								
<b>Cl.Ostracoda</b>												
Ostracoda												
<b>O.Acari</b>												
Acari	3	0,02%			2	3,28%						
<b>Cl.Oligochaeta</b>												
Oligochaeta	6867	35,01%	1	5,88%	6	9,84%			2	0,88%	1	0,16%
<b>Cl. Hirudinea</b>												
Glosiphoniidae	20	0,10%	1	5,88%								
<b>O.Triclada</b>												
Dugesidae	567	2,89%					1	0,97%				
<b>Cl. Gastropoda</b>												
Physidae												
Sphaeridae												
<b>O. Odonata</b>												
Aeshnidae												
Coenagrionidae												
Libellulidae											1	0,16%
<b>P.Nematoda</b>												
Nematoda	2	0,01%										

## Anexo 16. Lista taxonómica muestreo 2007 subcuenca del río del Carmen

SubCuenca	Río Del Carmen													
	El Toro		Tres Quebradas				Potrerillos				Del Carmen			
	TOR1		QUE1		QUE2		POT1		POT2		CARI		CAR2	
Estaciones de muestreo	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
<b>O.Ephemeroptera</b>														
Baetidae	545	11,99%	1234	30,83%	771	8,97%	62	2,08%	280	9,26%	1402	30,85%	454	4,72%
Leptophlebiidae	855	18,81%	887	22,16%	475	5,52%	256	8,59%	477	15,77%	153	3,37%	232	2,41%
<b>O.Trichoptera</b>														
Hidrottilidae			32	0,80%	34	0,40%					1	0,02%	32	0,33%
Hydrobiosidae	29	0,64%	32	0,80%	57	0,66%	18	0,60%	14	0,46%	6	0,13%	8	0,08%
Hydropsychidae					14	0,16%	51	1,71%	579	19,14%	141	3,10%	411	4,27%
Leptoceridae													40	0,42%
Limnephilidae					1	0,01%								
Sericostomatidae											4	0,09%		
<b>O.Diptera</b>														
Athericidae					3	0,03%			4	0,13%			11	0,11%
Blephariceridae					1	0,01%			2	0,07%				
Ceratopogonidae			4	0,10%			258	8,65%	1	0,03%			3	0,03%
Chironomidae	1011	22,24%	102	2,55%	3331	38,73%	1878	63,00%	33	1,09%	134	2,95%	2198	22,86%
Dolichopodidae	1	0,02%							1	0,03%				
Dipt_indet1	2	0,04%												
Empididae	27	0,59%	3	0,07%	9	0,10%	42	1,41%			1	0,02%		
Ephydriidae	1	0,02%			4	0,05%	1	0,03%						
Limoniidae	8	0,18%	6	0,15%			54	1,81%						
Muscidae	18	0,40%	39	0,97%	15	0,17%	23	0,77%						
Pelecorhynchidae (dipt_indet2)			2	0,05%	1	0,01%	1	0,03%						
Psychodidae														
Simuliidae	81	1,78%	7	0,17%	264	3,07%	31	1,04%	54	1,79%	17	0,37%	9	0,09%
Tabanidae	64	1,41%	12	0,30%	1	0,01%	2	0,07%	1	0,03%	1	0,02%	1	0,01%
Tipulidae									1	0,03%				
<b>O.Coleoptera</b>														
Elmidae	1	0,02%	17	0,42%	809	9,41%	164	5,50%	863	28,53%	2162	47,57%	746	7,76%
Dystisidae							6	0,20%	1	0,03%			1	0,01%
Gyrinidae													5	0,05%
Scirtidae (Helodidae)					1	0,01%								
<b>S.O Heteroptera</b>														
Belostomatidae													1	0,01%
<b>O.Lepidoptera</b>														
Pyralidae							1	0,03%						
<b>O.Amphipoda</b>														
Hyalellidae	49	1,08%	184	4,60%	337	3,92%			619	20,46%	477	10,50%	394	4,10%
<b>Cl.Ostracoda</b>														
Ostracoda											1	0,02%		
<b>O.Acari</b>														
Acari	230	5,06%	32	0,80%	2	0,02%							1	0,01%
<b>Cl.Oligochaeta</b>														
Oligochaeta	1561	34,35%	1235	30,86%	2254	26,21%	133	4,46%	93	3,07%	31	0,68%	4738	49,28%
<b>Cl. Hirudinea</b>														
Glossiphoniidae			136	3,40%	1	0,01%								
<b>O. Triclada</b>														
Dugesidae	62	1,36%	37	0,92%	211	2,45%			2	0,07%			4	0,04%
<b>Cl. Gastropoda</b>														
Physidae													300	3,12%
Sphaeridae													3	0,03%
<b>O. Odonata</b>														
Aeshnidae											14	0,31%	21	0,22%
Coenagrionidae													2	0,02%
Libellulidae														
<b>P.Nematoda</b>														
Nematoda			1	0,02%	4	0,05%								

Anexo 17. Algunas fotos de macroinvertebrados de la zona de Pascua-lama



Orden Diptera, familia Athericidae



Orden Diptera, familia Ceratopogonidae



Orden Diptera, familia Limoniidae



Orden Diptera, familia Tabanidae



Orden Acari



Orden Amphipoda, familia Hyalellidae



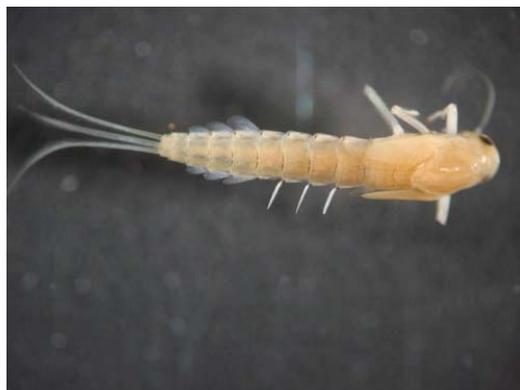
Orden Trichoptera, familia Hydrobiosidae



Orden Trichoptera, familia Hydropsychidae



Orden Ephemeroptera, familia Leptophlebiidae



Orden Ephemeroptera, familia Baetidae



Orden Odonata, familia Aesnidae



Sub-Orden Heteroptera, familia Belostomatidae