



Estudio de la calidad del agua en el tramo medio de la cuenca del río Salado (Guadalajara) realizado como trabajo específico de campo en el Grado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Alcalá



Molina-Navarro, E.; Martínez Pérez, S.; Méndez Rubio, D.; Mejías Rubio, I.; Rojas Vázquez, A.;

Rebollo Ferreiro, L.F. y Martín-Loeches Garrido, M.

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Alcalá. Ctra. Madrid-Barcelona Km. 33,6. Alcalá de Henares (Madrid)

E-mail: silvia.martinez@uah.es

1. INTRODUCCIÓN

En el 2º curso del Grado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Alcalá se imparte la asignatura "Técnicas Aplicadas al Trabajo de Campo" (TATC en lo sucesivo), cuya finalidad es familiarizar al estudiante con las diversas técnicas de muestreo y obtención de datos de campo desde una perspectiva multidisciplinar. Como actividad más destacable, en dicha asignatura se desarrolla un campamento en Huérmeces del Cerro (Guadalajara), durante el cual los estudiantes participan en numerosas actividades *in situ*, organizadas por diversas áreas de conocimiento de la facultad (figura 1).



Figura 1: Equipo de trabajo de TATC en Huérmeces del Cerro (Guadalajara)

Además, los estudiantes divididos en grupos de 8 alumnos, realizan una **actividad específica** en la que, aplicando técnicas y métodos de muestreo *ad hoc*, desarrollan un trabajo de manera profesional.

La actividad específica propuesta en el área de **Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos** en el curso 2011/2012 -cuyos resultados se presentan- ha consistido en la caracterización físico-química del agua del río Salado en el entorno del embalse de El Atance y el estado trófico de éste, analizando la influencia del citado embalse en dicha calidad (figura 2).



Figura 2: Embalse de El Atance (Río Salado, Guadalajara) (Geolocation)

2. ÁREA DE ESTUDIO

El río Salado, afluente del Henares, drena una cuenca de 485 km² de superficie, en la que afloran rocas ígneo-metamórficas (Precámbrico), sedimentarias químicas (Triásico en facies Keuper) y detríticas y carbonatadas (Jurásico, Cretácico y Terciario) (figura 3).

El lavado de las sales del Keuper influye notablemente en la calidad química de las aguas del río, confiriéndoles una elevada salinidad, que se ve moderada por las descargas subterráneas y a través de manantiales de las calizas del Jurásico y del Cretácico que se distribuyen a lo largo de la cuenca en pequeñas "muelas" (Nuche, 2003) (figura 4).

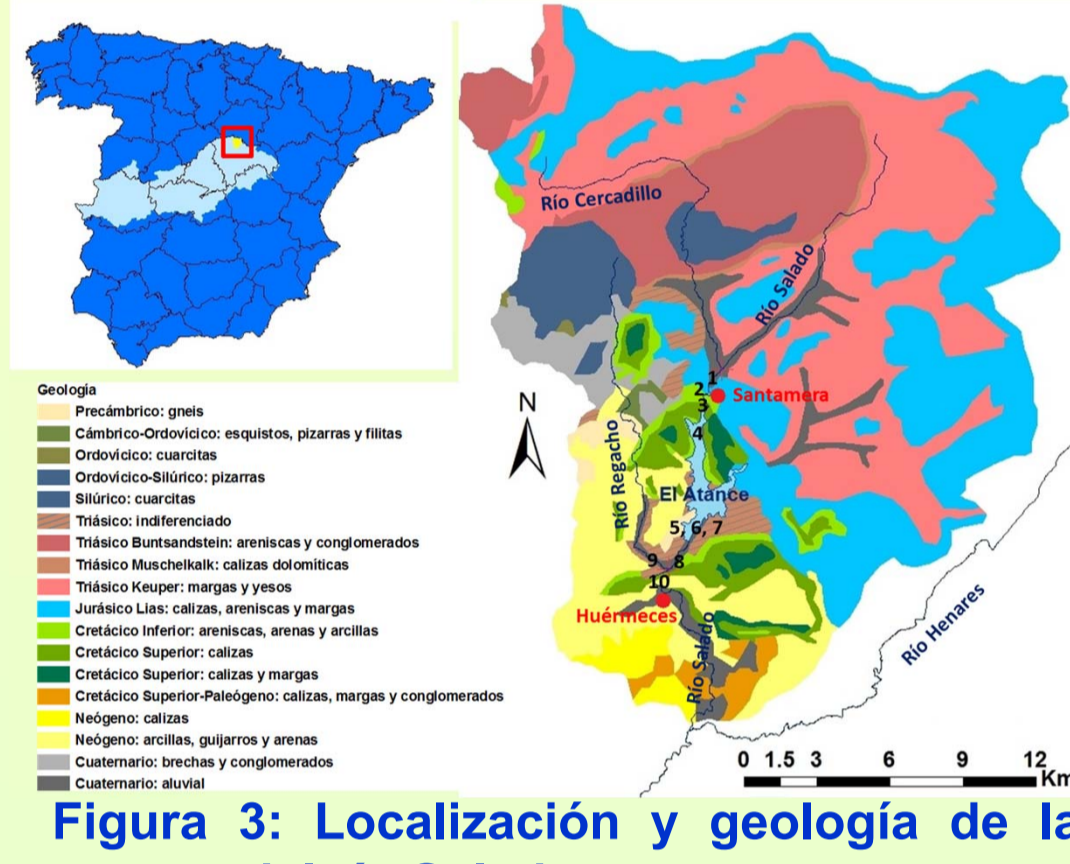


Figura 3: Localización y geología de la cuenca del río Salado

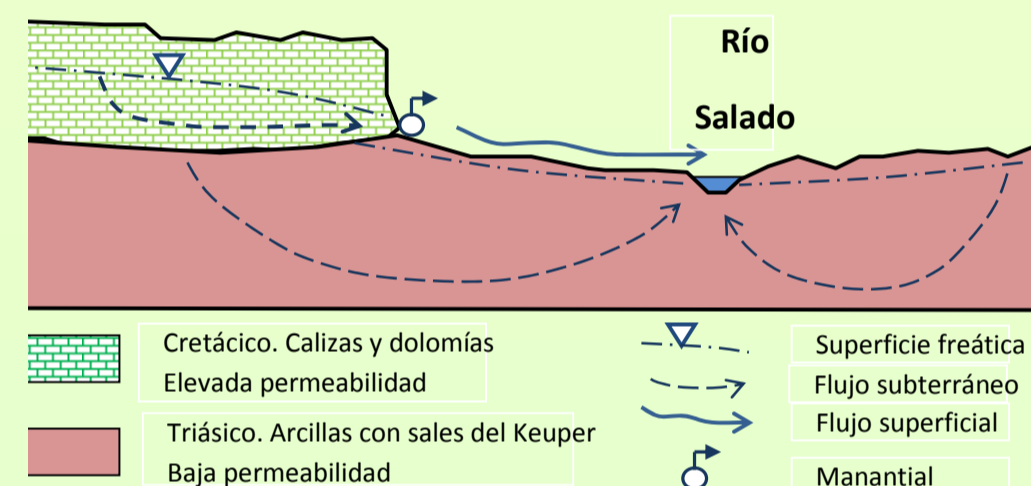


Figura 4: Perfil geológico esquemático

Balance hidrológico medio en la cuenca (CHT: 2002):

- Precipitación media anual: 266 hm³/año
- Evapotranspiración media anual: 230 hm³/año
- Escorrentía: 30 hm³/año
- Coeficiente de escorrentía: 0,11

En el tramo medio de la cuenca se ubica el embalse de El Atance (figura 2):

- * Capacidad de embalse 35 hm³
- * Superficie de cuenca drenada: 317 Km²

Aguas abajo de la presa, el arroyo del Regacho confluye con el río Salado (figura 3), que discurre principalmente por materiales ígneo-metamórficos, confiriéndole a sus aguas menor mineralización.

3. METODOLOGÍA

➢ Se han seleccionado diez puntos de muestreo tanto en el río -aguas arriba y aguas abajo del embalse- como en El Atance -cola y presa- (figura 3) en los que se ha llevado a cabo la toma de muestras de agua.

Tabla I: Parámetros físico-químicos y tróficos analizados

Parámetros analizados <i>in situ</i> (figuras 5 y 6)	Parámetros analizados en laboratorio (figura 7)
Temperatura (T)	Nitrógeno total (N _T)
Conductividad eléctrica (CE)	Fósforo total (P _T)
pH	Clorofila a (CHLa)
Oxígeno disuelto (OD)	
%OD	
Sólidos disueltos (TDS; valor estimado)	
Profundidades del disco de Secchi	
Sulfatos	

➢ Asimismo, en El Atance se realizaron perfiles de temperatura, OD, pH y conductividad con respecto a la profundidad (figura 8).



Figura 8: Realización de perfiles de T, CE, pH, OD y %OD en el embalse

➢ A partir de los valores obtenidos para los parámetros analizados:

- ❖ Se han caracterizado físico-químicamente las aguas
- ❖ Se ha determinado el estado trófico del embalse



Figura 5: Análisis *in situ* con sonda multiparamétrica (cola de El Atance)



Figura 6: Toma de muestras (presa de El Atance)



Figura 7: Determinación (N_T, P_T y CHLa) en laboratorio

7. REFERENCIAS

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO (2002). La cuenca del Tajo en cifras. Oficina de Planificación hidrológica; CHT, MMA. 151 pp.
- DODDS, W. K., J. R. JONES & E. B. WELCH (1998). Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate streams types by chlorophyll, total nitrogen and phosphorous. Water Research, 32: 1455-1462.
- NUCHE, R. (2003). Patrimonio Geológico de Castilla-La Mancha: 287-302. ENRESA. 613 pp. ISBN: 84-931224-7-5
- OECD (1982). Eutrophication of Water: Monitoring, Assessment and Control. Organization of Economic Cooperation and Development. Paris, France. 154 pp.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad físico-química de las aguas

Diagramas de Stiff (figura 9):

- Río Salado: cloruradas sódicas (b, c, d y e).
- Manantial de Santamera : bicarbonatadas cálcicas (a) (drena las calizas cretácicas).

Conductividad eléctrica (Tabla II):

- Río aguas arriba del embalse: CE muy elevada (punto 1).
- Manantial de Santamera: CE es 7 veces menor (punto 2).
- ❖ El aporte de este y otros manantiales de similar naturaleza reducen levemente la salinidad, haciendo bajar gradualmente los valores de CE en el embalse y en el río (puntos 3, 4, 5 y 8).

➢ En las proximidades de la presa: CE disminuye al incrementarse la profundidad (puntos 5, 6 y 7).

➢ El aporte del arroyo del Regacho (punto 9) amortigua nuevamente la salinidad del Salado (punto 10).

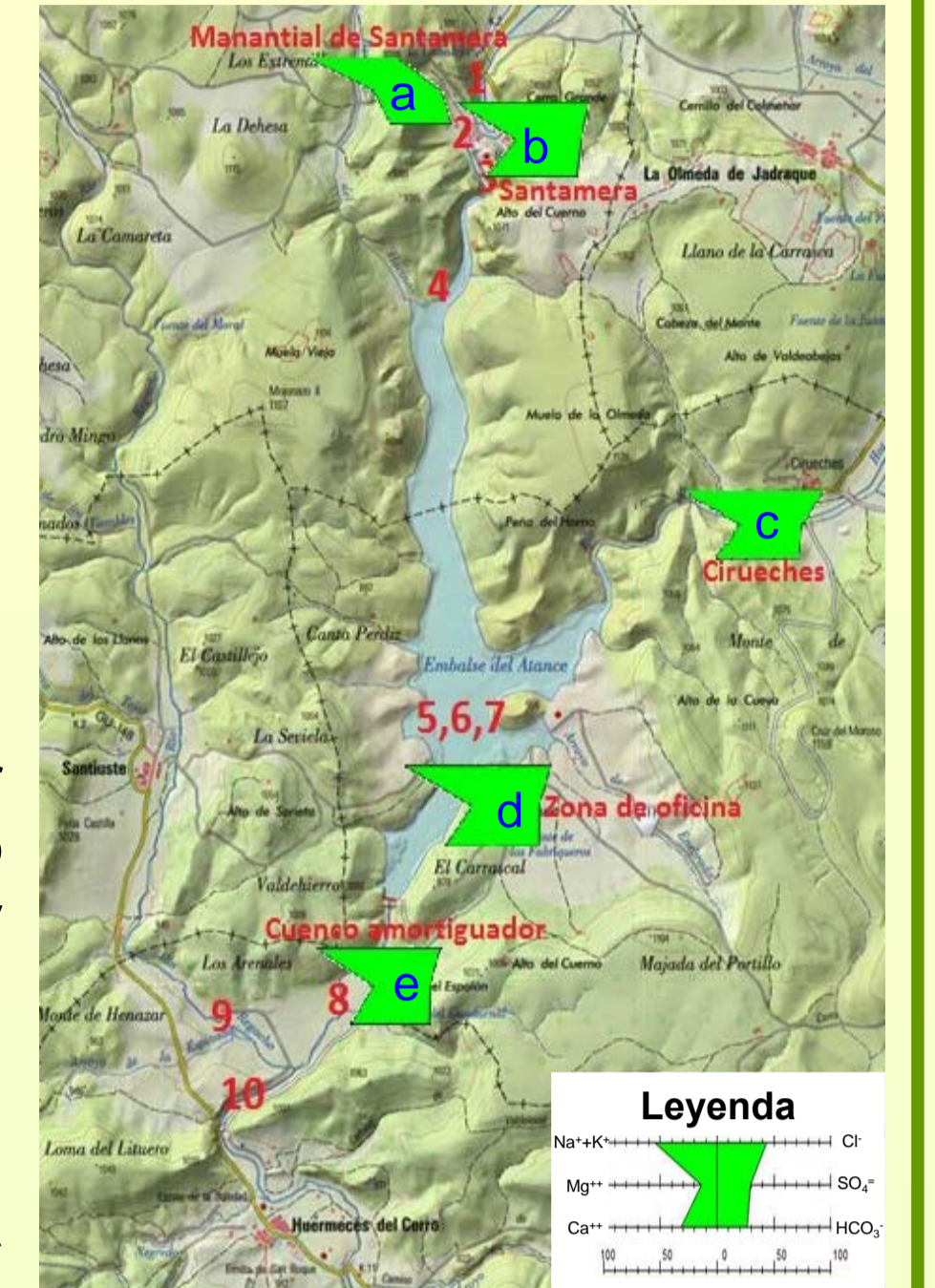


Figura 9: Mapa hidrogeoquímico (Datos físico-químicos cedidos por la Confederación Hidrográfica del Tajo)

Tabla II: Resultados analíticos

Muestra	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	OD (% sat)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	P total (mg/l)	N total (mg/l)	CHL a (µg/l)	P Secchi (m)
1	13,95	8,05	5609	8,80	97,0	630	<0,050	0,39		
2	14,00	7,44	752	-	-	60	-	-		
3	14,24	8,14	5389	8,58	107,2	670	<0,050	0,39		
4	16,60	8,46	3915	6,83	78,1	100	0,161	1,61	1,85	0,15
5	16,36	8,16	3825	9,75	110,9	100	<0,050	1,43	6,87	1,10
6	12,53	8,36	3845	8,64	91,0	100	<0,050	1,70	5,07	
7	11,30	8,07	3819	5,67	57,7	400	0,094	1,03	5,59	
8	14,40	8,25	3690	8,85	94,3	100	<0,050	1,10		
9	14,00	7,50	775	7,40	78,8	66	<0,050	0,37		
10	14,20	8,23	3400	10,05	106,6	44	<0,050	0,53		

OD (Tabla II):

- En el río y en el embalse se registra una alta concentración de OD y un elevado % OD
- En la cola del embalse se reduce el OD y %OD, debido al cambio de régimen lóxico a léntico en un momento de crecida.

Estado trófico

Tabla III: Estado trófico de El Atance, según diversos indicadores

INDICADOR	ESTADO TRÓFICO	CRITERIO
CHL a	Mesotrófico	OECD (1982)
NT	Eutrófico	Dodds <i>et al.</i> (1998)
PT	Eutrófico / Meso-eutrófico	OECD / Dodds
Disco de Secchi	Hipereutrófico	OECD

➢ La profundidad de Secchi indica un estado hipereutrófico del embalse; sin embargo, la turbidez del agua debe atribuirse a la crecida ya citada.

Perfiles de T y OD - profundidad

Se aprecia una **incipiente estratificación** en El Atance (figura 10):

- La temperatura es mayor en la superficie del embalse
- Gradiente máximo entre 1 y 2 m de profundidad (termoclina)
- Temperatura menor y prácticamente constante entre 4 y 20 metros
- El OD muestra un perfil casi simétrico al de temperatura

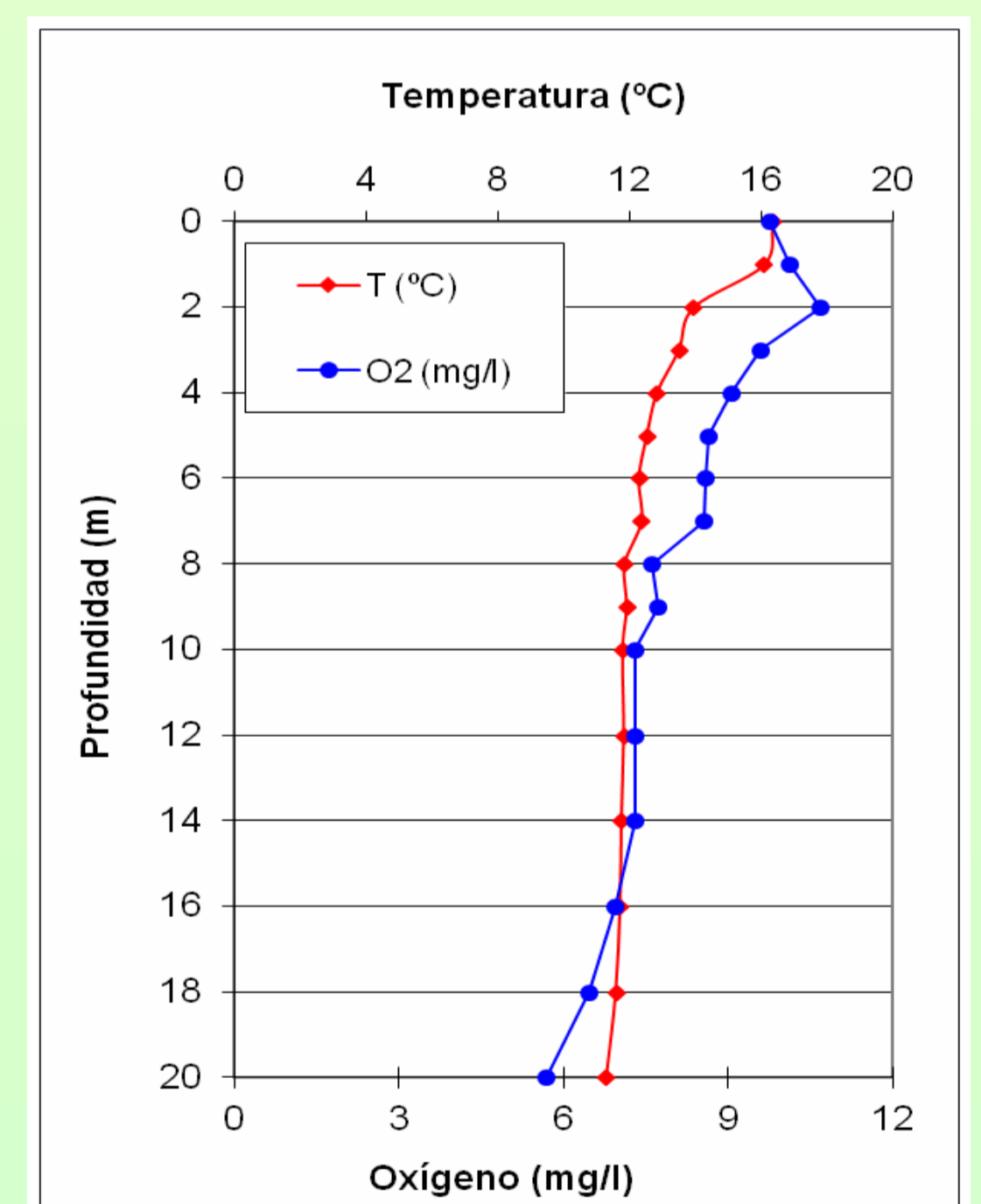


Figura 10: Perfiles de T y OD (presa de El Atance)

5. CONCLUSIONES

➢ La asignatura TATC, ejemplo singular de multidisciplinariedad del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Alcalá, constituye una eficaz herramienta para familiarizar a los estudiantes con las técnicas de muestreo en campo y con los métodos de análisis e interpretación de resultados.

➢ La actividad específica desarrollada en el área de Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos ha puesto de manifiesto que:

- ❖ Las aguas del río Salado presentan elevada salinidad, levemente amortiguada por el aporte de aguas subterráneas y del arroyo del Regacho.
- ❖ El río Salado resultó ser oligo-mesotrófico, mientras que el embalse de El Atance puede clasificarse como meso-eutrófico.
- ❖ La concentración de CHLa corresponde a un agua de buena calidad.
- ❖ Los perfiles de T y OD - profundidad indican una incipiente estratificación en el embalse.

6. AGRADECIMIENTOS

- La realización de este trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico de la Facultad de Ciencias Ambientales y del Vicerrectorado de Estudiantes y Deportes de la Universidad de Alcalá.
- Los autores agradecen a los operarios de la Presa de El Atance (Confederación Hidrográfica del Tajo) su inestimable ayuda en la realización de los muestreos de campo de esta actividad.