

## **CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO:**

### **OPERACIONES DE PROSPECCIÓN Y ENSAYOS DE EXTRACCIÓN MANUAL Y MECÁNICA DE MEJILLON CEBRA EN LOS EMBALSES DE MEQUINENZA Y RIBARROJA (14-20 de septiembre de 2004)**

En colaboración con el **Regimiento de Pontoneros y Especialidades de Ingenieros (RPEI)** del acuartelamiento Sangenis de Monzalbarba (Zaragoza) y con el apoyo técnico de **Colectivo de Educación Ambiental sl, (CEAM)**.

# RESULTADOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.- Resumen</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2.- Resultado de las prospecciones en el embalse de Mequinenza</b>               | <b>3</b>  |
| <b>3.- Resultado de las extracciones en el Puerto deportivo de Fayón</b>            | <b>5</b>  |
| 3.1.- Dispositivo y resultados de la primera extracción                             | 5         |
| 3.2.- Dispositivo y resultados de la segunda extracción                             | 6         |
| <b>4.- Dispositivo y resultados de la extracción en roca (acantilado sumergido)</b> | <b>8</b>  |
| <b>5.- Balance de las 3 operaciones de extracción</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>6.- Dispositivo y resultados de la prueba de succión</b>                         | <b>10</b> |
| <b>7.- Datos y observaciones complementarias</b>                                    | <b>10</b> |
| 7.1.- Agregados de mejillones   | 10        |
| 7.2.- Muestreo de piedras colonizadas   | 12        |
| <b>8.- Prospecciones en el embalse de Ribarroja</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>9.- Situación en el embalse de Ribarroja en relación con el mejillón cebra</b>   | <b>15</b> |
| <b>10.- Desinfección y observaciones correspondientes</b>                           | <b>15</b> |
| <b>11.- Fiabilidad de los resultados</b>  | <b>17</b> |
| <b>12.- Comentarios</b>   | <b>17</b> |
| <b>13.- Conclusiones</b>  | <b>17</b> |

## 1.- Resumen

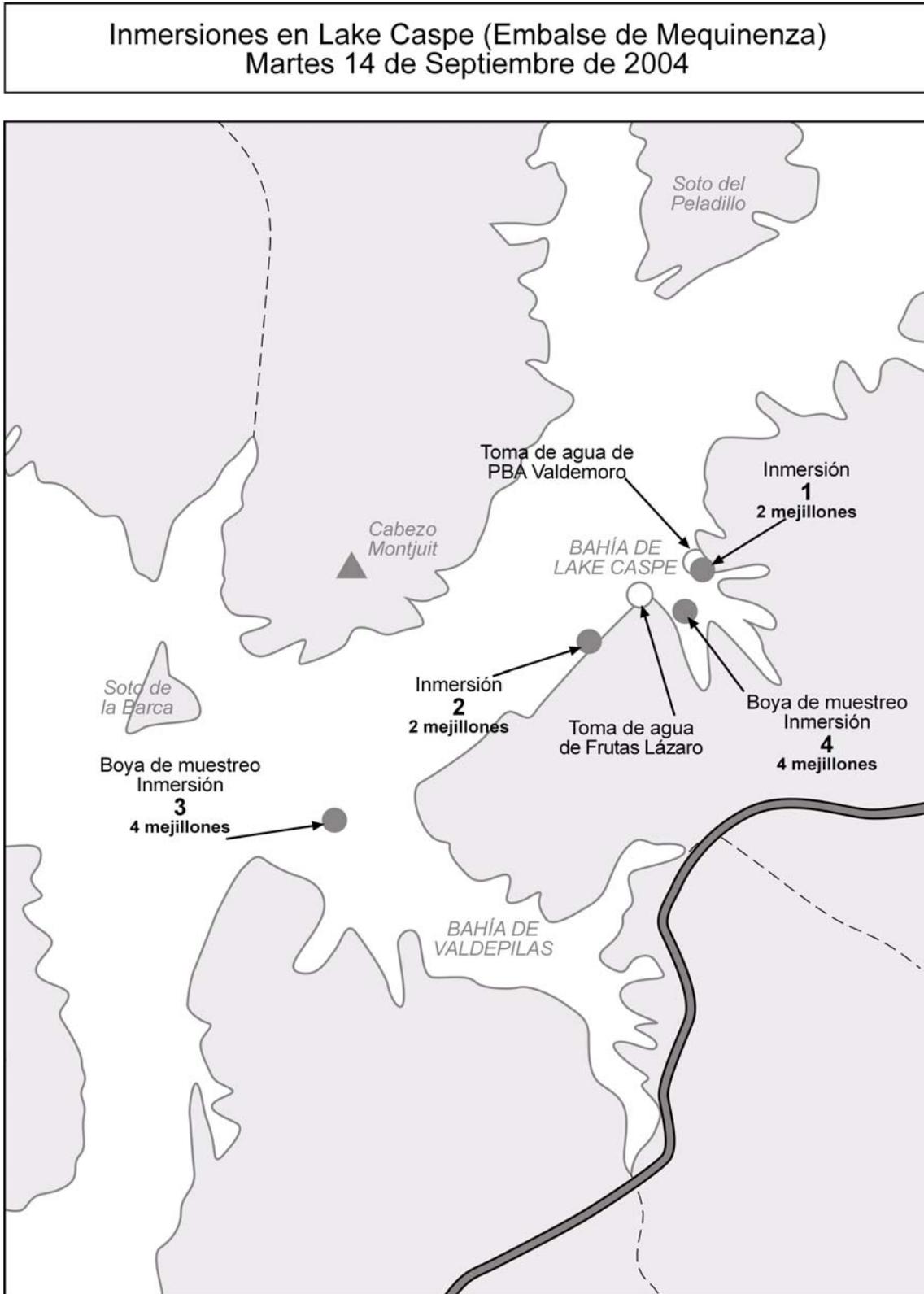
Dentro de sus actuaciones como organismo de cuenca, la Confederación Hidrográfica del Ebro, CHE, en relación con la invasión del mejillón cebra, ha realizado un ensayo de extracción manual y mecánica en el embalse de Ribarroja, en la desembocadura del río Matarraña (puerto deportivo de Fayón) con apoyo del regimiento de Pontoneros (RPEI) del cuartel Sangenis de Monzalbarba. La operación ha tenido lugar desde el 14 de septiembre de 2004, hasta el lunes siguiente día 20, desarrollándose en el transcurso de la misma diferentes prospecciones y ensayos de extracción. Las prospecciones han tenido lugar en el embalse de Mequinenza y en diversos lugares del embalse de Ribarroja y se han realizado tres extracciones manuales y una extracción mecánica. Como resultado de estos ensayos se ha confirmado una presencia, de momento escasa, en el embalse de Mequinenza y muy numerosa en el embalse de Ribarroja. En materia de extracción, se ha comprobado que la operación es factible, si bien requiere de muchos medios y tiempo. El mejillón se desprende del soporte con relativa facilidad y se han comprobado densidades de hasta 10 kg por metro cuadrado. Se ha comprobado la presencia de agregados de mejillones en fondos de lodos, extraíbles tanto manualmente como con ayuda de succionadora de fondo. Los tiempos de extracción manual por unidad de superficie ( $m^2$ ) varían entre 10 y 30 minutos aproximadamente dependiendo de la abundancia y tipo de soporte. La extracción mecánica mediante succionadora de fondo debe ser perfeccionada. Terminada la operación se procedió a la desinfección del material utilizado, incluyendo los plataformas utilizados en la refección del campanario sumergido del pueblo viejo de Fayón. Se puede considerar que los resultados obtenidos en relación con las expectativas iniciales son plenamente satisfactorios, sobretodo desde su punto de vista informativo y práctico. El desarrollo de esta operación ha permitido importantes logros mejorando y ampliando el conocimiento del fenómeno de la invasión del mejillón cebra en los embalses de Mequinenza y Ribarroja, y también en lo relativo a las tareas de prevención y control.

Estos resultados se centran principalmente en los aspectos siguientes:

- 1.- Situación actual del mejillón cebra en el embalse de Mequinenza
- 2.- Aspecto de los fondos del embalse de Ribarroja en la desembocadura del río Matarraña
- 3.- Magnitud de la colonización en el embalse de Ribarroja
- 4.- Tipificación de la colonización en lodos mediante "agregados"
- 5.- Densidades de mejillón por unidad de superficie en función de las características del soporte
- 6.- Posibilidades reales de extracción manual
- 7.- Posibilidad de utilizar métodos de extracción por succión
- 8.- Posibilidades operativas y de cooperación del ejército, recursos humanos y materiales
- 9.- Tiempos de colonización del mejillón
- 10.- Eficacia de los métodos de desinfección y secado

## 2.- Resultado de las prospecciones en el embalse de Mequinenza

Prospecciones en el área de la bahía de Lake Caspe.



Inmersión1: toma de agua del PBA de Valdemoro.

Se localizan dos ejemplares de mejillón, adheridos a tubería, a 5,7 y 11,6 m de profundidad.

Demostración de uso de cámara subacuática.

Inmersión 2: aguas arriba de la toma de frutas Lázaro.

Los buzos bajan hasta 15 m de profundidad. Observan dos individuos de unos 3 cm de longitud, a 3 y 7 m. de profundidad.

Inmersión 3: debajo de la boya a la entrada de la Val de Pilas.

Se observan cuatro ejemplares a distintas profundidades.

Inmersión 4: debajo de la boya de Lake Caspe.

Se observan hasta 4 ejemplares sujetos a la cadena, a distancias de metro y medio cada uno.

Prospecciones en la pared interior de la presa de Mequinenza.

Los buzos se sumergen en varios lugares (compuertas) a profundidades de hasta 15 m sin encontrar ningún ejemplar.

Medidas de los mejillones recogidos para muestra

| Boya de Val de Pilas<br>4 ejemplares | Ribera de Frutas Lázaro<br>2 ejemplares | Boya de Lake Caspe<br>3 ejemplares |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| 24 mm                                | 22 mm                                   | 26 mm                              |
| 23 mm                                | 20 mm                                   | 23 mm                              |
| 19 mm                                |   | 17 mm                              |
| 18 mm                                |   |                                    |

Tamaño medio de estos 9 ejemplares: 21, 3 mm

Comentario

Estas observaciones son coincidentes con otras anteriores, de este mismo verano, realizadas unas por buceadores de la Guardia Civil y otras por los Agentes de Protección de la Naturaleza del Gobierno de Aragón. Muestran ejemplares de tamaño medio, muy dispersos, en diversos puntos del embalse (Bahía de Lake Caspe, Chiprana...). Es importante recalcar que esta presencia no responde a ningún patrón de colonización conocido (tipo "mancha de aceite") porque no se han encontrado colonias (grupos de individuos adheridos en un mismo soporte), ni ejemplares pequeños y los ejemplares hallados presentan un tamaño bastante homogéneo. Esta presencia responde más bien a una "siembra" aleatoria de individuos desprendidos, por ejemplo, de una embarcación. Aunque el número de individuos detectados es muy bajo, es probable que sea suficiente para que se reproduzcan con éxito y que el mejillón cebra consiga

colonizar el embalse de Mequinenza de forma similar a cómo lo ha hecho en Ribarroja. Es muy posible también que las importantes oscilaciones de nivel que se producen en el embalse de Mequinenza constituyan un impedimento para la colonización de los primeros aproximadamente 10 metros del vaso, impedimento insuficiente sin embargo para evitar el impacto en las tomas de agua que, lógicamente, bombean agua por debajo del nivel de estas oscilaciones.

### **3.- Resultado de las extracciones en el Puerto deportivo de Fayón**

El Puerto deportivo de Fayón, situado en la margen izquierda de la desembocadura del río Martarraña se compone de rampa para botadura de embarcaciones y de tres pontones para amarre de las mismas. Las dos primeras extracciones se realizan en este entorno, próximas al pontón central.

#### **3.1.- Dispositivo y resultados de la primera extracción.**

La primera operación de extracción se sitúa próxima a la orilla, a una distancia de 3 metros, paralela a esta orilla, y a una profundidad media de 120 cm. Se señala por medio de una tira de malla naranja de plástico, de un metro de ancho y diez de largo, marcada metro a metro. La malla queda sujeta al fondo por medio de piquetas.

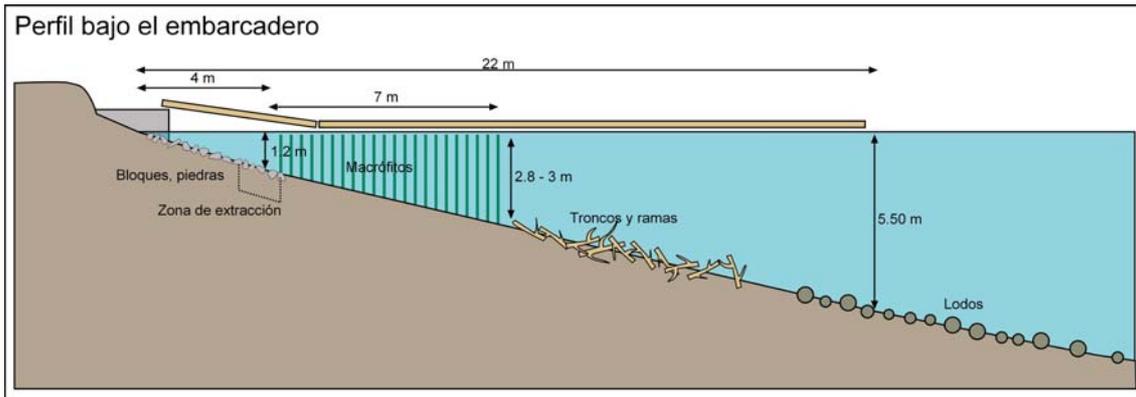
La señalización de la zona de trabajo por parte de los buzos tiene lugar entre las 12h 24 y las 13h 45.

La operación de extracción se realiza por la tarde, con dos buzos, uno en cada punta, trabajando simultáneamente. Cada buzo está apoyado por un compañero que, de pie en el agua se encarga de recoger y acarrear hasta el área de recepción y descarga el material recogido.

Esta operación se inicia a las 16h18 y finaliza poco antes de las 18h. La extracción en la primera cuadrícula es la más laboriosa y finaliza a las 16h 53.

Las cuadrículas se numeran desde el 1 hasta el 10, siendo el número 1 el más próximo al pontón y el 10 el más alejado del mismo.

En el perfil siguiente se ilustra con medidas aproximadas el aspecto de la orilla debajo del pontón y se localiza la zona de extracción.



Resultados de la primera extracción, piedras de orilla

| Nº de parcela | Peso escurrido de mejillón extraído en gramos |
|---------------|---|
| 1             | 9.406   |
| 2             | 2.994   |
| 3             | 10.195  |
| 4             | 2.798   |
| 5             | 628   |
| 6             | 996   |
| 7             | 779   |
| 8             | 399   |
| 9             | 862   |
| 10            | 5.174   |
| TOTAL         | 34.231  |

Tiempo de extracción: 102 minutos, con dos buzos simultáneamente.

Tiempo total de extracción:  $102 \times 2 = 204$  mn para 10 cuadrículas.

Tiempo medio de extracción por cuadrícula : 20 mn (aprox.)

Tiempo de extracción de la parcela 1: 30 mn

El tiempo de extracción varía en función del soporte (tamaño de las piedras y facilidad de extracción), de la cantidad de mejillones presentes y en función también de la propia habilidad de los buceadores que, conforme adquieren práctica, trabajan con mayor celeridad.

Finalizada la extracción se retira la malla pero se coloca una cuerda longitudinalmente para señalar la zona de extracción, con vistas a poder, a posteriori, hacer el seguimiento de la recolonización de la zona limpiada.

### 3.2.- Dispositivo y resultados de la segunda extracción

Esta segunda zona de trabajo se señala a una profundidad de 5,5 m, en fondo de lodos, más allá del final del pontón, de forma diagonal, allí donde se ha detectado la existencia de "agregados" de mejillones. La extracción se inicia a las 18 h 30 y finaliza a las 19h 55, con

cuatro cuadrículas extraídas, y parte de la 5ª. Por la mañana al día siguiente, la extracción se reinicia a las 9h 30 y finaliza aproximadamente una hora después.

La previsión inicial de señalar sobre la malla la ubicación de cada "agregado" de mejillones resultó imposible por falta de visibilidad. La capa superficial de lodo es muy líquida y, en cuanto el buzo acerca la mano y se mueve, se forma una nube que, a penas le deja ver la malla y la numeración que, con anterioridad se había colocado sobre la misma..

Las cuadrículas se numeran desde el 1 hasta el 10, siendo el número 1 el más próximo al pontón y el 10 el más alejado del mismo.

| Resultados de la segunda extracción, fondo de lodo |   |
|--|---|
| Nº de parcela                                      | Peso escurrido de mejillón extraído en gramos |
| 1  | 3.101   |
| 2  | 3.579   |
| 3  | 1.889   |
| 4  | 6.144   |
| 5  | 8.134   |
| 6  | 2.337   |
| 7  | 215   |
| 8  | 1.197   |
| 9  | 1.092   |
| 10   | 0   |
| TOTAL  | 27.688  |

Tiempo total de extracción: 145 mn para 10 cuadrículas (trabajo individual)

Tiempo medio de extracción por cuadrícula : 14, 30 mn (aprox.)

El tiempo de extracción es menor porque la recogida es más fácil, al extraer "agregados" no sujetos a soporte, simplemente posados en el lodo. La última cuadrícula sin "agregados" sólo ha requerido de un tiempo de comprobación.

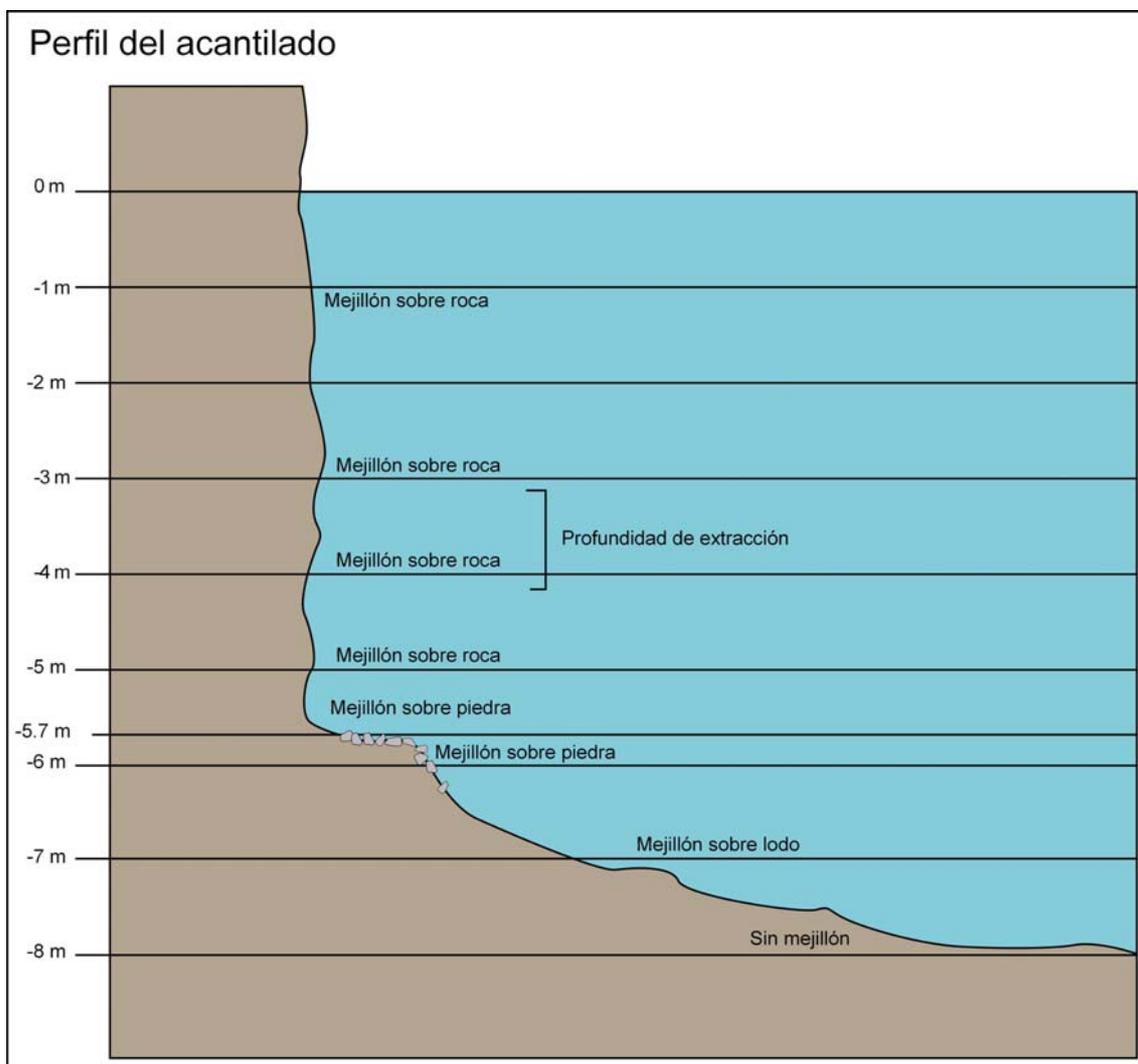
Finalizada la extracción se retira la malla. Cualquier señalización quedaría disimulada por el lodo, removido por el paso de embarcaciones.

Nota: el material extraído está bastante sucio, mezclado con lodo, por lo que se procede a su lavado, antes del pesaje, mediante enjuague con agua limpia, utilizando la rejilla de la tolva.

#### 4.- Dispositivo y resultados de la extracción en roca (acantilado sumergido)

Esta extracción se realiza al pie del gran acantilado, de más de 130 m de altura que se encuentra encima del antiguo túnel de ferrocarril, aguas arriba del puerto deportivo de Fayón. Concretamente, esta extracción se realiza a unos 200 m aguas arriba del túnel (Mapa 1/50.000 nº 443, Fabara, 31T BF 772681).

En un primer momento se sumergen los buzos y hacen la descripción del fondo que se recrea en el siguiente perfil. A continuación seleccionan una banda horizontal con cierta homogeneidad, cubierta de mejillones. Delimitan cinco cuadrículas de 1X1 m y proceden a la extracción del mejillón en las mismas.



| Resultados de la tercera extracción, roca vertical |   |
|--|---|
| Nº de parcela                                      | Peso escurrido de mejillón extraído en gramos |
| 1  | 9.603   |
| 2  | 3.053   |
| 3  | 3.515   |
| 4  | 2.923   |
| 5  | 2.947   |
| TOTAL  | 22.041  |

De la parcela 1 se extrae una cantidad de mejillones mucho mayor que en las posteriores. Los buceadores precisan que esta cuadrícula presenta un saliente rocoso que aumenta su superficie y que en la arista del saliente, la concentración y espesor de los mejillones es mayor.

El tiempo de extracción se escalona entre las 15h15 y las 15h 45, es decir que esta extracción dura no más de 30 minutos. Se realiza con ayuda de una espátula, colocando un pozal debajo para recoger los mejillones desprendidos. Los buceadores ensayan el uso de un pequeño rastrillo, pero si bien el procedimiento es más rápido, algunos mejillones caen fuera del pozal.

En esta extracción han intervenido dos buzos, simultáneamente, de lo que se deduce que el tiempo de extracción resultante es de 12 mn por cuadrícula.

#### 5.- Balance de las 3 operaciones de extracción

| Nº de extracción | Peso escurrido de mejillón extraído en gramos |
|------------------|---|
| 1                | 34.231  |
| 2                | 27.688  |
| 3                | 22.041  |
| TOTAL            | 83.960  |

Son 83.960 gramos extraídos en 25 parcelas de metro cuadrado, con un promedio de 3.358 gramos de mejillón por metro cuadrado.

La cantidad extraída varía de 0 a 10.195 gramos por parcela.

Las cantidades más destacadas son las de la extracción vertical, con un promedio de 4.408 gramos por metro cuadrado.

Los tiempos de extracción varían entre 12 y 20 mn por cuadrícula, según circunstancias, con un promedio de 15, 30 mn. .

## **6.- Dispositivo y resultados de la prueba de succión**

La succionadora de fondo consta de una boca cilíndrica acoplada a un tubo flexible de unos 15 cm de diámetro y unos 20 m de longitud. En la misma boca se acopla un tubo flexible de alimentación de unos 4cm de diámetro, conectado a un compresor en tierra, para inyección de aire a presión. Este aire a presión, introducido en el tubo flexible a la altura de la boca y dirigido hacia la parte trasera de este tubo flexible provoca un efecto de succión de gran potencia. La boca de la succionadora es manejada en profundidad por un buzo. Después de varias pruebas e intentos en los que la succionadora no extraía más que agua limpia, se vio la necesidad de un segundo buceador, a fin de conseguir mantener la boca de la máquina cerca del fondo.

El lugar escogido fue el extremo del pontón central del puerto, a una profundidad de 5 metros, en fondo limoso y llano.

El otro extremo del tubo flexible se mantiene sujeto a la tolva construida al efecto, colocada en el mismo pontón, y sujeta por dos personas.

Se realizó una prueba de unos 12 minutos, trabajando en una superficie estimada de 3 – 4 metros cuadrados.

Como resultado de esta extracción se han obtenido 4.040 grs de mejillón vivo en forma de agregados que podían tener un diámetro medio de unos 6 cm y una mezcla de concha de mejillón muerto con mejillón vivo fragmentado por el impacto con un peso de 5.325 grs.

La separación de ambas fracciones ha sido manual, en el propio caretillo en el que se colocó la muestra extraída e la tolva.

## **7.- Datos y observaciones complementarias**

### **7.1.- Agregados de mejillones**

Se denominan “agregados” los grupos de mejillones que salpican el fondo de lodos, formados a partir de la concha muerta de uno o varios individuos u otro fragmento de material duro caído en el fondo y que no queda enterrado en el lodo. Estos agregados o pequeñas colonias tienen un aspecto bastante homogéneo, con una forma más o menos redondeada y un diámetro variable de entre 2 y 8 cm aproximadamente. Los componen individuos de tamaño variable, mayoritariamente comprendido entre los 25 y 35 mmm de longitud.

Con el fin de tener una idea del peso de los agregados de mejillones recogidos en el fondo de lodos, se ha procedido al pesado de hasta 81 de ellos. Los datos conseguidos se reflejan en la tabla siguiente.

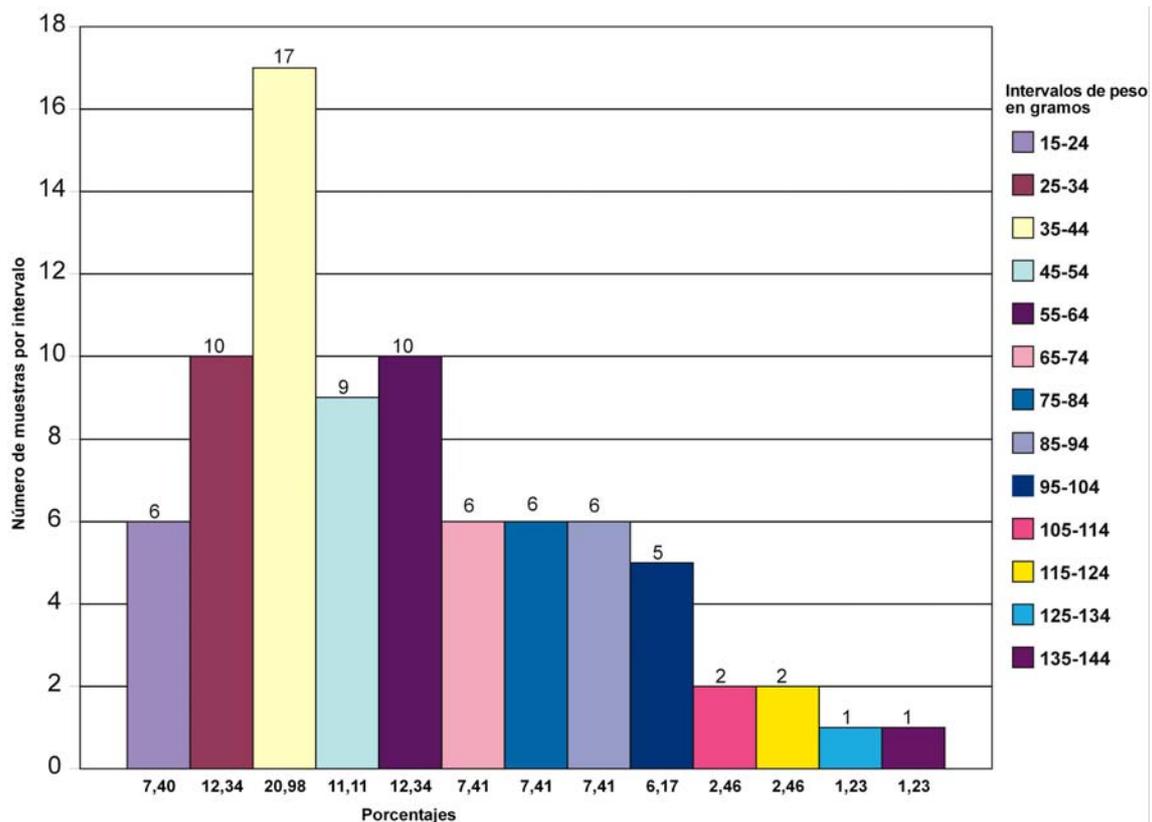
|     |     |     |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 63  | 102 | 102 | 46 | 106 | 70 | 58  | 50 | 109 | 51 |
| 75  | 67  | 25  | 47 | 28  | 94 | 53  | 83 | 83  | 57 |
| 36  | 82  | 117 | 35 | 61  | 86 | 116 | 86 | 31  | 66 |
| 62  | 57  | 69  | 36 | 48  | 68 | 55  | 40 | 40  | 83 |
| 44  | 95  | 94  | 77 | 17  | 38 | 61  | 26 | 35  | 22 |
| 44  | 17  | 16  | 37 | 24  | 37 | 31  | 60 | 102 | 28 |
| 100 | 89  | 92  | 53 | 135 | 35 | 41  | 54 | 45  | 60 |
| 34  | 39  | 34  | 39 | 29  | 32 | 20  | 37 | 72  | 35 |
| 134 |     |     |    |     |    |     |    |     |    |

Peso total de los 81 agregados: 4.757 gr

Peso medio: 58,72 gr

Estos 81 agregados provienen de la segunda parte de la segunda prueba de extracción, del día 16.

En la gráfica siguiente se observa que un 21% de los agregados tienen un peso comprendido en el intervalo 35-44 gramos y que el 56,7% tiene un peso comprendido en el intervalo 25-64 gramos..



Prueba con 2 agregados extraídos de la prospección realizada en la orilla opuesta al Puerto (día 17).

Muestra 1.

Diámetro aproximado: 6 cm.

Peso: 58 grs.

Tamaño medio de mejillón: 2,2 cm. aproximadamente.

Número de mejillones: 35.

Peso medio por mejillón: 1,66 gr

Muestra 2

Diámetro aproximado: 5 cm.

Peso: 41 grs.

Tamaño medio de mejillones: 1,8 cm. aproximadamente.

Número de mejillones: 32

Peso medio por mejillón: 1,28 gr

7.2.- Muestreo de piedras colonizadas

Extracción de 3 piedras cubiertas parcialmente de mejillón, en una capa, durante la prospección llevada a cabo en la orilla derecha de la desembocadura del Matarraña, frente al puerto de Fayón.

Profundidad: 5 metros. (talud con fuerte pendiente).

Objetivo: Conteo de individuos de mejillón para tratar de establecer densidades por tamaño y por unidad de superficie.

Método: recogida manual por parte de buceadores.

Muestra 1.-

Superficie recubierta de mejillón: 240 centímetros cuadrados.

Número de mejillones: 392

Tamaño medio de mejillón: 2,5 cm. aproximadamente.

Densidad correspondiente: 1,63 individuos/cm<sup>2</sup>

o sea: 16.300 individuos/m<sup>2</sup>

Muestra 2

Superficie recubierta de mejillón: 150 centímetros cuadrados.

Número de mejillones: 244.

Tamaño medio de mejillón: 2,5 cm. aproximadamente.

Densidad correspondiente: 1,62 individuos/cm<sup>2</sup>

o sea: 16.200 individuos/m<sup>2</sup>

Muestra 3.-

Superficie cubierta de mejillón: 40 centímetros cuadrados.

Número de mejillones: 245.

Tamaño medio de mejillón: 1 cm.

Densidad correspondiente: 6,12 individuos/cm<sup>2</sup>

o sea: 61.200 individuos/m<sup>2</sup>

Modelo 3D de colonización de superficies por mejillón cebra.

Por comparar datos reales con un modelo teórico, se han diseñado colonias virtuales y se ha calculado el número de mejillones, suponiendo a todos los individuos de la colonia de talla homogénea y una disposición de los individuos horizontal y con la parte recta (zona de secreción del biso) apuntando hacia abajo, sobre un sustrato duro, homogéneo y perfectamente plano, sin rugosidades.

Tras las observaciones de campo se han podido constatar la superposición (por el momento) de hasta 3 capas de mejillones de la misma talla (se suponen de la misma edad) una sobre otra.

En las colonias de mejillones de talla muy variable, la superficie de fijación crece exponencialmente con el número de individuos (hasta siete formas juveniles de 7 mm sobre una forma adulta de unos 30 mm de longitud) es muy frecuente la fijación de unos individuos sobre otros y la formación de agregados de mejillones en ausencia de un sustrato duro, que pueden coalescer entre sí.

*Para una superficie de **1 dm<sup>2</sup>** se han obtenido los siguientes resultados:*

**Mejillones de 35 mm:** 70 mejillones por capa.

En 1m<sup>2</sup>, son 7.000 individuos

En 3 capas 21.000 mejillones

**Mejillones de 25 mm:** 123 mejillones por capa

En 1m<sup>2</sup>, son 12.300 individuos

En 3 capas 36.900 mejillones

**Mejillones de 10 mm:** 630 mejillones por capa.

En 1 m<sup>2</sup>: 63.000 individuos

En 3 capas: 189.000 mejillones

Se observa cierta coherencia entre los datos reales y los modelos teóricos.

## **8.- Prospecciones en el embalse de Ribarroja**

Además de las tres extracciones realizadas, se han realizado otras prospecciones en una de las pilastras del antiguo puente del ferrocarril y en la orilla frente al puerto deportivo de Fayón. También se ha preguntado a los buzos por la presencia de mejillones en otras zonas en las que han realizado maniobras propias.

Pilastra sur (la más próxima al embarcadero de La Pobla de Massaluca) del antiguo puente de entrada a túnel.

Se encuentra mejillón tapizando las paredes a partir de los 2-3 m de profundidad y hasta 6-7 m. A partir de los 8 m, el mejillón se encuentra de forma discontinua y dispersa. El fondo de lodo se encuentra a los 9,70 m y en este fondo, sólo se encuentra cascarilla de mejillón. La población máxima se sitúa entre los 2 y 6 m.

Orilla opuesta a puerto deportivo de Fayón

De las 2 inmersiones realizadas se han extraído muestras que fueron analizadas con detalle (ver apartado anterior).

En la parte visible desde la embarcación, se aprecia mejillón de forma discontinua a partir de 1 m de profundidad, cubriendo las piedras de fondo. El mejillón es abundante entre los 2 y 6 m, en piedras y roca.

La segunda inmersión se realiza muy próxima a la primera, en una zona más vertical. El mejillón tapiza la roca hasta los 9, 50 m de profundidad. A pie de este escarpe se inicia un fondo de lodos desprovisto de mejillones.

Campanario semi sumergido de Fayón

Las paredes exteriores del campanario aparecen totalmente tapizadas, a partir de 1 m de profundidad, sin que se halla precisado el límite inferior de este poblamiento.

Entrada norte del túnel del ferrocarril

En este lugar también es muy abundante el mejillón. La parte superior del túnel se encuentra aproximadamente a unos 3 m debajo del nivel del embalse y el mejillón se ha introducido en el interior del túnel hasta una distancia sin precisar.

Estructura sumergida del puente del ferrocarril que salvaba la desembocadura del río Matarraña, con anterioridad a la construcción del embalse.

La parte superior de esta estructura se encuentra a unos 3 m. de profundidad, y toda esta estructura metálica se halla cubierta de mejillones.

### Otras pruebas

Demostración de uso de sonar para batimetría

Los responsables de las operaciones anfibas han realizado también una ruta con una de sus embarcaciones dotada de sonar para mostrar las posibilidades de sondeos batimétricos.

Uso de cámara subacuática

En varias inmersiones, se ha podido hacer uso de esta cámara para visualizar los mejillones en el fondo. En particular, esta cámara ha sido utilizada el día de los medios de comunicación.

### 9.- Situación en el embalse de Ribarroja en relación con el mejillón cebra

Las operaciones realizadas a lo largo de esta semana confirman anteriores observaciones, pero sobretodo recalcan que el embalse de Ribarroja está literalmente infestado por el mejillón cebra, que tapiza gran parte de los fondos disponibles, de manera continua, densa, y formando capas de hasta 3 y 4 cm de espesor. La presencia de una gran cantidad de conchas de animales muertos mezclada con el lodo de fondo demuestra que la especie ha podido formalizar uno o varios ciclos vitales, hasta la muerte de los individuos.

### 10.- Desinfección y observaciones correspondientes

Dentro del acuerdo con el Regimiento figuraba la desinfección del material usado en las labores de prospección y de extracción.

En un principio se pensaba contar para este menester con la propia instalación de desinfección de la localidad de Fayón, situada en la zona industrial de esta localidad. No obstante, resultaba más cómodo realizar la desinfección a la salida del agua, para poder cargar el material en los camiones, de forma definitiva. Por otra parte, se ha constatado que las plataformas usadas para la restauración del campanario del pueblo sumergido de Fayón (cedidas y colocadas por este mismo Regimiento de Pontoneros) y que habían permanecido en el agua por un periodo de mes y medio, presentaban un buen número de mejillones adheridos. En estas condiciones, el técnico responsable del organismo de cuenca acordó con CEAM SL que era conveniente proceder a la desinfección pormenorizada de estas plataformas y de las piezas con las que se unen (colonizadas también por la plaga). Cargar estas plataformas en el Puerto, para luego descargarlas en la estación y cargarlos de nuevo no parecía tener sentido, por lo que se acordó que CEAM SL trajera a Puerto la maquinaria necesaria a esta desinfección. De esta manera, siendo el lunes el día en que el Regimiento procedía en sacar el material del agua y en cargar el convoy, este fue el día dedicado a las tareas de desinfección por parte de CEAM SL.

Del material de buceo, se procedió a la desinfección de las cuatro embarcaciones, a la desinfección externa de los motores, a la desinfección de la maquinaria de succión y otros utensilios. Los materiales delicados como ropa de buceo y bombonas de oxígeno serían sometidos a secado y cuarentena en el mismo acuartelamiento. Estas tareas ocuparon la mañana, hasta la hora de comer. Por la tarde, se procedió a la desinfección de las plataformas y accesorios, así como de las dos lanchas remolcadoras.

Para el abastecimiento de agua de la hidrolimpiadora, el Agente de Protección de la Naturaleza del Gobierno de Aragón que estaba presenciando la operación se brindó en facilitar su propia bomba para incendios, controlando en todo momento su buen funcionamiento y el adecuado ajuste de caudal.

La desinfección de las 20 plataformas, de las dos lanchas y cajas de piezas de acoplamiento de plataformas se prolongó por más de 4 horas, a las que añadir la recogida y transporte de toda la maquinaria.

Observaciones relativas a esta desinfección.

Los mejillones adheridos en las plataformas y piezas de acoplamiento de las mismas no llegaban a formar una capa continua tratándose más bien de individuos sueltos, salvo en algunas prominencias de enganche de estas plataformas. Eran mejillones de tamaño bastante uniforme, entre 5 y 15 mm de longitud.

Con la aplicación de agua caliente (70-80º) a presión, se consigue la eliminación de la gran mayoría de mejillones adheridos, salvo en los citados enganches. En éstos, quedan algunos mejillones adheridos que, después del tratamiento aparecen muy deteriorados, rompiéndose con facilidad.

A este tratamiento exhaustivo, los militares se comprometieron a aplicar un secado prolongado y cuarentena de varios meses antes de volver a usar estas mismas plataformas en otras aguas. En ninguno de los materiales usados a lo largo de la semana aparecieron mejillones adheridos. Algunas plataformas fueron sacadas del agua el miércoles día 15, permaneciendo en la orilla hasta cinco días, con un tiempo seco y soleado. Antes de la desinfección se recogieron algunos ejemplares de estas plataformas y se mantuvieron en agua posteriormente durante una semana, comprobando que estaban muertos. Esta estancia fuera del agua de cinco días fue suficiente para su muerte.

Estas observaciones confirman diversas informaciones bibliográficas.

El Agente de Protección de la Naturaleza comentaba que en el trayecto Caspe Zaragoza (trasladando muestras para el Gobierno de Aragón, al laboratorio de La Alfranca) llegaban los mejillones a morir y que, para conservarlos en buenas condiciones, era necesario trasladarlos en una nevera.

## 11.- Fiabilidad de los resultados

Si bien la delimitación de las cuadrículas se ha ajustado al m<sup>2</sup> con el uso de la malla en fondo, la visibilidad del buceador se ve muy reducida por la agitación de los lodos y la recogida de mejillones se hace en parte a tientas. Es preciso destacar también que, en la operación, han intervenido distintos buzos, sin que estas personas hayan recibido preparación específica para este trabajo. Por lo tanto, es difícil garantizar la homogeneidad de la extracción en cada cuadrícula, siendo que el método empleado ha sido bastante empírico. No obstante, y en su conjunto, la extracción arroja resultados bastante coherentes que dan una idea aproximada de la densidad de mejillones que existe en las zonas prospectadas del embalse de Ribarroja.

## 12.- Comentarios

Esta operación ha aportado, entre otras, dos informaciones destacables. La primera referente al poblamiento de “agregados” en fondos de lodos y la segunda es la posibilidad de extraer todos los mejillones adheridos a un soporte, con cierta facilidad.

Como consecuencia, el trabajo realizado ha sido más riguroso en el sentido en que todo el mejillón extraído ha podido ser pesado, separado de su soporte y debidamente escurrido.

No se ha dispuesto del tiempo necesario para proceder a la extracción de ramas sumergidas para calcular densidades de mejillón por unidad lineal. Tampoco ha sido posible establecer un mapa de distribución de “agregados” en fondo por falta de visibilidad.

Tampoco se ha podido realizar una grabación pormenorizada de fondos con mejillones.

Es de subrayar la buena disposición mostrada en todo momento por el personal militar de este Regimiento, el interés demostrado y la entrega en estas labores algo ingratas y reiterativas. El ambiente de cordialidad, cooperación y entendimiento que ha estado patente entre todas las personas implicadas, militares y técnicos del organismo de cuenca, de CEAM SL y del Gobierno de Aragón ha creado un ambiente de trabajo muy apropiado para el desarrollo de esta operación. Aparentemente, para todos los participantes, esta ha sido una experiencia valiosa y llena de enseñanzas, únicamente deslucida por la magnitud y gravedad del problema planteado por la invasión del mejillón cebra.

## 13.- Conclusiones

La operación, en los términos planteados inicialmente, se ha desarrollado con resultados satisfactorios, tanto en el plano técnico como humano. Se ha demostrado que la extracción manual y mecánica del mejillón cebra es posible sí bien costosa en tiempo y recursos humanos. La limpieza total de 1m<sup>2</sup> de superficie, en condiciones experimentales, cuesta unos 15 minutos de buceo de media para la extracción de algo más de tres kilos de mejillón. El uso de una succionadora de fondo puede ser una solución interesante que merece ser estudiada con detenimiento, empezando por estudiar el material existente en el mercado con posibles

adaptaciones. No es descabellado imaginar una máquina que sería manipulada desde embarcación (sin necesidad de buceador) y que se pueda dirigir con cierta precisión, apta para fondos y cantiles sumergidos.

A la vista de la operación realizada, resulta factible plantear operaciones en las que se podría hacer un muestreo más detallado de cálculo de densidades o evolución de colonias.

#### *Algunos cálculos hipotéticos*

Los resultados obtenidos en cuanto a densidades y tiempos de extracción manual por buceadores permite hacer una estimación, si bien fuera de realidad, de lo que podría costar un trabajo de gran envergadura...

El embalse de Ribarroja mide unos 32 km. de largo (sin contar la desembocadura del Segre y Cinca), con una anchura media de 500 m, lo que supone un perímetro de 66 km y una superficie de 16 km<sup>2</sup> o de 160.000 hectáreas.

Estimando una profundidad media de 15 m, y suponiendo que los fondos con lodos no están colonizados, el mejillón cebra puede cubrir una superficie potencial de:

$$66.000 \times 15 = 990.000 \text{ m}^2$$

Con una media de 3,3 kg de mejillones por metro cuadrado, la biomasa correspondiente es de  $990.000 \times 3,3 = 3.267.000$  kg, o sea, 3.267 toneladas de mejillón.

La extracción manual supone dedicar una media de 15 mn por m<sup>2</sup>

Lo que supone un tiempo de extracción de  $15 \times 990.000 = 14.850.000$  minutos

O sea, 247.500 horas o 30.938 jornadas laborales.

Contando 20 jornadas/mes, 11 meses al año, suman 774 semanas de trabajo.

Son 16 años con 4 buzos (2 horas de inmersión/día para cada persona).

A sueldo de especialista y gastos, 3000 euros/mes/persona

$$3000 \times 12 \times 16 \times 4 = 2.304.000 \text{ euros}$$

705,23 euros/tonelada

0,70 euros/kilo

Lógicamente, un trabajo de estas características sería totalmente ineficaz por la rápida recolonización del mejillón cebra. Estas cifras sólo recalcan la magnitud del problema.

La recogida manual sólo puede servir para liberar superficies reducidas, de forma temporal. Las técnicas mecánicas mediante aspiración o succión que pudieran llevarse a cabo sin buzos, desde embarcación en superficie podrían ser útiles. Estas posibilidades podrían ser investigadas.



14/09/2004, preparativos en la Val de Tamariu para salir a prospectar la pared del embalse.



Vista del embalse de Ribarroja desde la ermita de Fayón. A la derecha, la desembocadura del Martarraña.



Traslado del equipo de buceo desde la desembocadura de la Val de Pilas hacia la Bahía de Lake Caspe.



Preparación



Colocación del tubo de la succionadora





Tolva de recepción y filtración del material extraído por succión



Compresor para generar aire a presión



Segregación del material extraído, entre muerto (derecha) y vivo (izquierda)



Colonización en plataformas y piezas de conexión después de mes y medio de inmersión en Ribarroja





Recepción en orilla de los mejillones extraídos, sueltos o adheridos a soporte



En la plataforma, observando el material extraído de la roca



### El equipo de trabajo



Dirección técnica de la Confederación Hidrográfica del Ebro: Concha Durán

Dirección militar: Capitán Ruiz, Sargento primero Vicente

Apoyo logístico Colectivo de Educación Ambiental SL, Henri Bourrut Lacouture, José Barranco, Santiago Alberto

Colaboración Gobierno de Aragón: Yasmina Bernat, Pedro Martínez, Alfredo Legaz