

ANEXO 4.6.1

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La metodología aplicada para la evaluación hidrobiológica en la época de verano (febrero – marzo 2005) y la época de invierno (junio 2005) incluyó la ejecución de diferentes actividades que se agrupan en las etapas que se describen a continuación:

1.0 Etapa 1: Determinación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo (PM) se eligieron antes de realizar el trabajo de campo, empleando mapas e imágenes de satélite. La elección consideró dos criterios: a) hábitats acuáticos representativos de cada región o subcuenca hidrográfica y b) posible afectación por las actividades del proyecto. Se eligió en total 50 puntos de muestreo en el área de estudio, cuya ubicación se presenta en el Volumen VI (Mapa 2-2).

Además, durante la época de verano, se evaluó 17 puntos complementarios y sus registros se consideraron en la discusión de los resultados. En la época de invierno se evaluó 51 puntos de muestreo, de ellos 10 puntos no fueron evaluados en la época de verano y dos carecieron de agua, por lo que se eligieron puntos alternativos.

2.0 Etapa 2: Recopilación de datos

En cada punto de muestreo se realizó las siguientes actividades:

- Localización geográfica mediante el sistema de posicionamiento global (GPS) en unidades UTM (sistema WGS 84).
- Descripción de las características físicas como: tipo de hábitat, ancho, profundidad, color aparente del agua, transparencia, tipo de sustrato del lecho, amplitud de la orilla, vegetación ribereña y tipo de corriente.
- Medición de los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto.
- Descripción del estado de conservación del hábitat.
- Conversaciones con pobladores de la localidad sobre uso de los recursos.
- Registro fotográfico.

3.0 Etapa 3: Colecta de muestras de comunidades hidrobiológicas

La colecta de muestras se realizó con diferentes metodologías, en función de la comunidad hidrobiológica evaluada.

3.1 Muestras de plancton

Las muestras se colectaron filtrando 40 litros de agua en una red estándar de plancton de 45 micras. Cada muestra se depositó en frascos plásticos con cierre hermético, y se fijó con una solución de formol al 5 %.

3.2 Muestras de bentos

Para la colecta de estas muestras se empleó una red de suber con marco de 30 x 30 cm. El sedimento se removió en el área del marco y los organismos ingresaron dentro de la red, recolectándose aquellos que quedaron en ella.

En cada punto de muestreo se realizaron tres réplicas para cada muestra con fines cuantitativos. Estas se depositaron en frascos plásticos herméticos y se fijaron con alcohol etílico al 70 %.

3.3 Muestras de peces

Se emplearon redes de 7 m x 2 m y de 3 m x 1,5 m, con abertura de malla de 4 mm, haciendo arrastres hacia la orilla o removiendo las piedras en los ambientes de agua tormentosa. También se empleó una red de mano (calca) para remover el sustrato o entre las plantas acuáticas.

Los organismos capturados se depositaron en baldes plásticos con una solución de formol al 10 %. Antes de 24 horas se colocaron entre gasa de algodón embebida de alcohol al 70 % y en bolsas plásticas cerradas herméticamente.

Todas las muestras de plancton, bentos y peces se rotularon con el código del punto de muestreo, fecha y lugar de colecta.

4.0 Etapa 4: Análisis de las muestras en laboratorio

El material biológico colectado en campo se llevó al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su análisis.

5.0 Etapa 5: Procesamiento de la información

Concluido el análisis de las muestras se realizaron las siguientes actividades:

- Determinación de la composición taxonómica de los organismos presentes en las muestras de plancton, bentos y peces, para elaborar las listas de especies.
- Determinación de la abundancia relativa de las especies o taxa de las comunidades acuáticas para elaborar cuadros con el número de individuos y número de especies por punto de muestreo y hábitats.
- Cálculo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson.
- Elaboración de matrices para obtener un ranking de sensibilidad que agrupe a las diez estaciones más sensibles y prioritarias que presenten valores de índice de diversidad más altos, y mayores números de individuos y especies, y estén presentes todas las comunidades biológicas.

5.1 Elaboración de matrices

El procedimiento de construcción de matrices es el siguiente:

Para cada grupo biológico (fitoplancton, zooplancton, bentos y peces) se construyeron tablas (anexo 4.6.11) en las que se agruparon todas las estaciones con sus códigos, en las columnas siguientes se incluyeron el número de especies, número de individuos, densidad relativa (sólo para bentos), valores del índice de Shannon-Wiener y del índice de Simpson.

Luego se trabajó con fórmulas para cada columna, utilizando condicionales para cada rango de valores, por ejemplo:

5.1.1 Fitoplancton

Se construyó una condicional diferente para cada columna. Para el número de especies: si el número era mayor de 30 entonces le correspondía un valor de 3; si era mayor de 15, pero menor que 30, entonces le correspondía un valor de 2; si el número de especies era mayor de 1, entonces le correspondía un valor de 1, y si era 0, entonces le correspondía un valor idéntico.

Para el número de individuos los límites varían pues estos valores son más altos. Por ello, si el número era mayor que 2 000 entonces le correspondía un valor de 3; si estaba en el rango de 1 001 a 2 000 entonces le correspondía un valor de 2; si el número estaba en el rango de 1 a 1 000 entonces le correspondía un valor de 1, y si el número de individuos era 0, entonces la valoración era la misma.

En el caso del índice de diversidad de Shannon-Wiener, si los valores eran mayores que 4 entonces les correspondía un valor de 3; si estaban en el rango de 2 a 4, entonces les correspondía un valor de 2; si los valores son iguales o mayores que 0,1, les correspondía un valor de 1 y si el valor era 0, entonces le correspondía el mismo valor.

Para el índice de Simpson, si los valores eran mayores que 0,75, entonces su valoración era 3; si eran mayores que 0,5, entonces su valoración era 2; si los valores eran mayores o igual a 0,1 les correspondía un valor de 1 y si el valor era 0, le corresponde un valor idéntico.

Una vez terminada la matriz se hizo una sumatoria horizontal, así cada estación obtuvo un puntaje (P. ej.: el río Torobamba tuvo un puntaje total de 20).

5.1.2 Zooplancton

Se trabajó de forma similar al fitoplancton, solo variaron los rangos de valores. Para el número de especies: si el número era mayor que 8, le correspondía un valor de 3; si era mayor que 4, le correspondía un valor de 2; si el número de especies era mayor o igual a 1, entonces le correspondía un valor de 1 y si era 0, entonces le correspondía el mismo valor.

Para el número de individuos los límites variaron pues estos valores son más altos: si era mayor que 500, le correspondía una valoración de 3, si el número de individuos era mayor de 250, entonces le correspondía un valor de 2, si era mayor que 1, entonces le correspondía un valor de 1.

En el caso del índice de diversidad de Shannon-Wiener, si los valores eran mayores de 2,5, les correspondía una valoración de 3; si eran mayores de 1,5, les correspondía una valoración de 2, si los valores eran mayores o iguales a 0,1, les correspondía un valor de 1 y si el valor era 0, le correspondía una valoración idéntica.

Para el índice de Simpson se utilizó la misma condicional que para el fitoplancton. Finalmente se realizó una sumatoria para la obtención de puntajes para cada estación.

5.1.3 Bentos

En el caso del número de especies, si éste era mayor que 15, entonces le correspondía un valor de 3; si el número era mayor que 8, le correspondía un valor de 2; si el número de especies era mayor o

igual que 1, entonces le correspondía un valor de 1, y si el número de especies era 0, su valoración era la misma.

Para el número de individuos se utilizó la misma condicional empleada para el fitoplancton.

En el caso de la densidad relativa, si el número de individuos por metro cuadrado era mayor que 2 000, le correspondía un valor de 3; si era mayor que 100, le correspondía un valor de 2; si el número es mayor o igual que 1, le correspondía un valor de 1, y si era 0, su valoración era la misma.

Para el índice de Shannon-Wiener, si el valor era mayor que 3, le correspondía una valoración de 3, si era mayor que 2,5, le correspondía una valoración de 2, si era mayor o igual a 0,1, le correspondía una valoración de 1, y si el valor era 0, tenía idéntica valoración.

En el caso del índice de Simpson se utilizó la misma condicional que para el fitoplancton. Al finalizar se realizó una sumatoria para determinar los puntajes de cada estación.

5.1.4 Peces

Para el número de especies, si éste era mayor que 2, le correspondía un valor de 3; si era mayor o igual que 1, entonces le correspondía el valor de 2, y si era 0 su valoración era idéntica.

En el caso del número de individuos, si éste era mayor que 100, le correspondía un valor de 3; si el número de individuos era mayor que 50, le correspondía un valor de 2; si es mayor o igual a 1, le correspondía un valor de 1, y si el número de individuos es 0, le correspondía la misma valoración.

Para el índice de Shannon-Wiener, si los valores eran mayores que 1, les correspondía una valoración de 3; si eran mayores o iguales a 0,5, les correspondía una valoración de 2; si los valores eran mayores o iguales a 0,1, le correspondía una valoración de 1, y si el valor era 0, le correspondía una valoración de 0.

En cuanto al índice de Simpson, si los valores eran mayores de 0,5, le correspondía una valoración de 3; si eran mayores que 0,3, le correspondía una valoración de 2; si eran mayores o iguales a 0,1, le correspondía un valor de 1, y si éste era 0, le correspondía idéntica valoración. Al final se realizó una sumatoria para cada estación y se obtuvo un puntaje final.

Para concluir se sumaron los valores de cada matriz (fitoplancton, zooplancton, bentos y peces) y se obtuvo nuevos puntajes para cada estación; éstos se ordenaron en forma decreciente y se colocaron en una tabla resumen. Las diez estaciones con mayor puntaje fueron elegidas, siguiendo además otras consideraciones biológicas (ver Anexo 4.6.12).