

**ASISTENCIA TÉCNICA EN LA CARACTERIZACIÓN
GRANULOMÉTRICA EN LOS RÍOS CIGÜELA Y
VALDEPINEDA (CUENCA). SEGUIMIENTO DE LA
RESTITUCIÓN DEL LECHO.**

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL III

Noviembre 2003



Elaborado por:
Cimera Estudios Aplicados S.L.
Parque Científico de Madrid.
Campus de Cantoblanco-UAM
Pabellón C
28049 Madrid

Para:
Instituto Geológico y Minero de
España
Ríos Rosas 23.
28003 Madrid

INDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PUNTOS DE MUESTREO | 2 |
| 3 | MÉTODOS | 3 |
| 3.1 | ANÁLISIS QUÍMICOS DEL CONTENIDO EN FÓSFORO TOTAL Y ORTOFOSFATO EN EL AGUA. | 3 |
| 3.2 | REALIZACIÓN DE MEDIDAS DE PROFUNDIDAD-VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN TRANSECTOS TRANSVERSALES. CÁLCULO DE CAUDALES..... | 3 |
| 3.3 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SEDIMENTO DEL RÍO..... | 4 |
| 4 | RESULTADOS | 6 |
| 4.1 | ANÁLISIS QUÍMICOS DEL CONTENIDO EN FÓSFORO TOTAL Y ORTOFOSFATO EN EL AGUA. | 6 |
| 4.2 | REALIZACIÓN DE TRANSECTOS TRANSVERSALES DE PROFUNDIDAD-VELOCIDAD DE LA CORRIENTE Y CÁLCULO DE CAUDALES. | 6 |
| 4.3 | MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SEDIMENTO | 16 |

1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de poder realizar el *Plan de Seguimiento de los Efectos de los Cruces de Gasoductos con Ríos Vadeables*, y de acuerdo con el CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME), el IGME estima la necesidad de disponer de los servicios de CIMERA ESTUDIOS APLICADOS para la realización de la CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA EN LOS RÍOS CIGÜELA Y VALDEPINEDA.

Con fecha de 28 de junio de 2002, el Director General del IGME aprueba la propuesta de adjudicación “ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA EN LOS RÍOS CIGÜELA Y VALDEPINEDA (CUENCA). SEGUIMIENTO DE LA RESTITUCIÓN DEL LECHO” a CIMERA ESTUDIOS APLICADOS S.L.

El objeto de esta colaboración es la realización de la caracterización hidrológica y granulométrica en dos tramos de los ríos Cigüela y Valdepineda, con el fin de conocer el efecto de las diferentes etapas de la obra de construcción de un gasoducto (Gasoducto Tarancón-Cuenca-Fuentes) en su cruce con estos ríos.

El ámbito de este trabajo se extiende a un tramo de una longitud aproximada de 700 m en el río Cigüela y 500 m en el río Valdepineda, a la altura de la localidad de Horcajada de la Torre (Cuenca).

El presente estudio supone el tercer informe de resultados de las campañas de muestreo llevadas a cabo en los dos ríos mencionados al objeto de establecer una aproximación a la valoración de impactos a través del estudio de parámetros fisicoquímicos y granulométricos. A lo largo de las dos campañas incluidas en este informe, (05/06/02 y 19/10/02) se han recogido muestras representativas de los estados previos y posteriores a la realización de labores con efectos sobre ambos ríos.

Seguidamente se detalla la metodología utilizada en los trabajos de campo y laboratorio, así como los resultados.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

La localización de los puntos de muestreo fue coordinada por un equipo del IGME y el equipo de CIMERA ESTUDIOS APLICADOS, definiendo el protocolo de muestreo en cada uno de ellos a lo largo de un gradiente generado por la actividad de la obra (ver Figura 1). Las fechas de muestreo se ajustaron al calendario de las actuaciones realizadas en la obra de restitución ambiental de estos ríos.

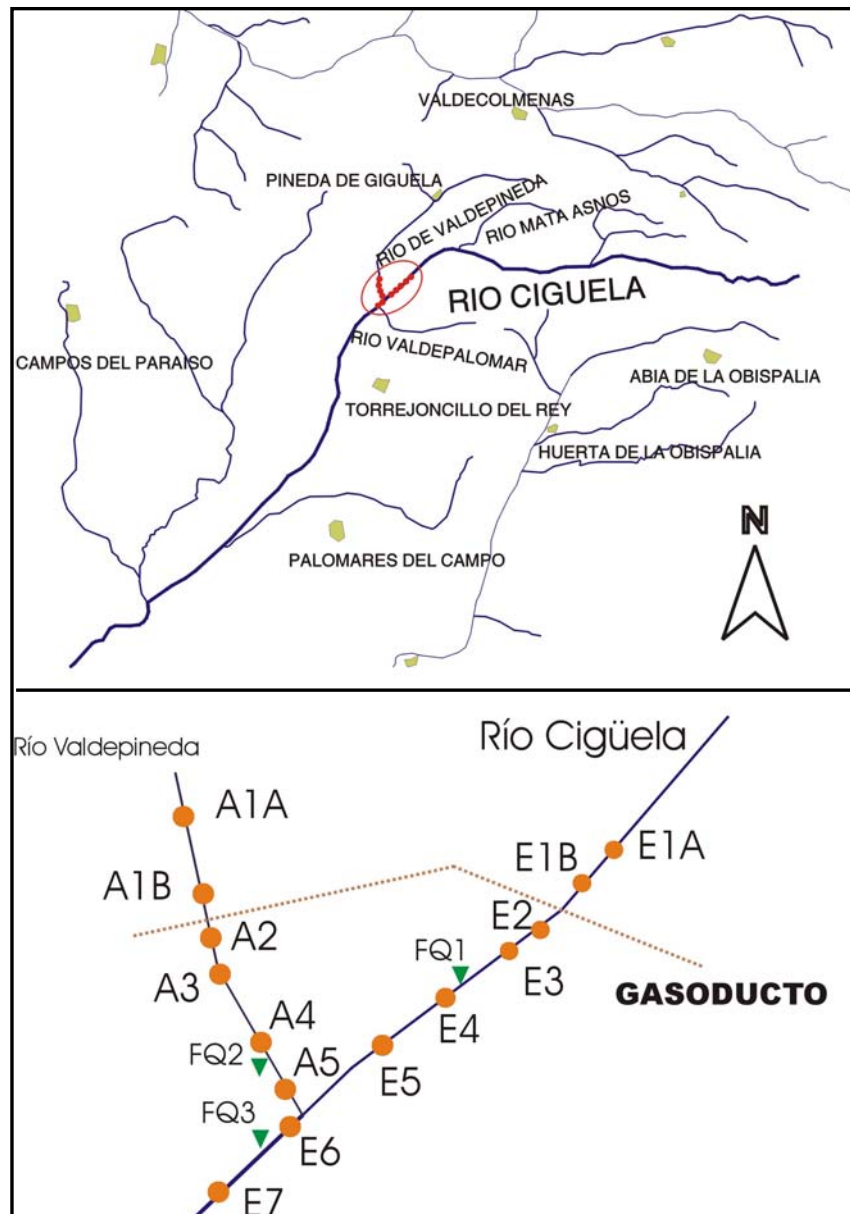


Figura 1. Localización esquemática de las estaciones de muestreo en los ríos Cigüela y Valdepineda.

3 MÉTODOS

Los parámetros medidos por parte de la asistencia técnica de CIMERA ESTUDIOS APLICADOS son los siguientes:

3.1 Análisis químicos del contenido en fósforo total y ortofosfato en el agua.

Equipos e instrumental de campo utilizado:

- Envases esterilizados de 100 ml.
- Equipo portátil de filtración SWINNES
- Filtros Watman GF/C
- Nevera portátil

Metodología:

En cada punto de muestreo de parámetros químicos y para cada fecha indicados, se han tomado 100 ml. de muestra para cada parámetro de estudio.

| <i>Analito</i> | <i>Método de muestreo</i> |
|---|--|
| Fósforo total P_t | Muestra simple tomada en zona de caudal máximo |
| Fósforo reactivo soluble PRS (ortofosfato) | Muestra filtrada tomada en zona de caudal máximo |

| <i>Analito</i> | <i>Fósforo total P_t</i> | <i>Fósforo reactivo soluble PRS (ortofosfato)</i> |
|---------------------------|---|---|
| Método de análisis | PhosVer3 Method * | PHOSVER3 WITH ACID PERSULFATE DIGESTION METHOD** |
| Rango | 0,01 · 1,60 mg/l P | 0,06 · 1,10 mg/l P |
| Precisión | 0,01 mg/l PO ₄ ³⁻ | 0,06 mg/l PO ₄ ³⁻ |
| Aplicabilidad | Aguas dulces y saladas | Aguas dulces y saladas |

* Método registrado por Hach nº 8048 equivalente al método EPA 365.2 y al Standard Method 4500-P E.

** Método registrado por Hach nº 8190 aceptado por la US EPA para análisis de aguas residuales.

3.2 Realización de medidas de profundidad-velocidad de la corriente en transectos transversales. Cálculo de caudales.

Equipo e instrumental utilizado en campo:

- Cinta métrica.
- Corrientímetro digital FLOW PROBE.

Metodología:

Se realizaron como mínimo 8 medidas de profundidad y velocidad de la corriente en cada transecto, vadeándose el río y tomando la distancia a la orilla con la ayuda de la cinta métrica.

Trabajo de gabinete:

Basándose en la ecuación:

$$\text{CAUDAL } Q = \text{VELOCIDAD} \times \text{SECCIÓN}$$

Se integran las diferentes medidas obtenidas en campo creando subsecciones. El sumatorio de los caudales obtenidos en cada subsección da como resultado el caudal total en l/s para cada transecto.

3.3 Análisis granulométrico del sedimento del río.

Equipo e instrumental utilizado en campo:

- Cilindro toma-muestras de metacrilato de 6 cm de diámetro.
- Duquesas de 500 ml de capacidad

Equipo e instrumental utilizado en laboratorio:

- Tamices calibrados de 50, 250, 500 y 1000 μm
- Estufa de secado universal de rango 40 a 250 $^{\circ}\text{C}$.
- Balanza analítica de tres decimales precisión 0,001 gr.
- Crisoles cerámicos.

Metodología:

Para la extracción del sedimento, el cilindro toma-muestras se clava en el lecho del río extrayendo los 5 primeros cm de sedimento (ver Figura 2). Se deposita la muestra en una duquesa convenientemente identificada. Este procedimiento, se repite 3 veces en cada punto de muestreo, obteniéndose 3 réplicas.

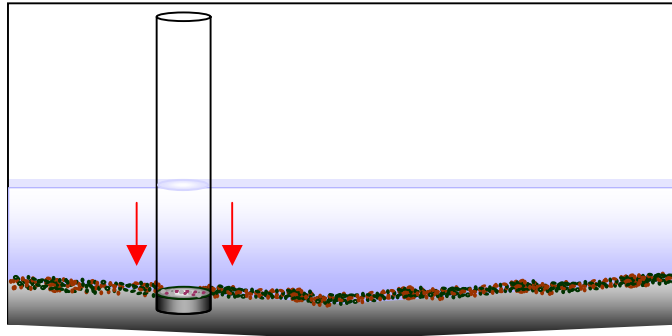


Figura 2. Técnica para la extracción del sedimento.

Las muestras de sedimento se depositan en los tamices y se separan lavándolas abundantemente, en las siguientes fracciones: 1000-500 μm , 500-250 μm , 250-50 μm . A continuación se depositan en crisoles previamente tarados. Se secan en la estufa a 105 $^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas y se pesan en una balanza analítica.

4 RESULTADOS

4.1 Análisis químicos del contenido en fósforo total y ortofosfato en el agua.

A continuación se muestran los resultados fisicoquímicos obtenidos del análisis de las muestras tomadas en las distintas fases del proyecto.

. Seguimiento 1 (05/06/02)

| Muestra | Fecha | Fósforo total Pt (mgP/l) | Fósforo reactivo soluble PRS (ortofosfato) (mgP/l) |
|---------|----------|--------------------------|--|
| FQ1 | 05/06/02 | 0,08 | 0,05 |
| FQ2 | 05/06/02 | 0,2 | 0,06 |
| FQ3 | 05/06/02 | 0,11 | 0,08 |

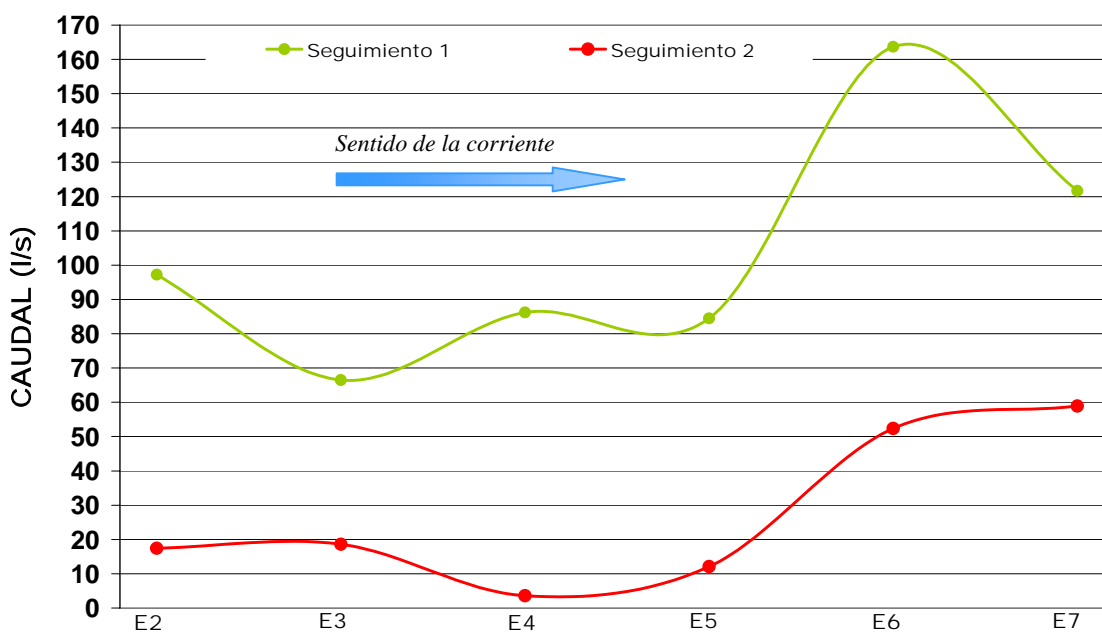
. Seguimiento 2 (19/10/02)

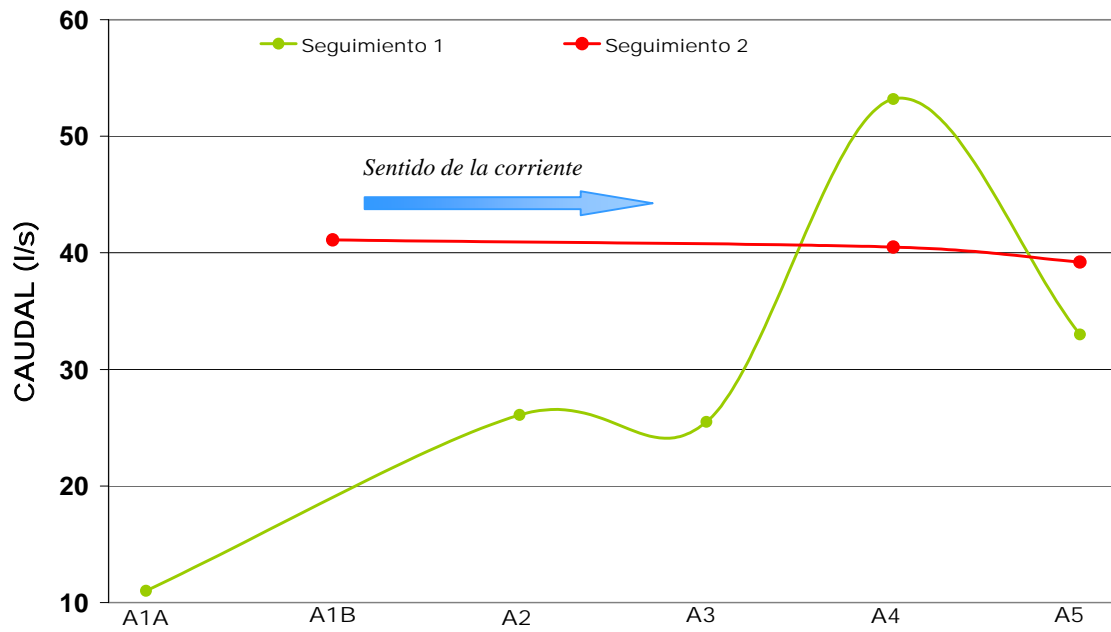
| Muestra | Fecha | Fósforo total Pt (mgP/l) | Fósforo reactivo soluble PRS (ortofosfato) (mgP/l) |
|---------|----------|--------------------------|--|
| FQ1 | 19/10/02 | 0,05 | 0,03 |
| FQ2 | 19/10/02 | 0,12 | 0,09 |
| FQ3 | 19/10/02 | 0,22 | 0,16 |

4.2 Realización de transectos transversales de profundidad-velocidad de la corriente y cálculo de caudales.

Tabla resumen de caudales (l/s)

| PUNTO | | Seguimiento 1 (05/06/02) | Seguimiento 2 (19/10/02) |
|-------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| CIGÜELA | E1A | V=0,15 m/s Prof=21 cm | V=0,01 m/s Prof=10 cm |
| | E1B | V=0,28 m/s Prof=11 cm | V=0,1 m/s Prof=17 cm |
| | E2 | 97,2 | 17,4 |
| | E3 | 66,5 | 18,6 |
| | E4 | 86,2 | 3,6 |
| | E5 | 84,5 | 12,1 |
| | E6 | 163,7 | 52,4 |
| VALDEPINEDA | E7 | 121,7 | 58,9 |
| | A1A | 11 | - |
| | A1B | V=0,1 m/s | 41,1 |
| | A2 | 26,1 | V=0,26 m/s Prof=11 cm |
| | A3 | 25,5 | V=0,02 m/s Prof=22 cm |
| | A4 | 53,2 | 40,5 |
| A5 | 33 | 39,2 | |





RÍO: CIGÜELA

PUNTO: E7

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 121,7 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|--------------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.3 |
| T2 | 0.23 | 0.11 | 0.4 |
| T3 | 0.28 | 0.24 | 0.3 |
| T4 | 0.36 | 0.37 | 0.2 |
| T5 | 0.36 | 0.34 | 0.3 |
| T6 | 0.34 | 0.23 | 0.3 |
| T7 | 0.3 | 0.04 | 0.5 |
| T8 | 0.25 | 0.01 | 0.4 |
| T9 | 0.1 | 0.01 | 0.3 |
| | TOTAL | | 3 |

RÍO: CIGÜELA

PUNTO: E6

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 163,7 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|--------------|-----------------|---------------|
| T1 | 0.14 | 0.01 | 0.6 |
| T2 | 0.16 | 0.2 | 0.5 |
| T3 | 0.23 | 0.4 | 0.4 |
| T4 | 0.3 | 0.38 | 0.7 |
| T5 | 0.21 | 0.23 | 0.3 |
| T6 | 0.24 | 0.08 | 0.5 |
| T7 | 0.15 | 0.16 | 0.5 |
| T8 | 0.17 | 0.01 | 0.6 |
| | TOTAL | | 4,1 |

RÍO: CIGÜELA

PUNTO: E5

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 84,5 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0.14 | 0.01 | 0.7 |
| T2 | 0.28 | 0.14 | 0.8 |
| T3 | 0.36 | 0.17 | 0.4 |
| T4 | 0.34 | 0.1 | 0.6 |
| T5 | 0.37 | 0.01 | 0.7 |

| | | | |
|----|------|--------------|------------|
| T6 | 0.33 | 0.01 | 0.9 |
| | | TOTAL | 4,1 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E4
FECHA: 5/6/02
CAUDAL: 86,2 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.6 |
| T2 | 0.17 | 0.01 | 0.4 |
| T3 | 0.25 | 0.09 | 0.5 |
| T4 | 0.29 | 0.2 | 0.5 |
| T5 | 0.32 | 0.22 | 0.3 |
| T6 | 0.32 | 0.16 | 0.4 |
| T7 | 0.24 | 0.01 | 0.6 |
| T8 | 0.35 | 0.01 | 0.7 |
| | | TOTAL | 4 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E3
FECHA: 5/6/02
CAUDAL: 66,5 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|-----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.4 |
| T2 | 0.23 | 0.01 | 0.6 |
| T3 | 0.26 | 0.01 | 0.4 |
| T4 | 0.32 | 0.17 | 0.2 |
| T5 | 0.31 | 0.21 | 0.2 |
| T6 | 0.25 | 0.17 | 0.2 |
| T7 | 0.21 | 0.18 | 0.3 |
| T8 | 0.21 | 0.09 | 0.3 |
| T9 | 0.17 | 0.21 | 0.3 |
| T10 | 0.22 | 0.01 | 0.3 |
| | | TOTAL | 3,2 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E2
FECHA: 5/6/02
CAUDAL: 97,2 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--|----------|-----------------|---------------|
|--|----------|-----------------|---------------|

| | | | |
|--------------|------|------|------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.6 |
| T2 | 0.15 | 0.28 | 0.5 |
| T3 | 0.14 | 0.7 | 0.4 |
| T4 | 0.13 | 0.4 | 0.3 |
| T5 | 0.15 | 0.25 | 0.3 |
| T6 | 0.13 | 0.2 | 0.4 |
| TOTAL | | | 2,5 |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A5

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 33 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.25 |
| T2 | 0.17 | 0.01 | 0.25 |
| T3 | 0.26 | 0.2 | 0.25 |
| T4 | 0.22 | 0.37 | 0.5 |
| TOTAL | | | 1,25 |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A4

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 53,2 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.1 |
| T2 | 0.03 | 0.01 | 0.3 |
| T3 | 0.11 | 0.42 | 0.4 |
| T4 | 0.21 | 0.09 | 0.3 |
| T5 | 0.21 | 0.19 | 0.3 |
| T6 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| T7 | 0.15 | 0.01 | 0.2 |
| T8 | 0.11 | 0.01 | 0.4 |
| TOTAL | | | 2,3 |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A3

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 45,2 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0 | 0 | 0 |
| T2 | 0.25 | 0.01 | 0.5 |

| | | | |
|--------------|------|----------|------|
| T3 | 0.24 | 0.16 | 0.5 |
| T4 | 0.2 | 0.26 | 0.5 |
| T5 | 0.13 | 0.02 | 0.25 |
| T6 | 0 | 0 | 0.25 |
| TOTAL | | 2 | |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A2

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 26,1 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0.2 | 0.27 | 0 |
| T2 | 0.15 | 0.24 | 0.5 |
| T3 | 0.19 | 0.24 | 0.5 |
| T4 | 0 | 0 | 0.5 |
| TOTAL | | 1,5 | |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A1A

FECHA: 5/6/02

CAUDAL: 11 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0 | 0 | 0 |
| T2 | 0.23 | 0.02 | 0.5 |
| T3 | 0.3 | 0.06 | 0.5 |
| T4 | 0.22 | 0.01 | 0.5 |
| T5 | 0.17 | 0.01 | 0.5 |
| T6 | 0 | 0 | 0.5 |
| TOTAL | | 2,5 | |

RÍO: CIGÜELA

PUNTO: E7

FECHA: 19/10/02

CAUDAL: 58,9 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|-----------------|------------------------|----------------------|
| T1 | 0.07 | 0 | 0.2 |
| T2 | 0.12 | 0.15 | 0.2 |
| T3 | 0.15 | 0.18 | 0.2 |
| T4 | 0.21 | 0.27 | 0.2 |
| T5 | 0.24 | 0.34 | 0.2 |
| T6 | 0.27 | 0.22 | 0.2 |
| T7 | 0.24 | 0.19 | 0.3 |

| | | | |
|--------------|------|------|------------|
| T8 | 0.14 | 0.01 | 0.5 |
| T9 | 0.11 | 0.01 | 0.4 |
| TOTAL | | | 2,4 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E6
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 52,4 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.3 |
| T2 | 0.09 | 0.02 | 0.2 |
| T3 | 0.15 | 0.06 | 0.2 |
| T4 | 0.27 | 0.14 | 0.2 |
| T5 | 0.25 | 0.22 | 0.2 |
| T6 | 0.24 | 0.24 | 0.2 |
| T7 | 0.23 | 0.22 | 0.2 |
| T8 | 0.19 | 0.2 | 0.2 |
| T9 | 0.2 | 0.07 | 0.2 |
| T10 | 0.17 | 0.01 | 0.3 |
| TOTAL | | | 2,2 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E5
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 12,1 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--------------|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.5 |
| T2 | 0.12 | 0.02 | 0.4 |
| T3 | 0.15 | 0.02 | 0.4 |
| T4 | 0.18 | 0.08 | 0.4 |
| T5 | 0.21 | 0.03 | 0.3 |
| T6 | 0.19 | 0.01 | 0.7 |
| T7 | 0.19 | 0.01 | 1.2 |
| TOTAL | | | 3,9 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E4
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 3,6 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.3 |

| | | | |
|----|------|--------------|------------|
| T2 | 0.15 | 0.03 | 0.4 |
| T3 | 0.17 | 0.02 | 0.4 |
| T4 | 0.19 | 0.01 | 0.7 |
| T5 | 0.17 | 0 | 1.8 |
| | | TOTAL | 3,6 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E3
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 18,6 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.8 |
| T2 | 0.07 | 0.01 | 0.5 |
| T3 | 0.13 | 0.01 | 0.1 |
| T4 | 0.15 | 0.01 | 0.2 |
| T5 | 0.18 | 0.2 | 0.1 |
| T6 | 0.15 | 0.2 | 0.1 |
| T7 | 0.15 | 0.28 | 0.2 |
| T8 | 0.14 | 0.01 | 0.4 |
| T9 | 0.14 | 0.05 | 0.8 |
| | | TOTAL | 3,2 |

RÍO: CIGÜELA
PUNTO: E2
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 17,4 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.4 |
| T2 | 0.11 | 0.01 | 0.2 |
| T3 | 0.09 | 0.29 | 0.1 |
| T4 | 0.13 | 0.36 | 0.1 |
| T5 | 0.12 | 0.22 | 0.2 |
| T6 | 0.07 | 0.2 | 0.4 |
| T7 | 0.07 | 0.01 | 0.8 |
| | | TOTAL | 2,2 |

RÍO: VALDEPINEDA
PUNTO: A5
FECHA: 19/10/02
CAUDAL: 39,2 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|--|----------|-----------------|---------------|
|--|----------|-----------------|---------------|

| | | | |
|----|------|--------------|-------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.1 |
| T2 | 0.07 | 0 | 0.4 |
| T3 | 0.09 | 0.1 | 0.2 |
| T4 | 0.11 | 0.2 | 0.2 |
| T5 | 0.2 | 0.05 | 0.3 |
| T6 | 0.21 | 0.22 | 0.3 |
| T7 | 0.21 | 0.05 | 0.2 |
| T8 | 0.21 | 0.16 | 0.3 |
| T9 | 0.15 | 0.13 | 0.35 |
| | | TOTAL | 2,35 |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A4

FECHA: 19/10/02

CAUDAL: 40,5 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|-----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0.07 | 0.22 | 0.1 |
| T2 | 0.08 | 0.09 | 0.1 |
| T3 | 0.09 | 0.15 | 0.1 |
| T4 | 0.09 | 0.34 | 0.2 |
| T5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| T6 | 0.13 | 0.31 | 0.2 |
| T7 | 0.17 | 0.18 | 0.2 |
| T8 | 0.18 | 0.13 | 0.2 |
| T9 | 0.11 | 0.25 | 0.2 |
| T10 | 0.14 | 0.29 | 0.2 |
| T11 | 0.14 | 0.34 | 0.05 |
| | | TOTAL | 1,55 |

RÍO: VALDEPINEDA

PUNTO: A1B

FECHA: 19/10/02

CAUDAL: 41,1 l/s

| | Prof (m) | Velocidad (m/s) | Distancia (m) |
|----|----------|-----------------|---------------|
| T1 | 0 | 0 | 0.1 |
| T2 | 0.12 | 0.04 | 0.4 |
| T3 | 0.24 | 0.1 | 0.3 |
| T4 | 0.36 | 0.01 | 0.4 |
| T5 | 0.24 | 0.26 | 0.3 |
| T6 | 0.16 | 0.15 | 0.2 |
| T7 | 0.1 | 0.03 | 0.2 |

TOTAL

1,9

4.3 Medición y Cuantificación de la granulometría del sedimento

Se presentan aquí los resultados de los análisis granulométricos del sedimento en cada punto de muestreo. Se diferencian las dos fases en las que se realizaron los muestreos:

- SEGUIMIENTO 1 (05/06/02)
- SEGUIMIENTO 2 (19/10/02)

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en la **fase de Seguimiento 1** (05/06/02) en el río Cigüela expresados en gr/cm^2 (3 réplicas para cada punto). Las fracciones indican: 0,5 = 1 cm – 0,05 cm; 0,25 = 0,5 cm – 0,25 cm; 0,05 = 0,25 cm – 0,05 cm.

| Muestra | Código | Fracción | Fecha | gr/cm ² |
|---------|--------|----------|------------|--------------------|
| 1 | E1A | 0,05 | 05/06/2002 | 1,5266 |
| 2 | E1A | 0,05 | 05/06/2002 | 0,6585 |
| 3 | E1A | 0,05 | 05/06/2002 | 0,4339 |
| 1 | E1B | 0,05 | 05/06/2002 | 1,7401 |
| 2 | E1B | 0,05 | 05/06/2002 | 1,1147 |
| 3 | E1B | 0,05 | 05/06/2002 | 1,6083 |
| 1 | E2 | 0,05 | 05/06/2002 | 3,7737 |
| 2 | E2 | 0,05 | 05/06/2002 | 2,6967 |
| 3 | E2 | 0,05 | 05/06/2002 | 2,0219 |
| 1 | E3 | 0,05 | 05/06/2002 | 2,0438 |
| 2 | E3 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,3742 |
| 3 | E3 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,2995 |
| 1 | E4 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,0265 |
| 2 | E4 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,7425 |
| 3 | E4 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,4844 |
| 1 | E5 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,7526 |
| 2 | E5 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,9018 |
| 3 | E5 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,7756 |
| 1 | E6 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,4247 |
| 2 | E6 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,3534 |
| 3 | E6 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,3694 |
| 1 | E7 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,1070 |
| 2 | E7 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,1731 |
| 3 | E7 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,0338 |
| 1 | E1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,5391 |
| 2 | E1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1074 |
| 3 | E1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1383 |

| | | | | |
|---|-----|------|------------|--------|
| 1 | E1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,9034 |
| 2 | E1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,5964 |
| 3 | E1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,7269 |
| 1 | E2 | 0,25 | 05/06/2002 | 1,3720 |
| 2 | E2 | 0,25 | 05/06/2002 | 1,0117 |
| 3 | E2 | 0,25 | 05/06/2002 | 1,1776 |
| 1 | E3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,8186 |
| 2 | E3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,9457 |
| 3 | E3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,8011 |
| 1 | E4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,5536 |
| 2 | E4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3215 |
| 3 | E4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2994 |
| 1 | E5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1860 |
| 2 | E5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2107 |
| 3 | E5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1995 |
| 1 | E6 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2337 |
| 2 | E6 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0906 |
| 3 | E6 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0568 |
| 1 | E7 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0181 |
| 2 | E7 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1003 |
| 3 | E7 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0109 |
| 1 | E1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1093 |
| 2 | E1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0413 |
| 3 | E1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1035 |
| 1 | E1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,6246 |
| 2 | E1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,4697 |
| 3 | E1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,5136 |
| 1 | E2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,4437 |
| 2 | E2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0587 |
| 3 | E2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,6047 |
| 1 | E3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,4100 |
| 2 | E3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3470 |
| 3 | E3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,2706 |
| 1 | E4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,5529 |
| 2 | E4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,2223 |
| 3 | E4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3011 |
| 1 | E5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0823 |
| 2 | E5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1065 |
| 3 | E5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1375 |
| 1 | E6 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1601 |
| 2 | E6 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0818 |
| 3 | E6 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0586 |
| 1 | E7 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0111 |
| 2 | E7 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3079 |
| 3 | E7 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0109 |

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en la **fase de Seguimiento 1** (05/06/02) en el río Valdepineda expresados en gr/cm^2 (3 réplicas para cada punto). Las fracciones indican: 0,5 = 1 cm – 0,05 cm; 0,25 = 0,5 cm – 0,25 cm; 0,05 = 0,25 cm – 0,05 cm.

| Muestra | Código | Fracción | Fecha | gr/cm2 |
|---------|--------|----------|------------|--------|
| 1 | A1A | 0,05 | 05/06/2002 | 0,6090 |
| 2 | A1A | 0,05 | 05/06/2002 | 1,0573 |
| 3 | A1A | 0,05 | 05/06/2002 | 0,7817 |
| 1 | A1B | 0,05 | 05/06/2002 | 0,2357 |
| 2 | A1B | 0,05 | 05/06/2002 | 0,3045 |
| 3 | A1B | 0,05 | 05/06/2002 | 0,2605 |
| 1 | A2 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,7243 |
| 2 | A2 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,8589 |
| 3 | A2 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,1622 |
| 1 | A3 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,3681 |
| 2 | A3 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,3338 |
| 3 | A3 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,7215 |
| 1 | A4 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,9669 |
| 2 | A4 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,6490 |
| 3 | A4 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,8634 |
| 1 | A5 | 0,05 | 05/06/2002 | 1,2991 |
| 2 | A5 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,4364 |
| 3 | A5 | 0,05 | 05/06/2002 | 0,0539 |
| 1 | A1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3926 |
| 2 | A1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,4788 |
| 3 | A1A | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2393 |
| 1 | A1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0183 |
| 2 | A1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1938 |
| 3 | A1B | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0356 |
| 1 | A2 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3359 |
| 2 | A2 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3102 |
| 3 | A2 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2701 |
| 1 | A3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0478 |
| 2 | A3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,0650 |
| 3 | A3 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1163 |
| 1 | A4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3868 |
| 2 | A4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2215 |
| 3 | A4 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,3355 |
| 1 | A5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,2193 |
| 2 | A5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1420 |
| 3 | A5 | 0,25 | 05/06/2002 | 0,1439 |
| 1 | A1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0189 |

| | | | | |
|---|-----|-----|------------|--------|
| 2 | A1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,4063 |
| 3 | A1A | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3114 |
| 1 | A1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0043 |
| 2 | A1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0115 |
| 3 | A1B | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0123 |
| 1 | A2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1100 |
| 2 | A2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0224 |
| 3 | A2 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1437 |
| 1 | A3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0471 |
| 2 | A3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0531 |
| 3 | A3 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0738 |
| 1 | A4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3984 |
| 2 | A4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,1293 |
| 3 | A4 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,3964 |
| 1 | A5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0883 |
| 2 | A5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0703 |
| 3 | A5 | 0,5 | 05/06/2002 | 0,0500 |

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en la **fase de Seguimiento 2** (19/10/02) en el río Cigüela expresados en gr/cm^2 (3 réplicas para cada punto). Las fracciones indican: 0,5 = 1 cm – 0,05 cm; 0,25 = 0,5 cm – 0,25 cm; 0,05 = 0,25 cm – 0,05 cm.

| Muestra | Código | Fracción | Fecha | gr/cm ² |
|---------|--------|----------|------------|--------------------|
| 1 | E1A | 0,05 | 19/10/2002 | 1,7479 |
| 2 | E1A | 0,05 | 19/10/2002 | 1,1330 |
| 3 | E1A | 0,05 | 19/10/2002 | 1,3660 |
| 1 | E1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,3834 |
| 2 | E1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,2473 |
| 3 | E1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,6935 |
| 1 | E2 | 0,05 | 19/10/2002 | 2,7891 |
| 2 | E2 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,3429 |
| 3 | E2 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,0855 |
| 1 | E3 | 0,05 | 19/10/2002 | 2,2152 |
| 2 | E3 | 0,05 | 19/10/2002 | 2,5745 |
| 3 | E3 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,7899 |
| 1 | E4 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,5302 |
| 2 | E4 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,4063 |
| 3 | E4 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,7131 |
| 1 | E5 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,8234 |
| 2 | E5 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,7951 |
| 3 | E5 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,0844 |
| 1 | E6 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,5305 |
| 2 | E6 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,7877 |

| | | | | |
|---|-----|------|------------|--------|
| 3 | E6 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,6101 |
| 1 | E7 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,3932 |
| 2 | E7 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,1570 |
| 3 | E7 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,2815 |
| 1 | E1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,6525 |
| 2 | E1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,2690 |
| 3 | E1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,2633 |
| 1 | E1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0526 |
| 2 | E1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0478 |
| 3 | E1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1087 |
| 1 | E2 | 0,25 | 19/10/2002 | 1,2346 |
| 2 | E2 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,5674 |
| 3 | E2 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4358 |
| 1 | E3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4756 |
| 2 | E3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,5378 |
| 3 | E3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4266 |
| 1 | E4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,3868 |
| 2 | E4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1560 |
| 3 | E4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4329 |
| 1 | E5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1542 |
| 2 | E5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1408 |
| 3 | E5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0883 |
| 1 | E6 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4938 |
| 2 | E6 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,8807 |
| 3 | E6 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1398 |
| 1 | E7 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0499 |
| 2 | E7 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0154 |
| 3 | E7 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0233 |
| 1 | E1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,3028 |
| 2 | E1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0933 |
| 3 | E1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1740 |
| 1 | E1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0238 |
| 2 | E1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0336 |
| 3 | E1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0186 |
| 1 | E2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0453 |
| 2 | E2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,4534 |
| 3 | E2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2566 |
| 1 | E3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1238 |
| 2 | E3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2327 |
| 3 | E3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0958 |
| 1 | E4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2905 |
| 2 | E4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1261 |
| 3 | E4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,5052 |
| 1 | E5 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0496 |
| 2 | E5 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0241 |

| | | | | |
|---|----|-----|------------|--------|
| 3 | E5 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,3209 |
| 1 | E6 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1893 |
| 2 | E6 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,3664 |
| 3 | E6 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0441 |
| 1 | E7 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0608 |
| 2 | E7 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0122 |
| 3 | E7 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0131 |

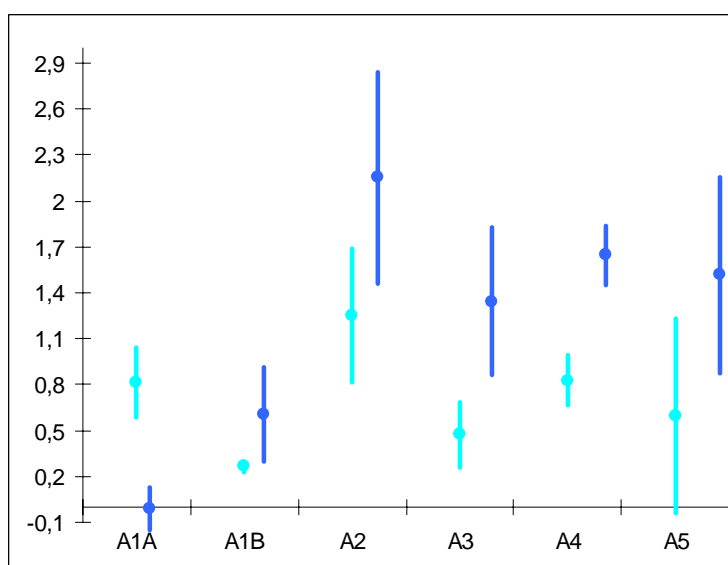
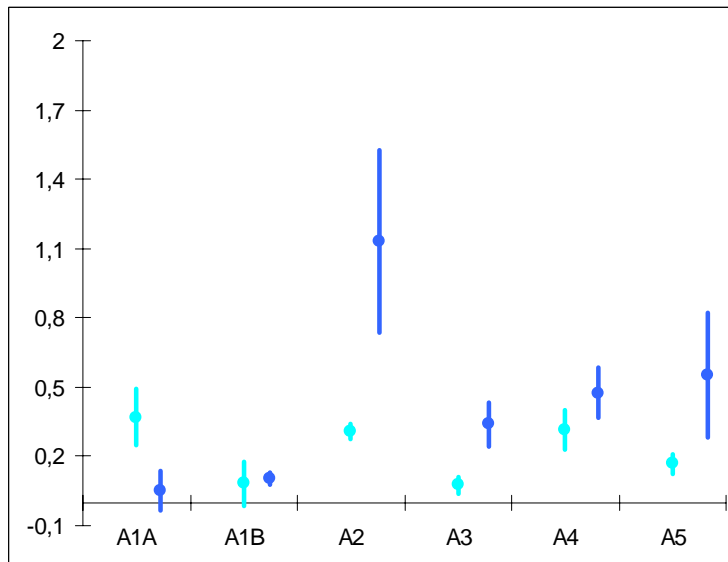
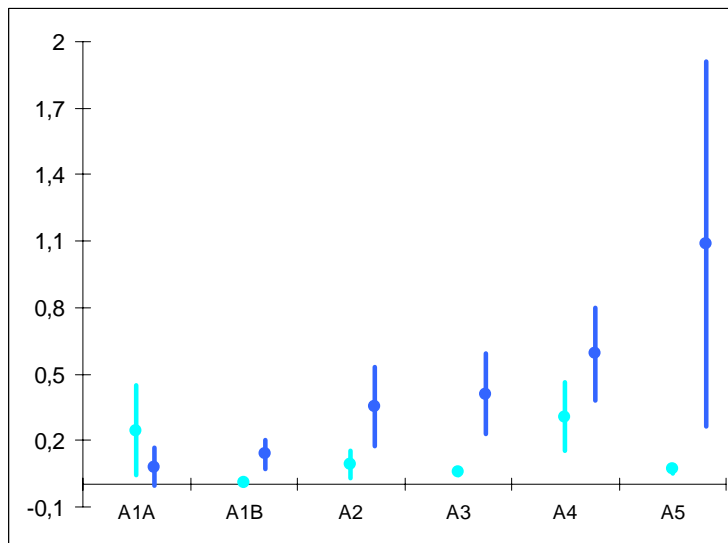
En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en la **fase de Seguimiento 2** (19/10/02) en el río Valdepineda en gr/cm² (3 réplicas para cada punto). Las fracciones indican: 0,5 = 1 cm – 0,05 cm; 0,25 = 0,5 cm – 0,25 cm; 0,05 = 0,25 cm – 0,05 cm.

| Muestra | Código | Fracción | Fecha | gr/cm2 |
|---------|--------|----------|------------|--------|
| 1 | A1A | 0,05 | 19/10/2002 | 0,0961 |
| 2 | A1A | 0,05 | 19/10/2002 | 0,0320 |
| 3 | A1A | 0,05 | 19/10/2002 | 0,2787 |
| 1 | A1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,6645 |
| 2 | A1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,4234 |
| 3 | A1B | 0,05 | 19/10/2002 | 0,9854 |
| 1 | A2 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,9968 |
| 2 | A2 | 0,05 | 19/10/2002 | 2,7665 |
| 3 | A2 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,5272 |
| 1 | A3 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,8450 |
| 2 | A3 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,2462 |
| 3 | A3 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,9956 |
| 1 | A4 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,5028 |
| 2 | A4 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,5727 |
| 3 | A4 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,8360 |
| 1 | A5 | 0,05 | 19/10/2002 | 0,8519 |
| 2 | A5 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,9337 |
| 3 | A5 | 0,05 | 19/10/2002 | 1,7714 |
| 1 | A1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0223 |
| 2 | A1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1542 |
| 3 | A1A | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0055 |
| 1 | A1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1123 |
| 2 | A1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,0895 |
| 3 | A1B | 0,25 | 19/10/2002 | 0,1385 |
| 1 | A2 | 0,25 | 19/10/2002 | 1,3821 |
| 2 | A2 | 0,25 | 19/10/2002 | 1,2359 |
| 3 | A2 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,6650 |
| 1 | A3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,3185 |
| 2 | A3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4341 |
| 3 | A3 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,2599 |

| | | | | |
|---|-----|------|------------|--------|
| 1 | A4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,4965 |
| 2 | A4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,3525 |
| 3 | A4 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,5574 |
| 1 | A5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,5412 |
| 2 | A5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,2807 |
| 3 | A5 | 0,25 | 19/10/2002 | 0,8017 |
| 1 | A1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0025 |
| 2 | A1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1361 |
| 3 | A1A | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0021 |
| 1 | A1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,0298 |
| 2 | A1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1383 |
| 3 | A1B | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1305 |
| 1 | A2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,1484 |
| 2 | A2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2678 |
| 3 | A2 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,4747 |
| 1 | A3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2262 |
| 2 | A3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,5388 |
| 3 | A3 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2813 |
| 1 | A4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,7354 |
| 2 | A4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,3744 |
| 3 | A4 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,4364 |
| 1 | A5 | 0,5 | 19/10/2002 | 1,7398 |
| 2 | A5 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,2226 |
| 3 | A5 | 0,5 | 19/10/2002 | 0,9509 |

Estos mismos resultados se presentan de forma gráfica en la página siguiente. Se muestra la evolución de las distintas fracciones granulométricas del sedimento en el seguimiento de las labores de restitución del lecho. Las barras indican la media y la desviación estándar (n=3). Eje “y” en gr/cm^2 .

SEGUIMIENTO DEL RÍO CIGÜELA



SEGUIMIENTO DEL RÍO VALDEPINEDA

