



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN
AÑO 2009



UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8
28460 LOS MOLINOS (MADRID)
CIF: G-84535319

CONSULTOR:
UTE RED BIOLÓGICA EBRO

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: consultoria@ica1.e.telefonica.net

DICIEMBRE 2009

ÍNDICE

| | Página |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE | 2 |
| 2.1. Ámbito geológico y geográfico | 2 |
| 2.2. Características morfométricas e hidrológicas | 2 |
| 2.3 Usos del agua | 3 |
| 2.4 Registro de zonas protegidas | 3 |
| 3. TRABAJOS REALIZADOS | 4 |
| 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL | 5 |
| 4.1. Características físico-químicas de las aguas | 5 |
| 4.2. Hidroquímica del embalse | 7 |
| 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila | 8 |
| 4.4. Zooplancton | 9 |
| 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO | 10 |
| 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO | 11 |

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Gallipué durante los muestreos de 2009 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del "Potencial Ecológico", tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

Geológicamente, la cuenca del Embalse de Gallipué, se enclava entre materiales del Mesozoico y Cenozoico. Las dolomías, calizas y margas, pertenecientes al Piso Cenomaniense-Turonense, dentro del Cretácico; las lutitas del Paleógeno; y los depósitos aluviales, gravas, limos y arcillas del Cuaternario.

El embalse de Gallipué se sitúa dentro del término municipal de Alcorisa, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalo.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse monomítico, de moderadas dimensiones, con un área de cuenca de menos de 1000 km²

La cuenca vertiente al embalse de Gallipué tiene una superficie de drenaje de 147 km².

El embalse tiene una capacidad total de 4,36 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 11 m, siendo la profundidad máxima de 30 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Superficie de la cuenca | 147 km ² . |
| Capacidad total N.M.N. | 3,53 hm ³ |
| Capacidad útil | 3,53 hm ³ |
| Aportación media anual | 5 hm ³ |
| Superficie inundada | 44 ha |
| Cota máximo embalse normal | 694,46 msnm |

En el momento del muestreo (30 de Junio de 2009) la termoclina se sitúa entre los 4 y 5,8 m de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en torno a 6 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Gallipué para el año hidrológico 2008-2009 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

2.3 Usos del agua

Las aguas del embalse están destinadas principalmente a ser usadas para regadío.

2.4 Registro de zonas protegidas

El embalse de Gallipué no forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en ninguna de sus categorías.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver **Figura 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 30 de Junio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.



Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

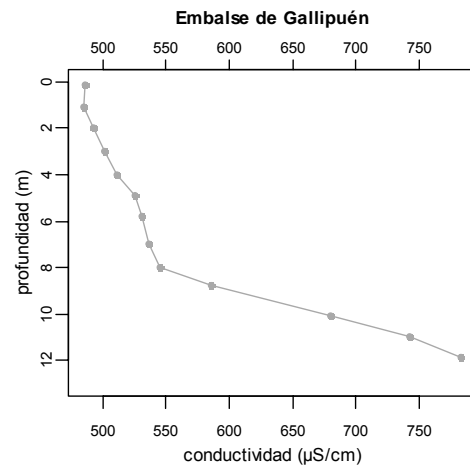
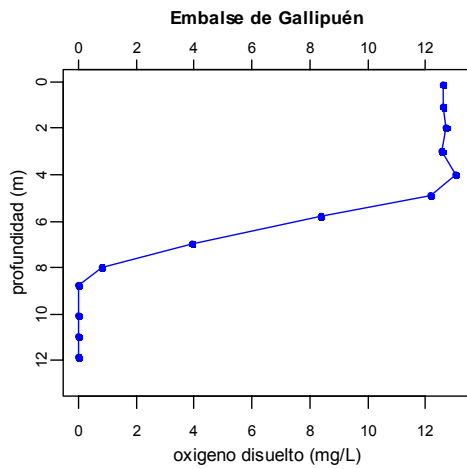
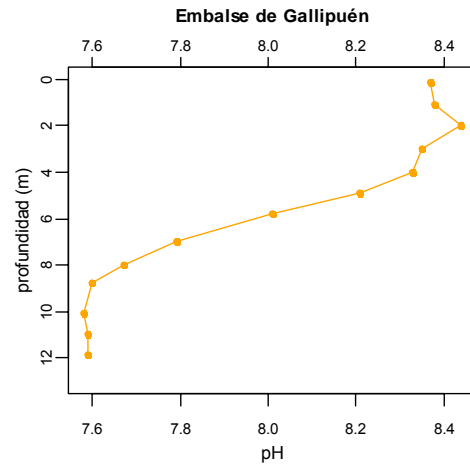
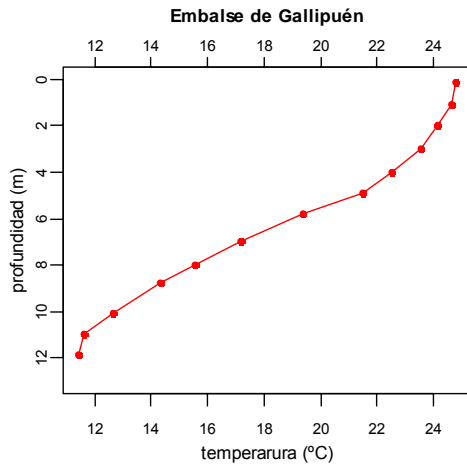
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 11,44 °C – en el fondo- y los 24,79 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio de 2009) la termoclina se sitúa entre los 4 y 5,8 m de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es de 8,37. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,59 (mínimo hipolimnético estival). El máximo epilimnético estival se registra a los 2 metros de profundidad y toma un valor de 8,44.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 2,40 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 6 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 3,13 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 12,62 mg/L. En el hipolimnion las condiciones alcanzadas son 0,78 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L) en profundidades superiores a 8 m.
- La conductividad del agua es de 486µS/cm en la superficie y de 783 µS/cm en el fondo, donde se ha registrado el valor máximo.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 13,76 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 4,83 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,30 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,19 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 0,92 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,9 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 6 Chlorophyta
- 4 Cryptophyta
- 1 Dynophyta
- 1 Bacillariophyceae
- 1 Conjugatophyceae

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de bacilariofíceas (51%) y Clorofíceas (44%). Entre las especies más abundantes, encontramos la bacilariofícea *Cyclotella ocelata* Pantocsek (50,6% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los clorófitos, con un 51%. El clorófito *Pediastrum duplex* Meyen proporciona gran parte del biovolumen total (40,4%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los clorófitos es el mejor representado, con 6 especies.

La concentración de clorofila fue de 4,34 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Gallipué se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Rotífera
- 3 Cladocera
- 3 Copepoda

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

CUADRO 2
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

| EMBALSE DE GALLIPUÉN | | FECHA DE MUESTREO | 30/06/2009 |
|-----------------------------------|--------------|--|------------|
| | | CODIGO PUNTO DE MUESTREO | |
| PARAMETRO | UNIDAD | GAL | |
| PROFUNDIDAD | m | 6 | |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 301 | |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 163 | |
| CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD) | | ROTÍFERA (75%) | |
| individuos/L | | 237 | |
| ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD) | | <i>Polyarthra major</i> (30%) | |
| individuos/L | | 95 | |
| CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA) | | CLADÓCERA (43%) | |
| µg/L | | 70 | |
| ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA) | | <i>Neolovenula alluaudi</i> (41%) (Copepoda) | |
| µg/L | | 67 | |

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por el rotífero *Polyarthra major*, con un 30% de la densidad total en la muestra y el copépodo *Neolovenula alluaudi* (41% de la biomasa total). En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 7 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3** para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 120).

CUADRO 3
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

| Parámetros Estado Trófico | Ultraoligotrófico | Oligotrófico | Mesotrófico | Eutrófico | Hipereutrófico |
|--|-------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| Concentración P ($\mu\text{g P /L}$) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| Disco de Secchi (m) | >6 | 6-3 | 3-1,5 | 1,5-0,7 | <0,7 |
| Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) en | 0-1 | 1-2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 |
| Densidad algal (cel/ml) | <100 | 100-1000 | 1000-10000 | 10000-100000 | >100000 |

En el **Cuadro 4** se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

CUADRO 4
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE GALLIPUEN

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------|--------------------|
| P TOTAL | 13,76 | Mesotrófico |
| CLOROFILA A | 4,34 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI | 2,40 | Mesotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 1765 | Mesotrófico |
| ESTADO TROFICO FINAL | 3 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, todos los parámetros (fósforo total (PT), la concentración de clorofila a, transparencia (DS) y densidad algal) indican un estado de mesotrofia. El estado trófico final para el embalse de GALLIPUEN se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PE_{exp}*)

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

CUADRO 5

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

| Indicador | Elementos | Parámetros | Óptimo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
|------------------------------------|---|---|---------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | <100 | 100-10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ |
| | | Biomasa algal, Clorofila a (µg/L) | 0-1 | 1-2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | <0,1 | 0,1-0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | >4 | 3-4 | 2-3 | 1-2 | <1 |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | <2,06 | 2,06-2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | >4,2 | 3,4-4,2 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | 4, 2 -5 | 3, 4 -4, 2 | 2,6-3,4 | 1, 8 -2, 6 | 1-1, 8 |
| Fisicoquímico | Transparencia | Profundidad Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P /L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton y zooplancton.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es

igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

CUADRO 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE GALLIPUEN

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--------------------------------|---------------|--|-------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal(cel/ml) | 1765 | Moderado |
| | | Clorofila a (µg/L) | 4,34 | Moderado |
| | | Biovolumen algal(mm ³ /L) | 1,09 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 2,96 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 2,75 | Moderado |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,97 | Moderado |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 8,6 | Moderado |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 3,0 | MODERADO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi(m) | 2,40 | Moderado |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂) | 0,79 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de P(µg/LP) | 13,8 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 2,3 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO | | | | MODERADO |

b) Aproximación normativa (PEnorm)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

CUADRO 7

VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (VR_t) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO (B/M, BUENO-MODERADO) DE LOS INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD DE EMBALSES (*ORDEN ARM 2656*).

| Tipo | Elemento | Parámetro | Indicador | VR_t | B/M | B/M (RCE) |
|---------|--------------|-------------|------------------------------|--------|------|-----------|
| Tipo 1 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2 | 9,5 | 0,21 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,36 | 1,9 | 0,19 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,1 | 10,6 | 0,97 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 9,2 | 0,91 |
| Tipo 7 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 9 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 10 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 11 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |

En el **Cuadro 8** se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del estado fisicoquímico.

CUADRO 8

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor RCE | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|-----------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila a (µg/L) | 4,34 | Bueno |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 1,09 | Bueno |
| | | Índice de Catalán (IGA) | 1,45 | Bueno |
| | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | Óptimo |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,25 | BUENO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi(m) | 2,40 | Moderado |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 0,79 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de P(µg P/L) | 13,8 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 2,3 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i> | | | MODERADO | |

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse



Foto 2: Técnico de campo realizando muestreos



Foto 3: Panorámica del embalse



Foto 4: Presa del embalse de Gallipuen