

5. CONTROL DE CALIDAD EN EMBALSES: AQUADAM

5.1. INTRODUCCIÓN

Las especiales características de los embalses como masas de agua hacen que las necesidades de control sean muy distintas que para los ríos.

Las problemáticas que los embalses presentan parten de las incidencias que sus usuarios detectan, y suelen ser consecuencia de unas dinámicas que la masa de agua presenta, en función del régimen hidrológico, de los aportes de nutrientes procedentes de la cuenca vertiente, de la propia morfología del vaso y del régimen de explotación.

Un control continuo de la evolución de los fenómenos observados puede ayudar en dos principales vías:

- Toma de medidas para mejorar la calidad del embalse (medidas cuyo efecto generalmente será visible a medio-largo plazo)
- Toma de medidas para mejorar la calidad del recurso captado (medidas efectivas a corto plazo, como modificación en las cotas de las captaciones)

Con el fin de poder caracterizar de forma precisa la calidad del agua embalsada, y de esta manera optimizar las medidas de gestión, resulta muy útil disponer de información representativa, fidedigna y actualizada del embalse.

Las nuevas tecnologías ponen a disposición de dicho objetivo métodos analíticos, automatizaciones y sistemas de comunicación que permiten obtener información de la calidad del embalse en continuo y tiempo real. Dichas operativas han sido integradas por Adasa Sistemas en un solo equipo denominado comercialmente **Aquadam**.

El equipo **AQUADAM** está compuesto principalmente por un sistema automático de posicionamiento, una sonda multiparámetro, un autómata de gestión y un sistema de comunicaciones con el centro de control donde se recibe la información, para su posterior estudio.

El sistema automático de posicionamiento consta de un tambor motorizado donde se enrolla el cable autoportante que sitúa la sonda a diferentes profundidades a lo largo del perfil vertical de la presa. Suministra energía a la sonda y transmite la información al autómata. Las cotas de análisis son configurables, aunque habitualmente se trabaja con intervalos de 100 cm entre medidas, y el recorrido, que se configura a través del autómata, transcurre desde la superficie del embalse hasta su parte más profunda. También es totalmente configurable la frecuencia de las medidas, aunque se suele realizar 4 veces al día: 00:00h, 06:00h, 12:00h y 18:00h.

La sonda multiparámetra del AQUADAM integra los sensores de medida de los parámetros físico-químicos que analizan temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, potencial redox, turbidez y penetración lumínica. En las últimas versiones se incorpora un medidor de clorofila.

El autómata de gestión se encarga de ordenar de forma automática las operaciones de posicionamiento de la sonda, activación del sistema de autolimpieza de la misma, gestión de la información recibida, calibración de sondas y registro de alarmas.

El sistema de comunicaciones envía al centro de control la información de cada uno de los parámetros analizados vía GPRS a través de un módem, por cualquiera de las redes operadoras actuales con cobertura en la zona.

En el centro de control se estudia la información, para conocer en detalle la calidad del agua que se dispone en cada momento y en cada profundidad, lo cual permite optimizar su utilización en los diversos usos a los que vaya a ser destinada, en cumplimiento de la normativa vigente y en beneficio de todos los usuarios y explotadores.

La **información** suministrada facilita la gestión efectiva del agua y permite la actuación preventiva frente a episodios de contaminación, así como la planificación de implantación de infraestructuras necesarias para un óptimo uso de la misma.



Sonda Aquadam instalada en el embalse de La Tranquera

5.2. INSTALACIÓN EN LA PRESA DE CUEVA FORADADA

5.2.1. INTRODUCCIÓN

El embalse de Cueva Foradada recoge las aguas del río Martín y las surgencias de Alcaine aguas arriba del embalse. El uso principal del embalse son los riegos para las localidades situadas aguas abajo (Oliete, Ariño, Albalate del Arzobispo, La Puebla de Híjar, Escatrón, etc.), cuyos usuarios pertenecen al “Sindicato Central de Riegos de los pantanos de Cueva Foradada y Arroyo Escuriza”, domiciliado en Híjar. También se utiliza para abastecimiento (Mancomunidad de Aguas del Bajo Martín).

La presa fue terminada en 1926 y su capacidad es de 26 Hm³.

El agua para riegos se puede verter por 3 tomas diferentes (570,25 msnm, 554,93 msnm y 541,93 msnm) aunque la que más se usa es la intermedia. Además existe la posibilidad de desaguar de fondo a través de dos desagües, uno situado en la presa y otro situado en una galería que atraviesa la ladera izquierda. El desagüe de fondo de la presa se encuentra bajo el nivel de los lodos (aproximadamente en la cota 547,5 msnm), aunque existe un canal a través de los sedimentos que permite su funcionamiento.

El agua para abastecimiento se toma de los manantiales que existen al pie de la presa y que recogen también filtraciones de la misma. El abastecimiento es para Oliete y otros municipios agrupados en la Mancomunidad de Aguas del Bajo Martín. En época de estratificación, las filtraciones suelen provenir de capas inferiores, y han llegado a alterar la calidad del agua captada con hierro y manganeso.

Para el seguimiento de estas situaciones, en el mes de marzo de 2009 se instaló una sonda Aquadam.



Sonda Aquadam instalada en el embalse de Cueva Foradada

5.2.2. SEGUIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SONDA

Funcionamiento general de la sonda

En 2011 se han realizado 1419 perfiles. En cada uno se han medido entre 24 y 28 puntos (generalmente con distancias de 1 metro entre puntos), dependiendo del nivel del embalse.

La programación ha sido de 4 perfiles al día (00:00, 06:00, 12:00 y 18:00).

Se ha trabajado siempre con horario GMT (una hora menos de la oficial en el horario de invierno, y 2 en el de verano), con objeto de adecuar los perfiles al horario solar.

Han existido algunos problemas, que han ocasionado que no se realicen algunos perfiles en los siguientes periodos de fechas:

- 23-26/ene
- 06-08/feb
- 04-06/abr
- 01-02/jun
- 19-24/nov

Entre los meses de abril y octubre –período similar al observado el año pasado- se han observado gradientes según la profundidad en los parámetros de calidad, que ha llevado a situaciones de fuerte anoxia y condiciones muy reductoras en las capas profundas del embalse.

El año empezó con un nivel en el embalse de 5,6 metros por debajo de coronación (-5,6). La tendencia fue a aumentar suavemente hasta inicios de abril, cuando alcanzó el máximo, en -4,8 metros. A partir de entonces la tendencia es descendente, aumentando la velocidad a partir de mitad de junio. A finales de octubre alcanza el mínimo, de -9,4 metros. Acaba el año con -8,5 (2,9 metros por debajo de como lo inició).

La evolución de los parámetros de calidad resulta bastante similar a la observada en el año 2010.

Todos los perfiles obtenidos están disponibles para su consulta en la página web.

<http://195.55.247.234/redalerta>

Evolución de la estratificación

A continuación se va a intentar explicar la evolución de los parámetros que han resultado más significativos, fijando fechas en que se observan ciertos cambios o se consolidan situaciones:

Principios de abril

Se empieza a observar un cierto gradiente de temperatura (alcanza los 5 °C de diferencia entre superficie y fondo) y oxígeno disuelto (la concentración en el fondo todavía es superior a 4 mg/L).

La señal de pH varía 0,5 unidades, y el potencial redox apenas muestra variación.

20 de mayo

Se llega en el fondo a condiciones anóxicas. A partir de los 12 metros de profundidad la concentración es inferior a 3 mg/L (en superficie se miden 6 mg/L).

La temperatura varía 12 °C entre superficie y fondo. El descenso de temperatura se produce entre los 5 y 12 metros de profundidad.

La variación del pH es de 0,65, y el potencial redox sigue sin mostrar variación.

10 de junio

El potencial redox empieza a dar valores negativos en los últimos puntos del perfil. Las variaciones en la señal se han empezado a dar 10 días antes.

Las condiciones son anóxicas desde los 15 metros de profundidad.

El descenso de temperatura se produce entre los 7 y 12 metros de profundidad.

1 de septiembre

El potencial redox es estable en los primeros 7 metros. En 1 metro más pasa a valores negativos. Similar comportamiento se observa en el oxígeno disuelto y pH (valores estables en los 6 metros superficiales y descenso brusco en 1 o 2 metros).

La temperatura desciende más suavemente.

1 de octubre

La estabilidad de las señales, observada para el 1 de septiembre, se extiende hasta los 10 metros de profundidad.

10 de octubre

La diferencia de temperatura entre superficie y fondo es inferior a 5°C.

pH, oxígeno y redox son estables hasta los 14 metros. Las condiciones anóxicas y reductoras se dan a partir de los 16 metros.

25 de octubre

El perfil de temperatura se hace prácticamente vertical.

pH, oxígeno (6-7 mg/L) y potencial redox (+200 mV) son estables en los primeros 19 metros. Después descienden algo hasta el último punto del perfil (24 metros), pero no se llega a oxígeno cero ni a redox negativo.

27 de octubre

Perfiles prácticamente verticales para temperatura, pH, oxígeno y potencial redox. En algunos perfiles posteriores las señales (pH, oxígeno y redox) vuelven a mostrar algún descenso en fondo, pero duran poco. La tendencia posterior es a la progresiva reoxigenación de toda la masa de agua

Durante este año no se ha observado el descenso de conductividad que se detectó en el mes de agosto de 2010, a una profundidad coincidente con el inicio de la zona reductora. En todos sus perfiles ha mostrado poca variación, con cierta tendencia, esperada, a aumentar ligeramente hacia el fondo en la época de estratificación.

Evolución de la señal de clorofila

El parámetro se empieza a medir el 27/abr.

Inicialmente se miden concentraciones en torno a 2 µg/L en todo el perfil, con un máximo de 6-8 µg/L sobre los 7 metros de profundidad. La profundidad del máximo va aumentando, y llega a los 11 metros sobre el 23 de mayo.

343 - Aqsdsm - C. Foradada (27/04/11 11:11)
Clorofila a (µg/L)



343 - Aqsdsm - C. Foradada (11/05/11 12:20)
Clorofila a (µg/L)

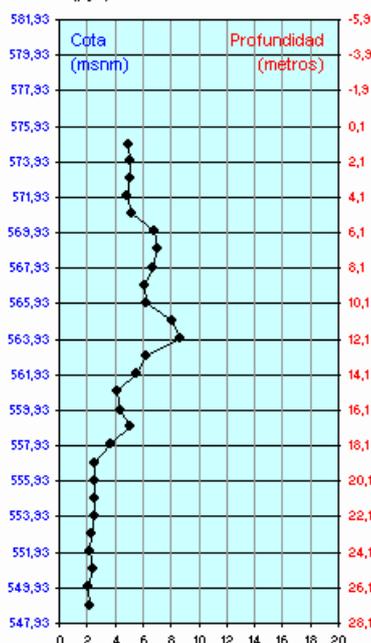


343 - Aqsdsm - C. Foradada (23/05/11 06:20)
Clorofila a (µg/L)



En los siguientes días ese máximo parece reducirse, pero se va formando otro sobre los 6 metros, que poco a poco se va definiendo. Sobre el 3 de junio prácticamente desaparece.

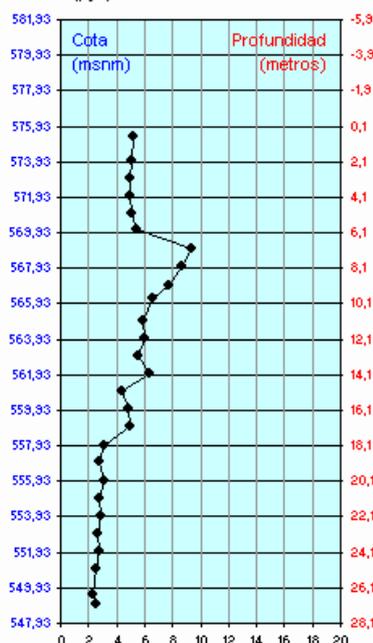
343 - Aqsdsm - C. Foradada (25/05/11 06:20)
Clorofila a (µg/L)



343 - Aqsdsm - C. Foradada (28/05/11 06:20)
Clorofila a (µg/L)

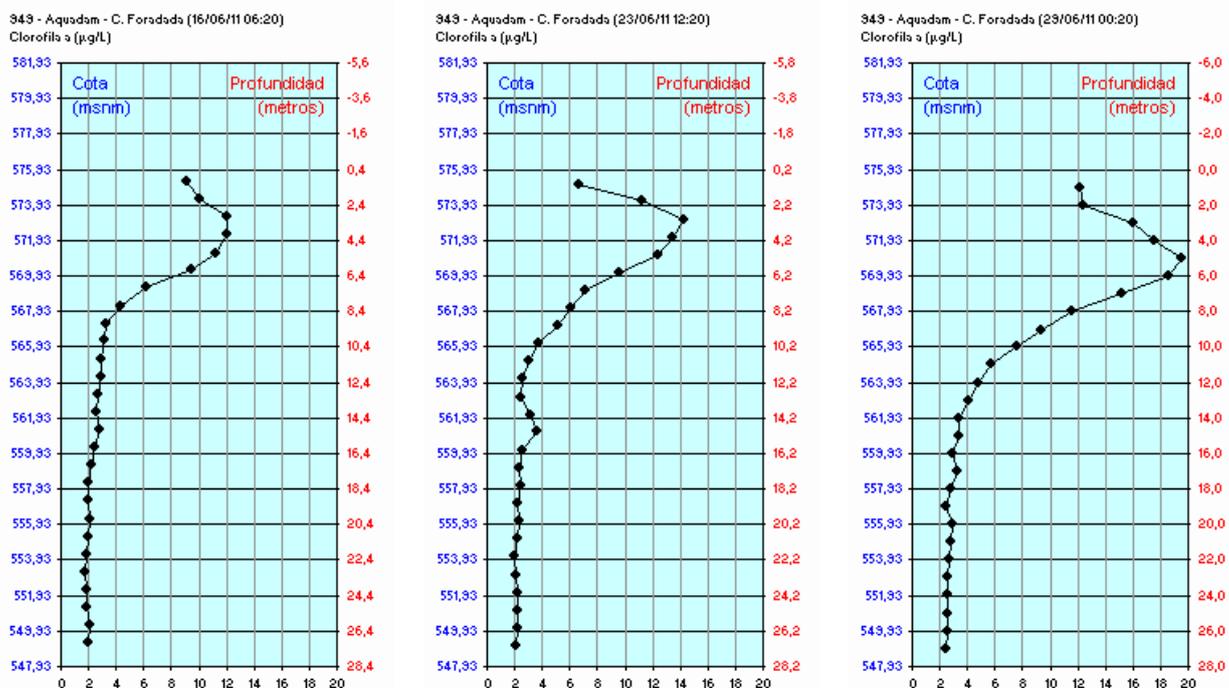


343 - Aqsdsm - C. Foradada (01/06/11 06:20)
Clorofila a (µg/L)



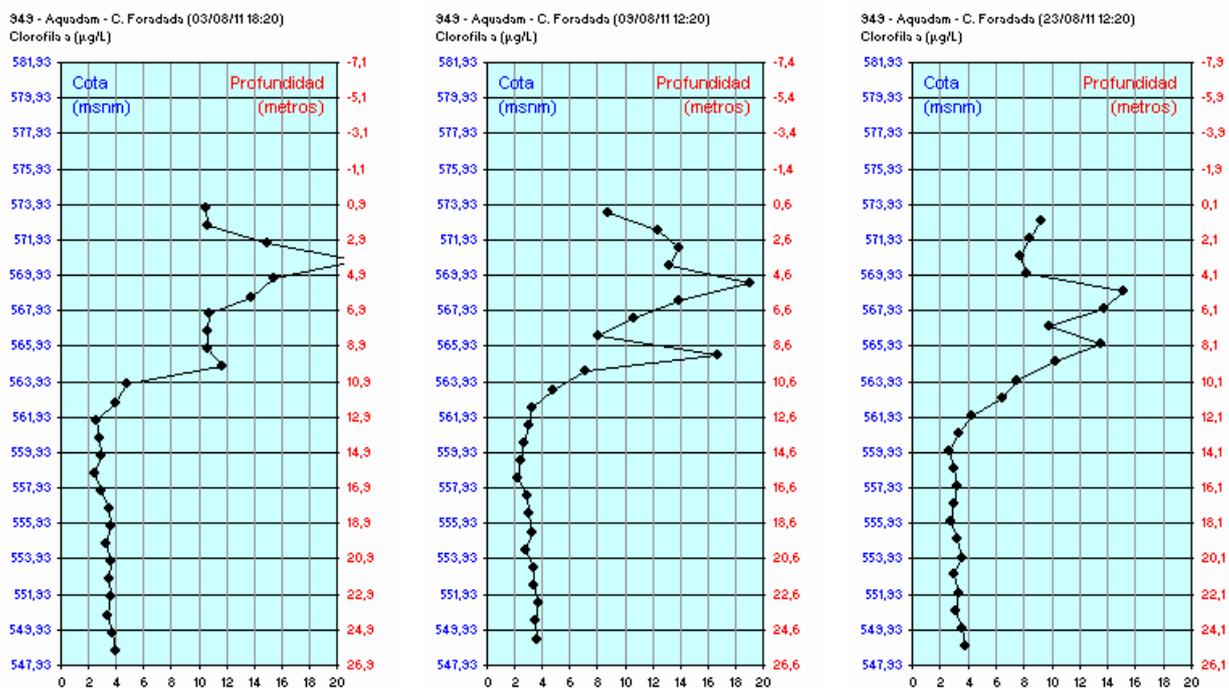
Los perfiles posteriores muestran poca variación, con concentraciones algo más altas en superficie y suave descenso hacia el fondo. Algunos días, en los perfiles de medianoche (días 06, 09 y 10/jun) se ven máximos superiores a 10 µg/L sobre los 12-13 metros.

A partir de mitad de junio, se empiezan a medir concentraciones más altas en superficie, sobre 10 µg/L, con un máximo sobre los 5 metros y posterior descenso hacia el fondo. El día 29/jun el máximo llega a los 20 µg/L.

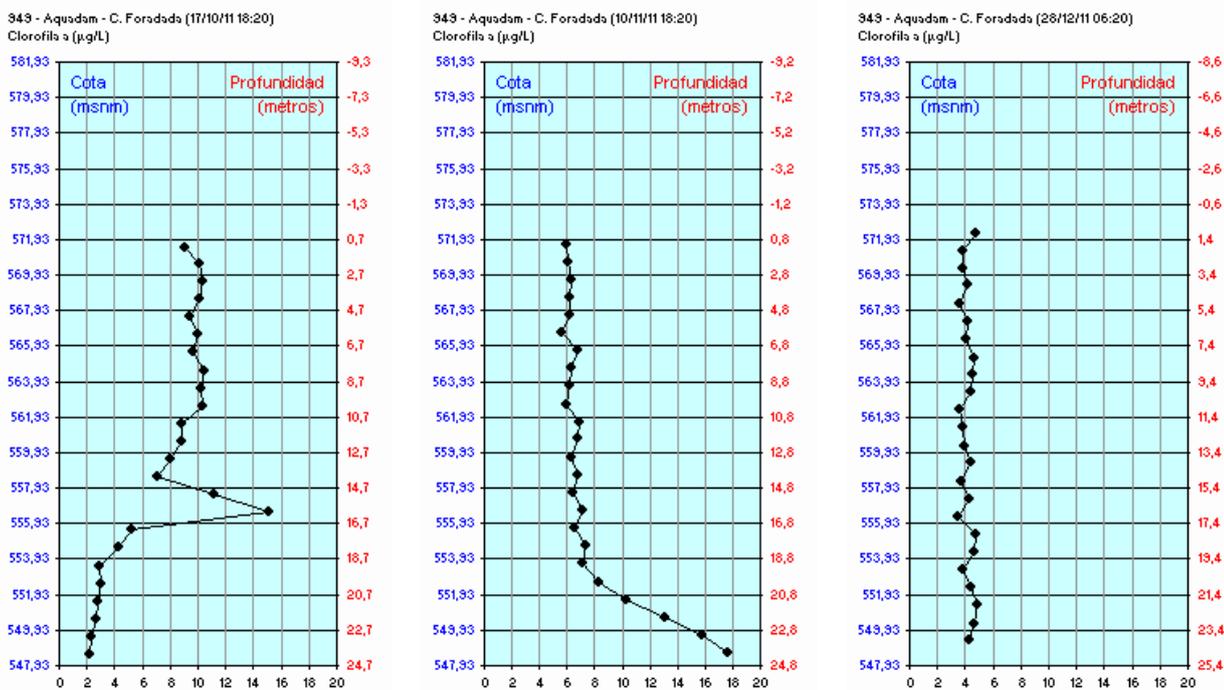


A mitad de julio ese máximo vuelve a desaparecer, aunque se mantienen las concentraciones más altas en los primeros 10 metros.

Durante el mes de agosto vuelven a aparecer los máximos sobre los 3-4 metros, y puntualmente aparece un segundo máximo, bastante variable, algo más abajo.

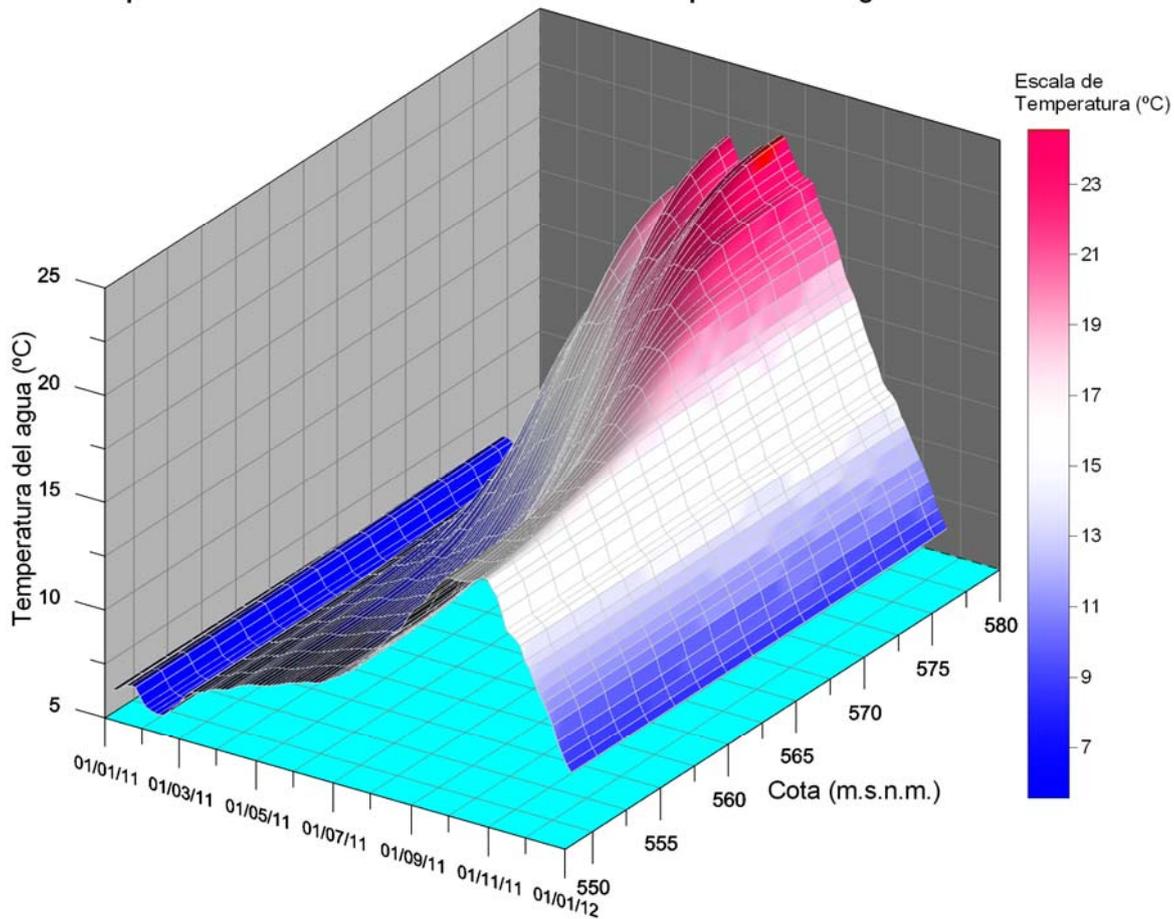


A partir del 9 de octubre, se observa, no en todos los perfiles del día, un máximo sobre los 15 metros de profundidad, que llega a superar los 20 µg/L. Suele darse en los perfiles de las 18:00 y en el de medianoche. Desaparecen a final de mes. Durante noviembre el máximo se da en el último punto del perfil, aumentando en los 4-5 últimos metros. En diciembre el perfil ya se hace más vertical.

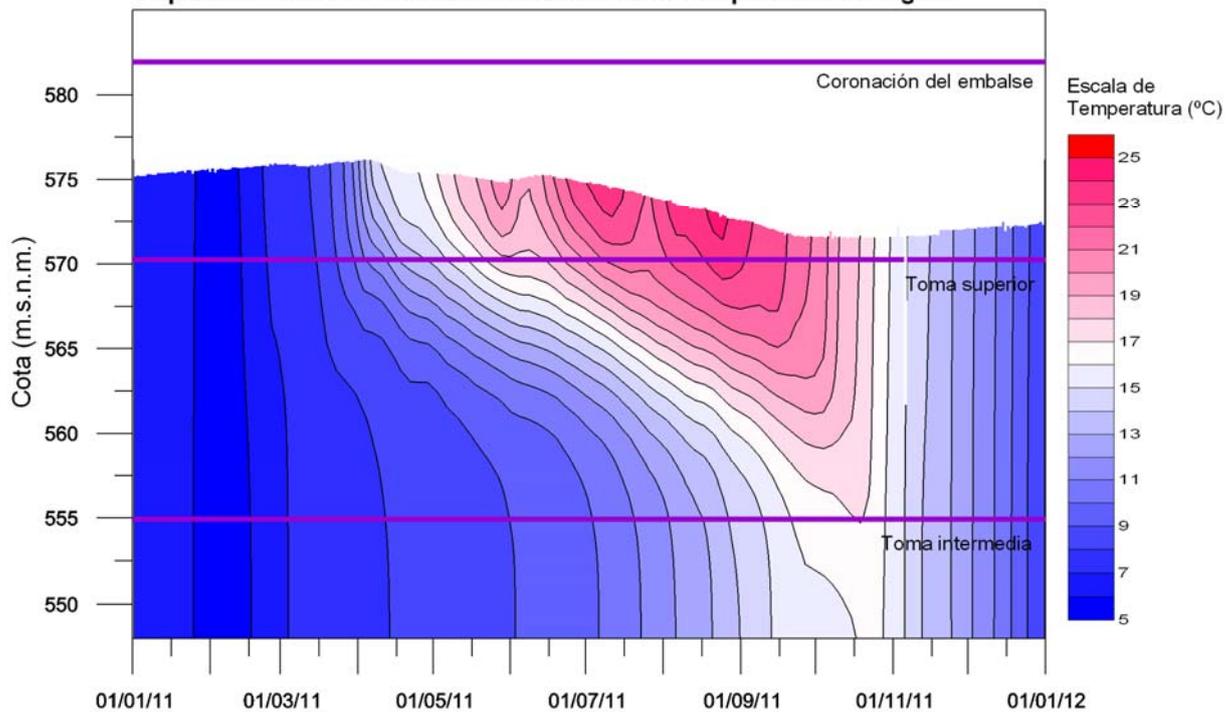


En las tres páginas siguientes se incluyen unos gráficos de evolución para la temperatura, oxígeno disuelto y potencial redox. En el primer gráfico de cada página se realiza una representación de los datos recibidos en 3 dimensiones. El segundo representa el cálculo de isolíneas para cada uno de los parámetros. En él se representan, como líneas horizontales, la cota de coronación (581,93 msnm), la toma superior (570,25 msnm) y la intermedia (554,93 msnm).

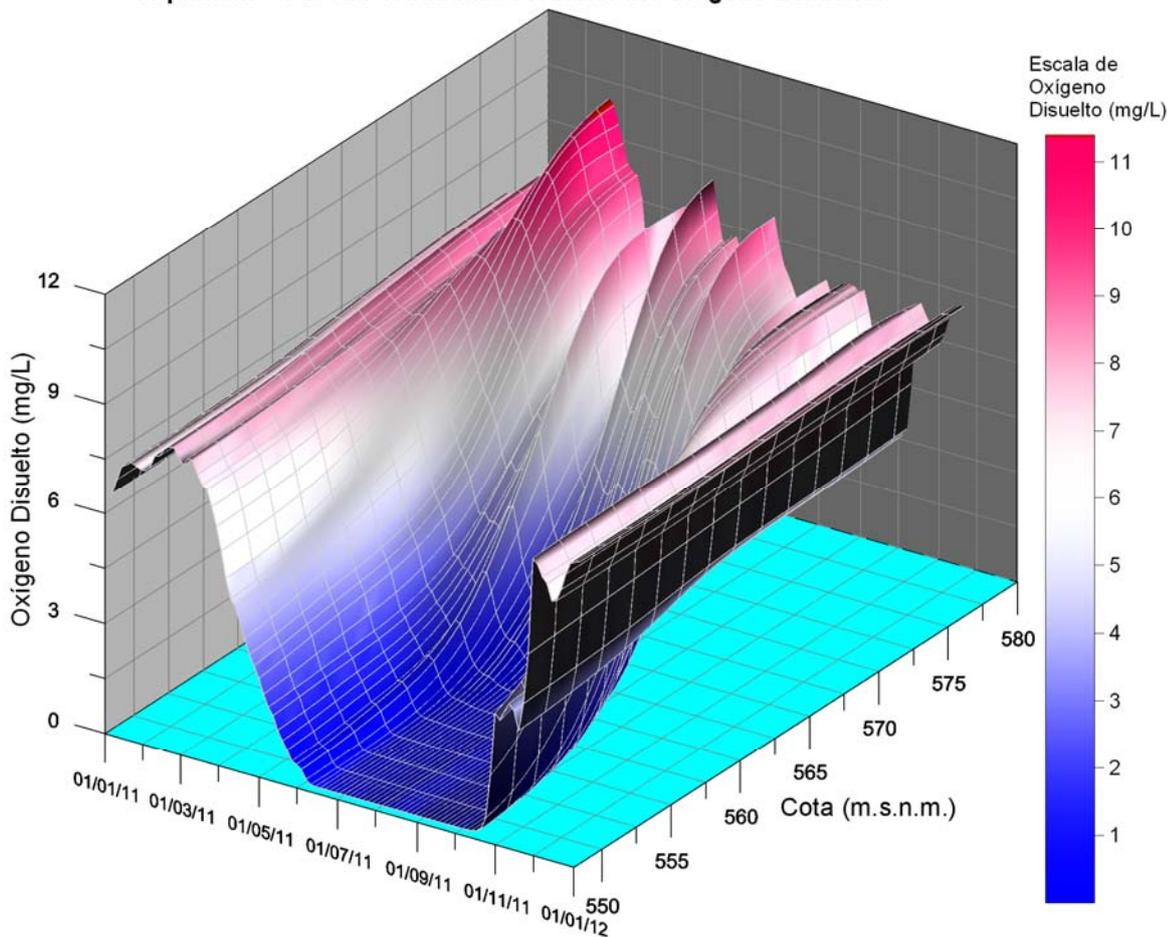
Aquadam - Cueva Foradada. Evolución de la Temperatura del Agua.



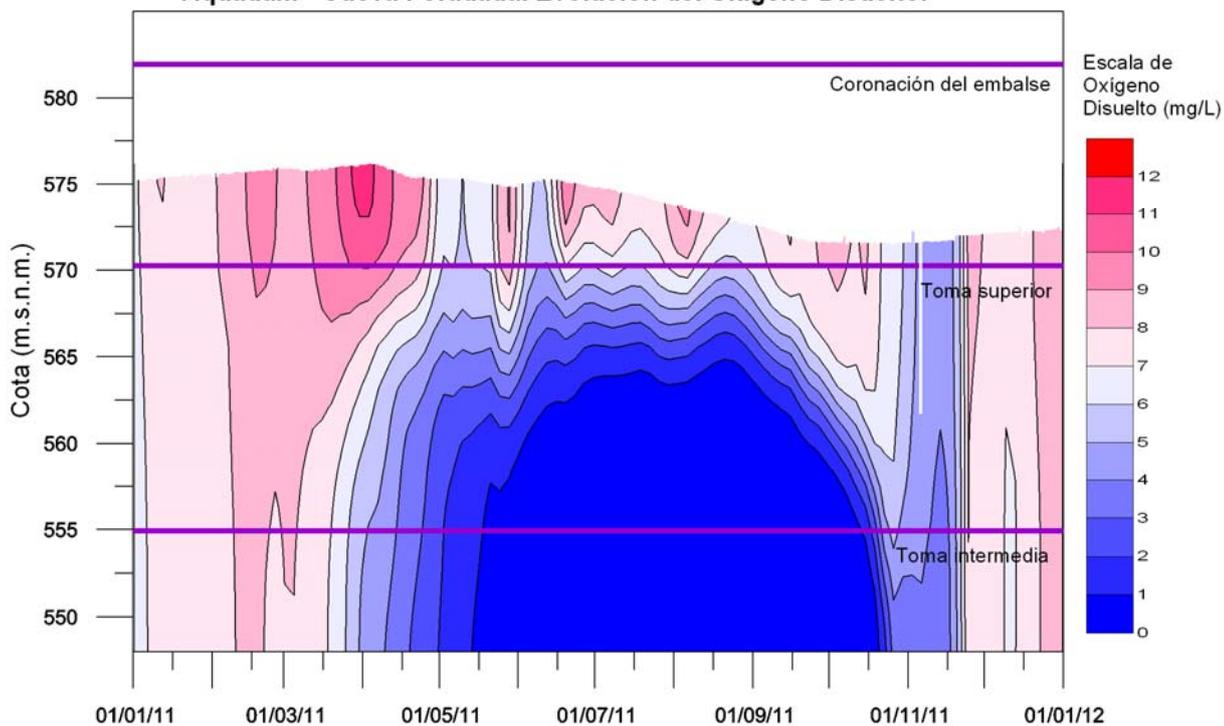
Aquadam - Cueva Foradada. Evolución de la Temperatura del Agua.



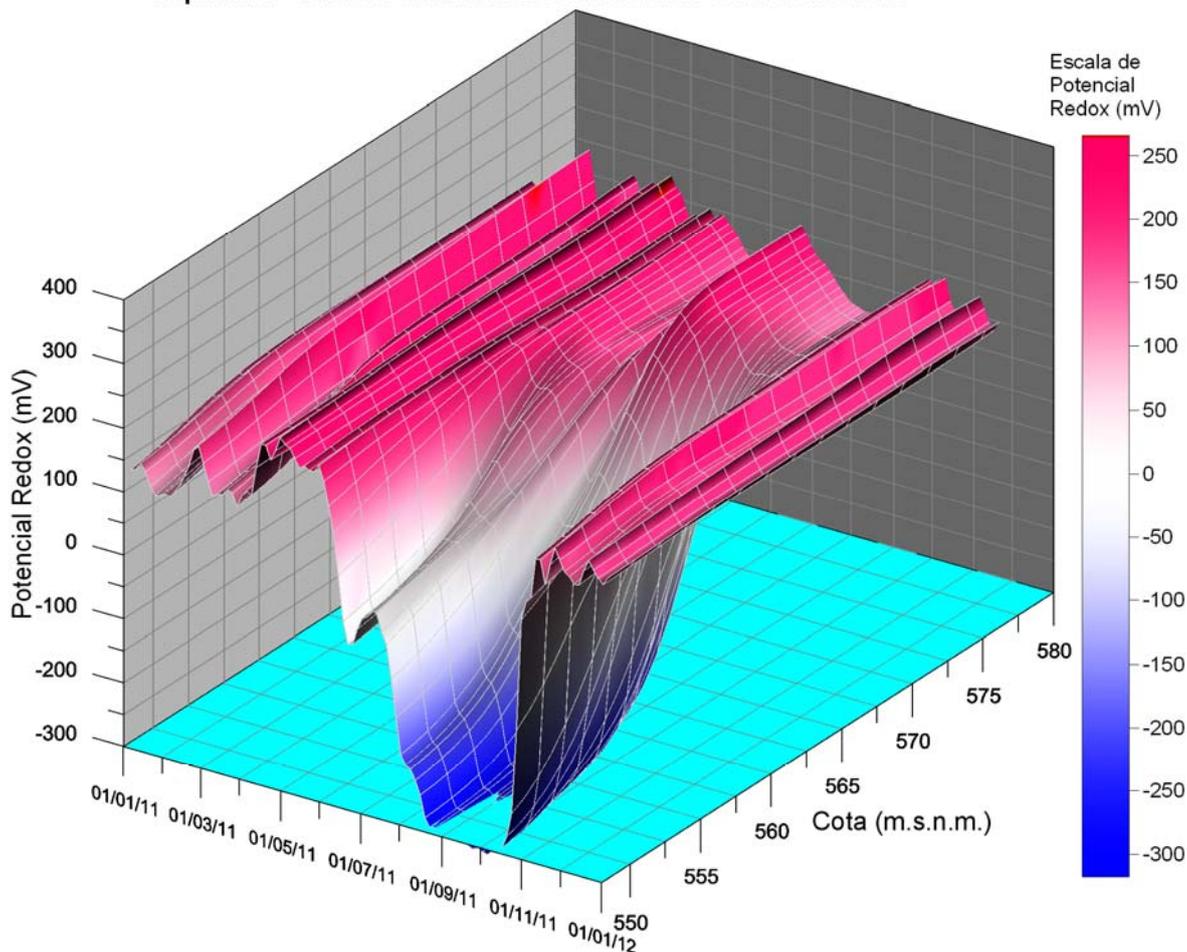
Aquadam - Cueva Foradada. Evolución del Oxígeno Disuelto.



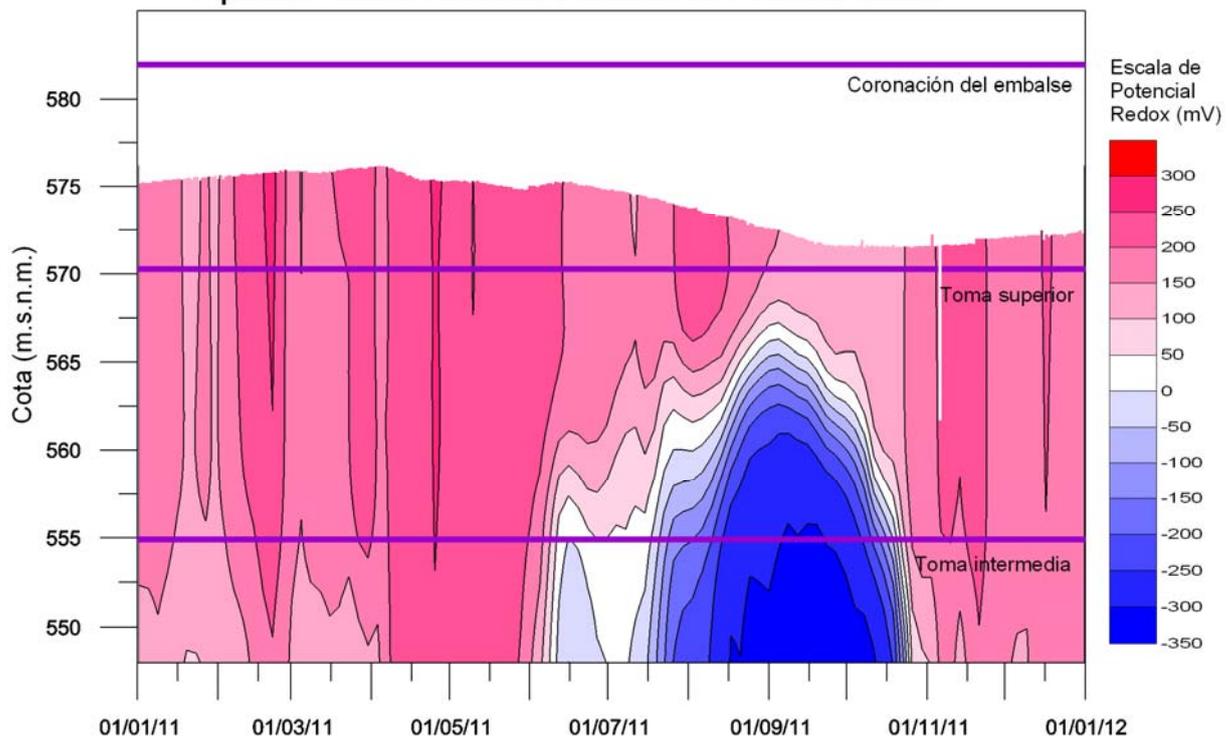
Aquadam - Cueva Foradada. Evolución del Oxígeno Disuelto.



Aquadam - Cueva Foradada. Evolución del Potencial Redox.



Aquadam - Cueva Foradada. Evolución del Potencial Redox.



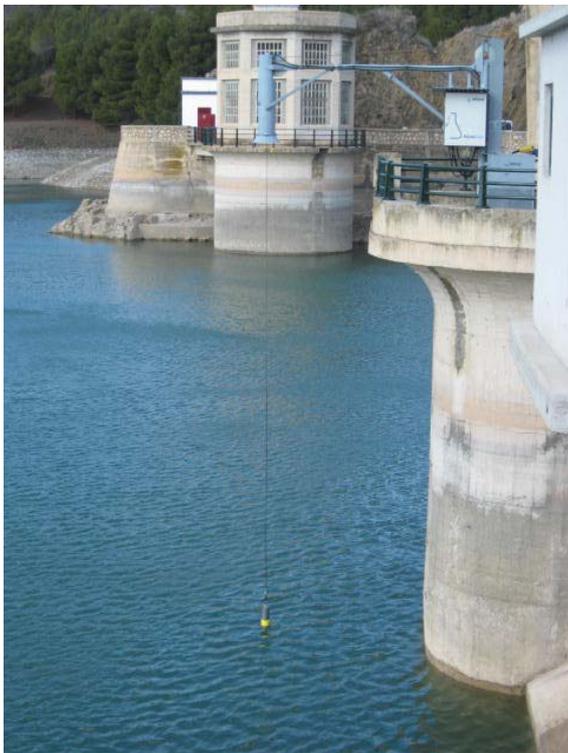
5.3. INSTALACIÓN EN LA PRESA DE LA TRANQUERA

5.3.1. INTRODUCCIÓN

El embalse de La Tranquera ubicado en la cuenca del río Piedra con una capacidad de 84,26 Hm³, abastece de agua entre otras localidades a la población de Calatayud.

La presa fue construida en el año 1959 y diseñada inicialmente para suministro de agua de riego. Consta de dos tomas a las cotas 648,84 msnm y 656,50 msnm respectivamente.

En la batimetría del embalse realizada recientemente se ha ubicado la sedimentación de fangos a la cota 647,84 msnm, muy cercana a la primera toma de riegos que en la actualidad se utiliza para el suministro de agua potable.



Sonda Aquadam instalada en el embalse de La Tranquera

Esta situación, junto los procesos habituales de **mezcla y estratificación** del agua embalsada según las diferentes épocas del año, puede haber causado problemas en la calidad del agua de abastecimiento a Calatayud.

Como parte de las medidas que la Confederación está desarrollando para colaborar con las administraciones competentes en el abastecimiento de agua de calidad a Calatayud, el 13 de octubre de 2009 se iniciaron los trabajos de instalación de una sonda Aquadam en la presa de La Tranquera.

El 17 de noviembre se recibieron los primeros perfiles en el centro de control, todavía en fase de prueba.

En la primera semana de diciembre se instaló una sonda que mide la clorofila.

5.3.2. SEGUIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SONDA

Funcionamiento general de la sonda

En 2011 se han realizado 1416 perfiles. En cada uno se han medido entre 26 y 35 puntos (generalmente con distancias de 1 metro entre puntos), dependiendo del nivel del embalse.

La programación ha sido de 4 perfiles al día (00:00, 06:00, 12:00 y 18:00).

Se ha trabajado siempre con horario GMT (una hora menos de la oficial en el horario de invierno, y 2 en el de verano), con objeto de adecuar los perfiles al horario solar.

Han existido algunos problemas, que han ocasionado que no se realicen algunos perfiles en los siguientes periodos de fechas:

- 23-26/ene
- 07-08/abr
- 16-18/may
- 06-08/jun
- 23-27/sep

El descenso de calidad debido a la estratificación del embalse ha sido menor al observado en el otro embalse controlado con Aquadam (Cueva Foradada).

En el fondo la concentración de oxígeno disuelto ha estado por debajo de 1 mg/L durante algo más de 2 meses (finales de julio a principios de octubre), pero no se han llegado a medir potenciales redox negativos ni valores de pH por debajo de 7.

El año empezó con un nivel en el embalse de 4,3 metros por debajo de coronación (-4,3). La tendencia fue a aumentar, de una forma suave y uniforme, hasta el 22 de mayo, en que se llegó al máximo, en -2,4 metros. A partir de entonces la tendencia es descendente, llegando al mínimo (-11,65 metros) el 6 de septiembre. A partir de esa fecha suave tendencia al aumento, acabando el año con -7,4 metros (3,1 metros por debajo de como lo inició).

La evolución de las señales ha sido bastante similar a la observada en 2010; quizá lo único reseñable es que durante los meses de agosto y septiembre se ha llegado a observar un descenso de potencial redox en los últimos metros, que no se produjo en 2010, aunque no se han llegado a medir valores negativos.

Todos los perfiles obtenidos están disponibles para su consulta en la página web.

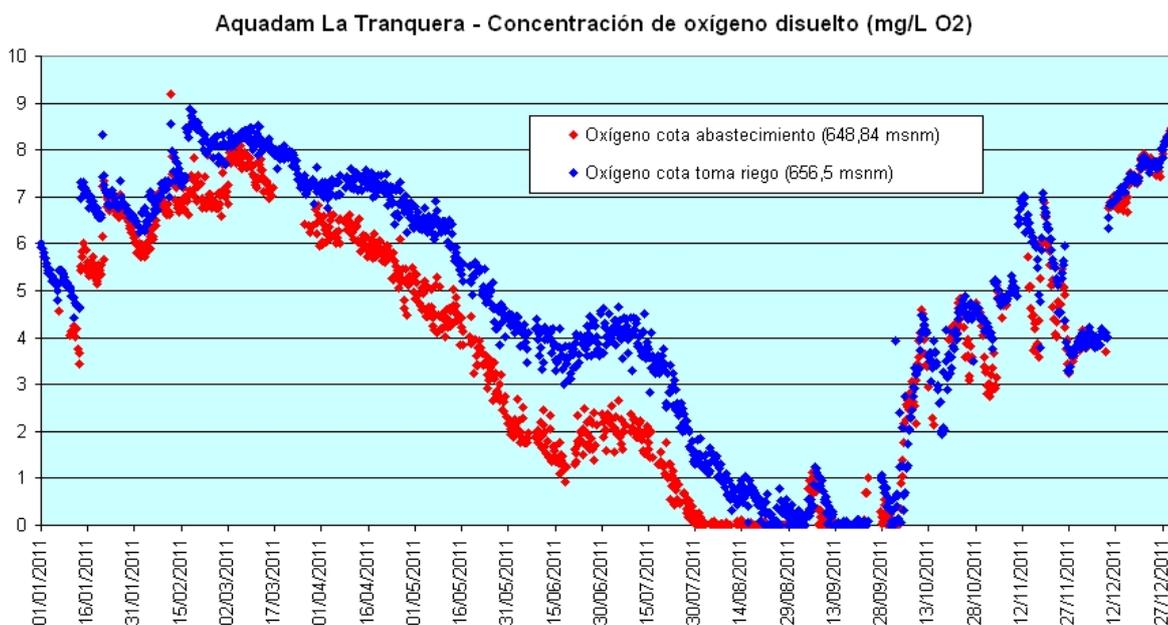
<http://195.55.247.234/redalerta>

Toma de abastecimiento. Concentración de oxígeno disuelto

Según la información que se maneja, la cota teórica de barro sedimentado en el embalse es 647,84 msnm, mientras que la de la toma de abastecimiento es 648,84 msnm (sólo 1 metro por encima). Esta cercanía a la capa de barro lleva consigo cierta dificultad para medir a esa profundidad.

La cota de las tomas de riego se encuentra 8 metros más arriba, en la cota 656,5 msnm.

En el siguiente gráfico de evolución se observa la concentración de oxígeno disuelto en ambas cotas.



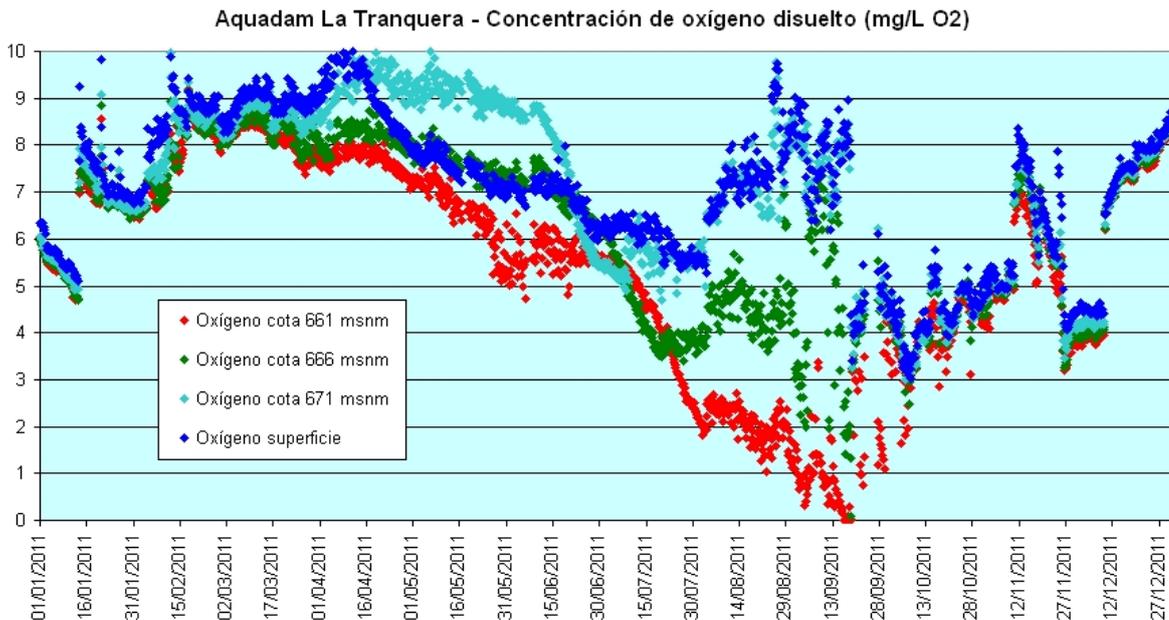
Se puede ver que a partir de abril la diferencia de concentración entre ambas cotas es creciente. En la toma inferior el oxígeno llega a cero sobre el 30 de julio, mientras que la toma de riego no alcanza las condiciones anóxicas hasta después del 15 de agosto. A principios de octubre rápidamente se recupera la oxigenación en ambas cotas de forma prácticamente simultánea.

En el siguiente gráfico se representa la concentración de oxígeno disuelto a cotas situadas 5, 10 y 15 metros por encima de la toma de riego.

En la situada 5 metros por encima (cota 661), ya sólo durante unos días se mide concentración cero, a mitad de septiembre. Durante todo el mes de septiembre se mantiene por debajo de 1 mg/L.

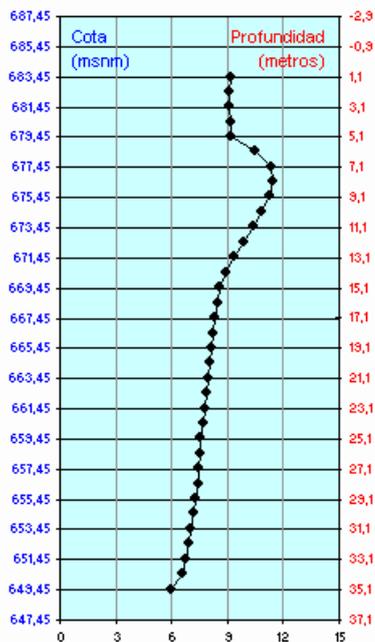
En la cota 666 todavía se llegan a medir valores bajos, pero ya no descienden de 2 mg/L.

En la cota 671, 15 metros por encima de la toma de riego, la concentración mínima no baja de los 4 mg/L. En esta cota, desde mitad de abril a mitad de junio, la concentración es superior a la medida en superficie, puesto que en ese periodo, el máximo de la concentración de oxígeno no se da en superficie, sino a una profundidad que varía entre 7 y 11 metros.

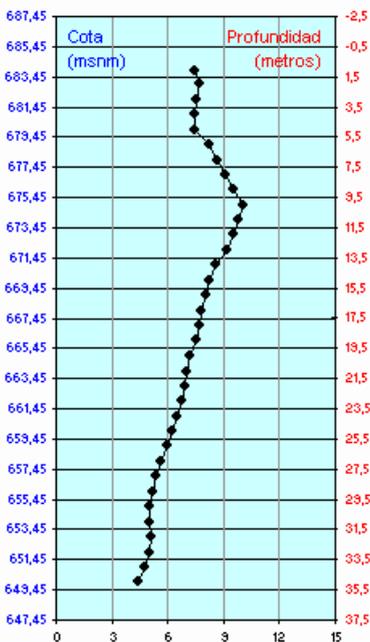


Se muestran a continuación tres perfiles de oxígeno disuelto que muestran el comportamiento citado en el párrafo anterior (máximo de oxígeno a profundidad creciente, entre abril y junio).

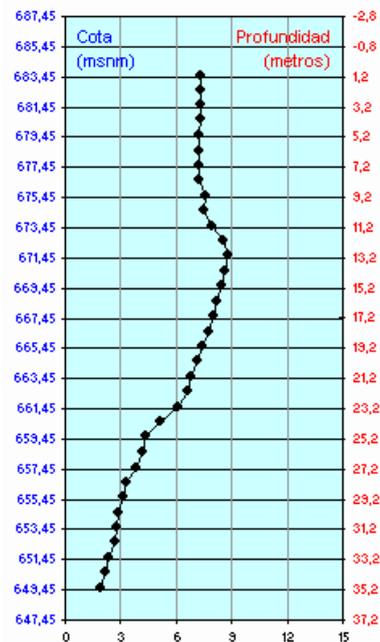
948 - Aquadam - La Tranquera (17/04/11 06:20)
Oxígeno disuelto (mg/L)



948 - Aquadam - La Tranquera (15/05/11 18:20)
Oxígeno disuelto (mg/L)



948 - Aquadam - La Tranquera (10/06/11 18:20)
Oxígeno disuelto (mg/L)



Evolución de la estratificación

A continuación se va a intentar explicar la evolución de los parámetros que han resultado más significativos, fijando fechas en que se observan ciertos cambios o se consolidan situaciones:

Principios de abril

Se empieza a observar un cierto gradiente en las señales. La diferencia de temperatura alcanza los 5 °C entre superficie y fondo, y la de oxígeno disuelto está sobre 3 mg/L; en el fondo todavía no baja de 6 mg/L.

10 de abril

El máximo del perfil de oxígeno se da sobre los 5 metros de profundidad (11 mg/L); en superficie se miden 9 mg/L y 6 en el fondo. La diferencia de temperatura entre superficie y fondo llega a 10 °C.

1 de mayo

Temperatura y oxígeno permanecen estables en los primeros 7 metros. La temperatura desciende hacia el fondo, produciéndose el máximo descenso entre los 7 y 13 metros de profundidad.

El máximo de oxígeno se da sobre los 9 metros (la profundidad a que se observa el máximo ha ido aumentando desde que se empezó a ver ese comportamiento, sobre el 10 de abril. En el fondo todavía se llegan a medir 5 mg/L de oxígeno disuelto.

20 de junio

Desaparece el máximo de oxígeno a profundidades medias. Hasta los 15 metros de profundidad la concentración es estable, y luego desciende hacia el fondo. En el fondo se mide sobre 1,5 mg/L.

El descenso de temperatura llega a 14 °C, y el de pH es de 0,8.

El potencial redox es alto y no muestra todavía descenso hacia el fondo.

29 de julio

El oxígeno llega a cero en el fondo. Temperatura, pH y oxígeno son estables los 10 primeros metros, y luego descienden hacia el fondo.

El descenso de temperatura es de 8 °C, y el de pH de 0,9.

10 de agosto

El potencial redox empieza a mostrar un descenso en los últimos metros, aunque no llega a valores negativos.

El oxígeno disuelto es cero en los 8 últimos metros.

1 de septiembre

La temperatura en el fondo es de 22 °C, y de 24 °C en superficie.

El descenso de pH llega a ser de 0,9, siendo estable en los primeros 6 metros del perfil.

La concentración de oxígeno es también estable en los primeros 6 metros, y es cero en los últimos 9 metros.

El potencial redox ya no desciende en el fondo.

15 de septiembre

La temperatura es alta y muestra poca variación en el perfil.

pH y oxígeno permanecen estables en los primeros 7 metros; luego descienden hasta los 11 metros, a partir de donde el oxígeno es cero, y el pH 7,6 (ha descendido prácticamente 1 unidad).

El potencial redox vuelve a descender algo en los últimos puntos del perfil.

7 de octubre

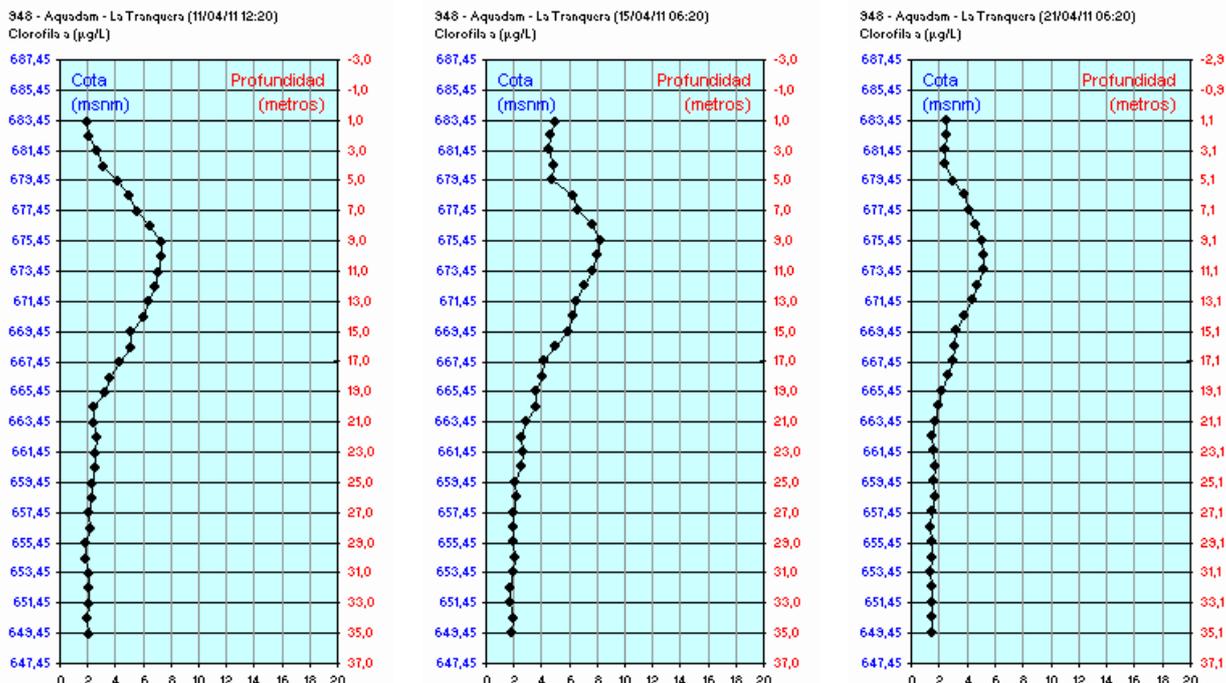
pH y oxígeno ya muestran poca variación.

La concentración de oxígeno es de 3 mg/L en todo el perfil. La tendencia posterior es al lento aumento en todo el perfil.

Evolución de la señal de clorofila

El año empieza con perfiles verticales, y concentraciones de 4-5 $\mu\text{g/L}$. En algunos perfiles se dan ligeros aumentos de la medida en el fondo.

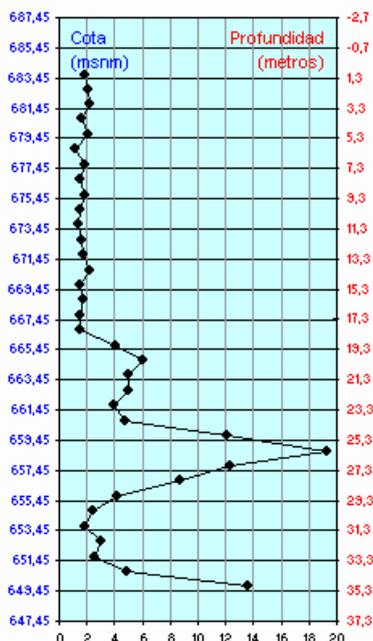
A partir del 10 de abril se observa un máximo en las medidas sobre los 7-8 metros de profundidad (coincide con el inicio de una tendencia similar para el oxígeno disuelto).



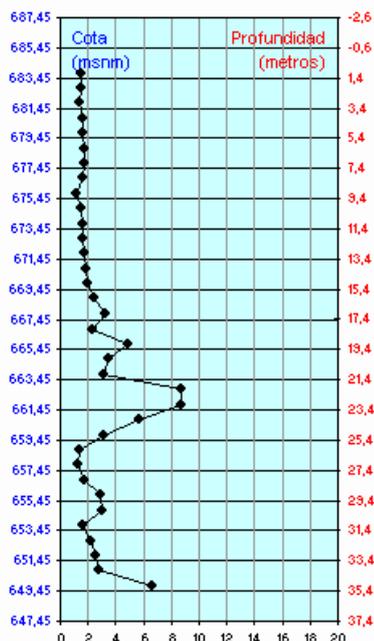
A finales de abril desaparece y vuelven los perfiles verticales.

Entre el 4 y 9 de mayo se dan en algunos de los perfiles de medianoche máximos sobre los 22 metros de profundidad. El día 9 llega a superar los 20 $\mu\text{g/L}$. Después de ese día ya no se repiten, y vuelven las medidas bajas y uniformes en todo el perfil.

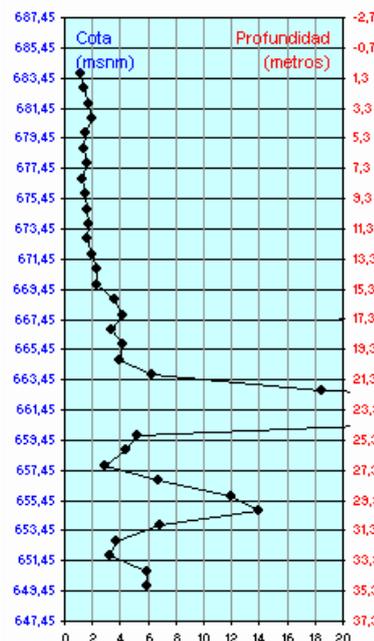
348 - Aqsdm - La Tranquera (04/05/11 00:20)
Clorofila a (µg/L)



348 - Aqsdm - La Tranquera (07/05/11 00:20)
Clorofila a (µg/L)

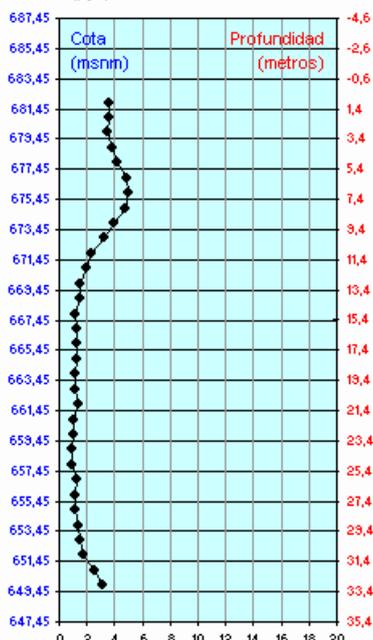


348 - Aqsdm - La Tranquera (09/05/11 00:20)
Clorofila a (µg/L)

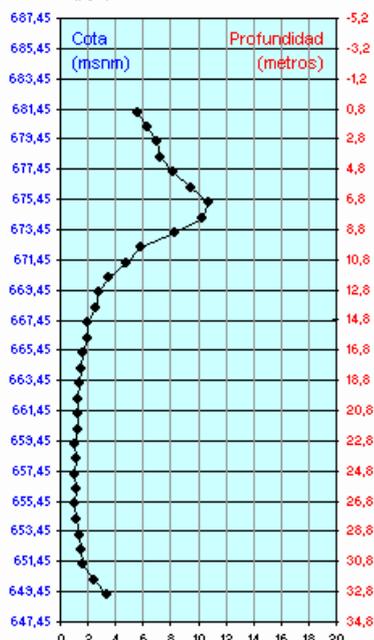


A partir del 1 de julio empieza la formación de un nuevo máximo sobre los 7 metros. Va bajando la profundidad a que se produce a medida que pasan los días. Esta situación se mantiene hasta finales de julio.

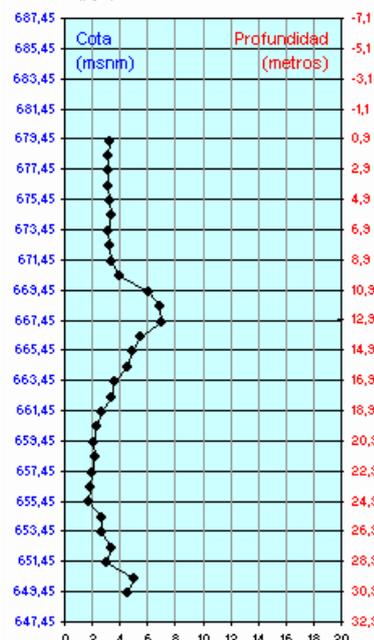
348 - Aqsdm - La Tranquera (01/07/11 12:20)
Clorofila a (µg/L)



348 - Aqsdm - La Tranquera (06/07/11 18:20)
Clorofila a (µg/L)



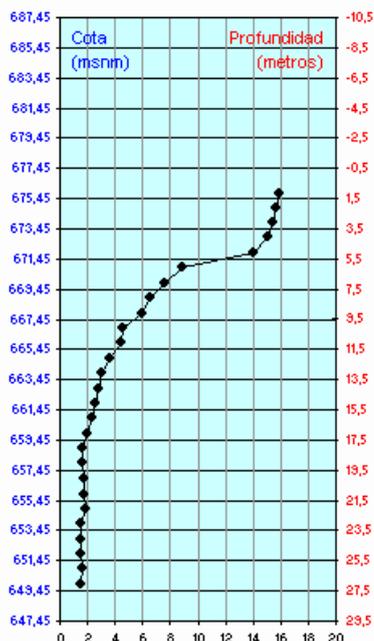
348 - Aqsdm - La Tranquera (24/07/11 00:20)
Clorofila a (µg/L)



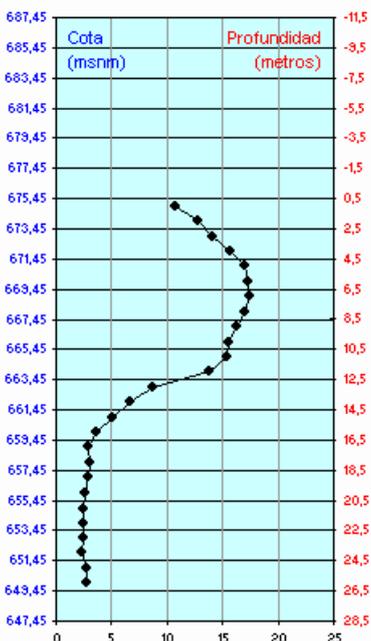
A finales de agosto se empieza a observar un aumento de la concentración en superficie; a mitad de septiembre, en algunos perfiles, el máximo no se da en superficie, sino que arriba parece descender un poco. Se llegan a medir valores superiores a 20 µg/L.

A partir del 7 de octubre el perfil se hace vertical, con concentraciones bajas, y así se llega a final de año.

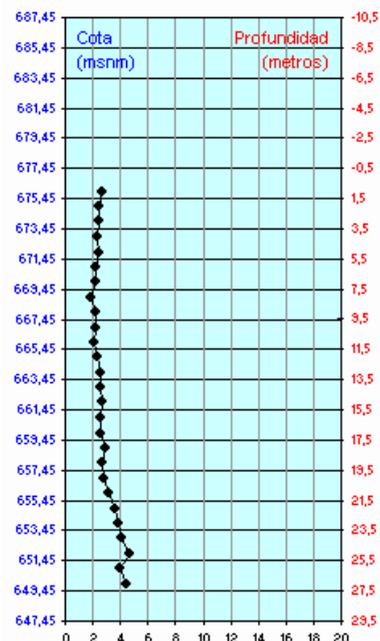
948 - Aquesdam - La Tranquera (26/08/11 12:20)
Clorofila a (µg/L)



948 - Aquesdam - La Tranquera (12/09/11 12:20)
Clorofila a (µg/L)

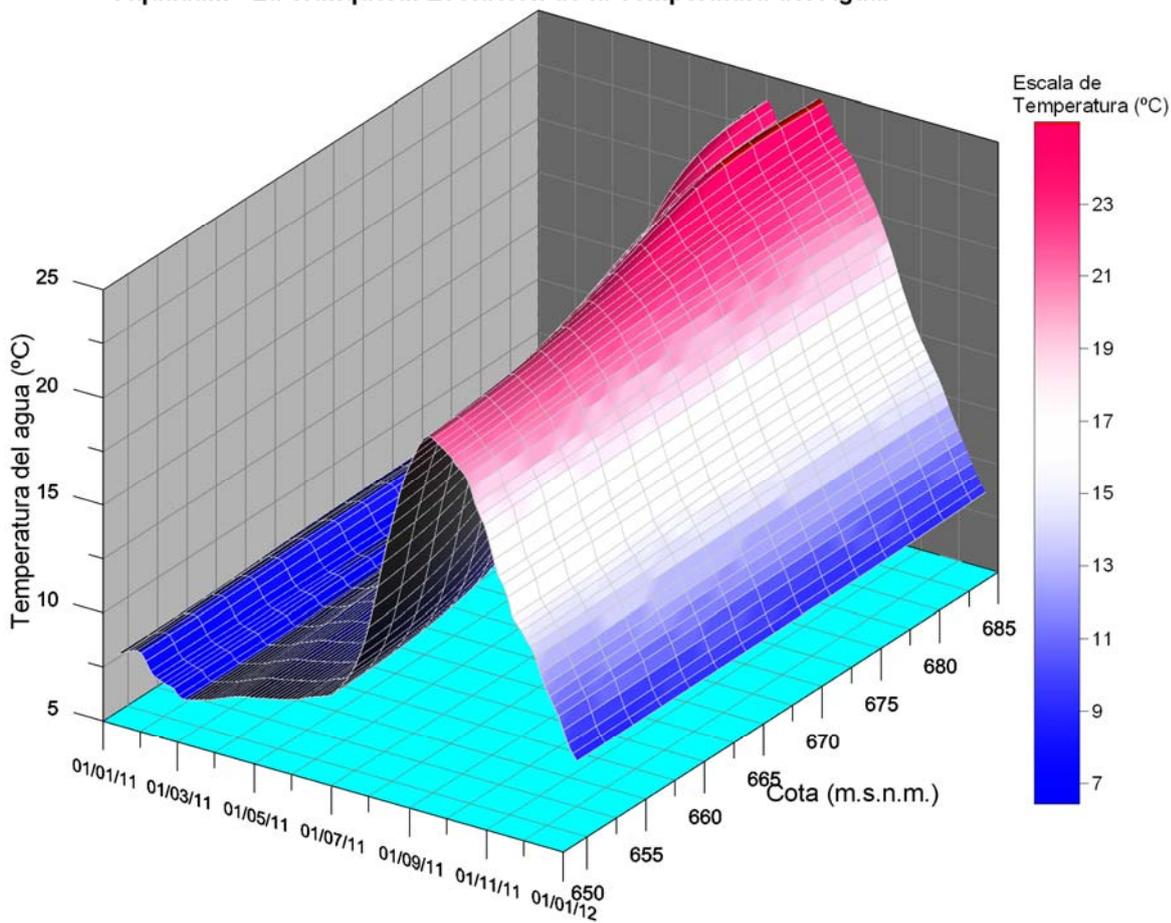


948 - Aquesdam - La Tranquera (12/10/11 06:20)
Clorofila a (µg/L)

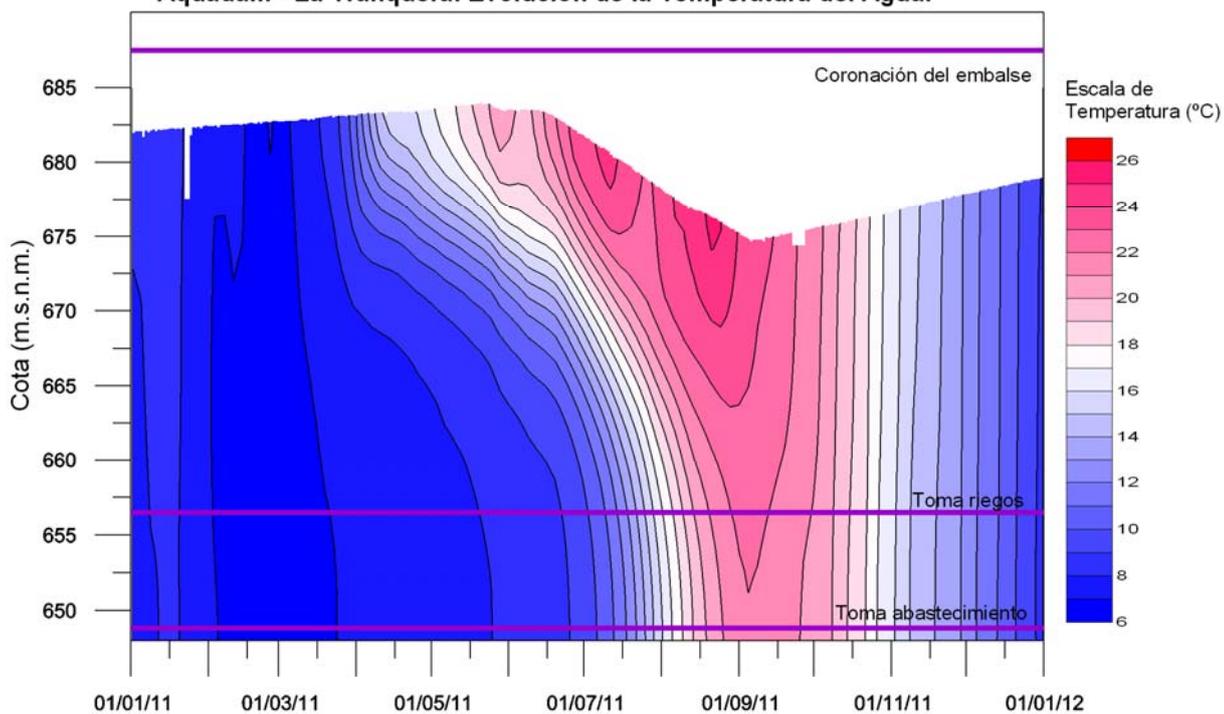


En las tres páginas siguientes se incluyen unos gráficos de evolución para la temperatura, oxígeno disuelto y potencial redox. En el primer gráfico de cada página se realiza una representación de los datos recibidos en 3 dimensiones. El segundo representa el cálculo de isólinas para cada uno de los parámetros. En él se representan, como líneas horizontales, la cota de coronación (687,45 msnm), la toma de riego (656,5 msnm) y la de abastecimiento (648,84 msnm).

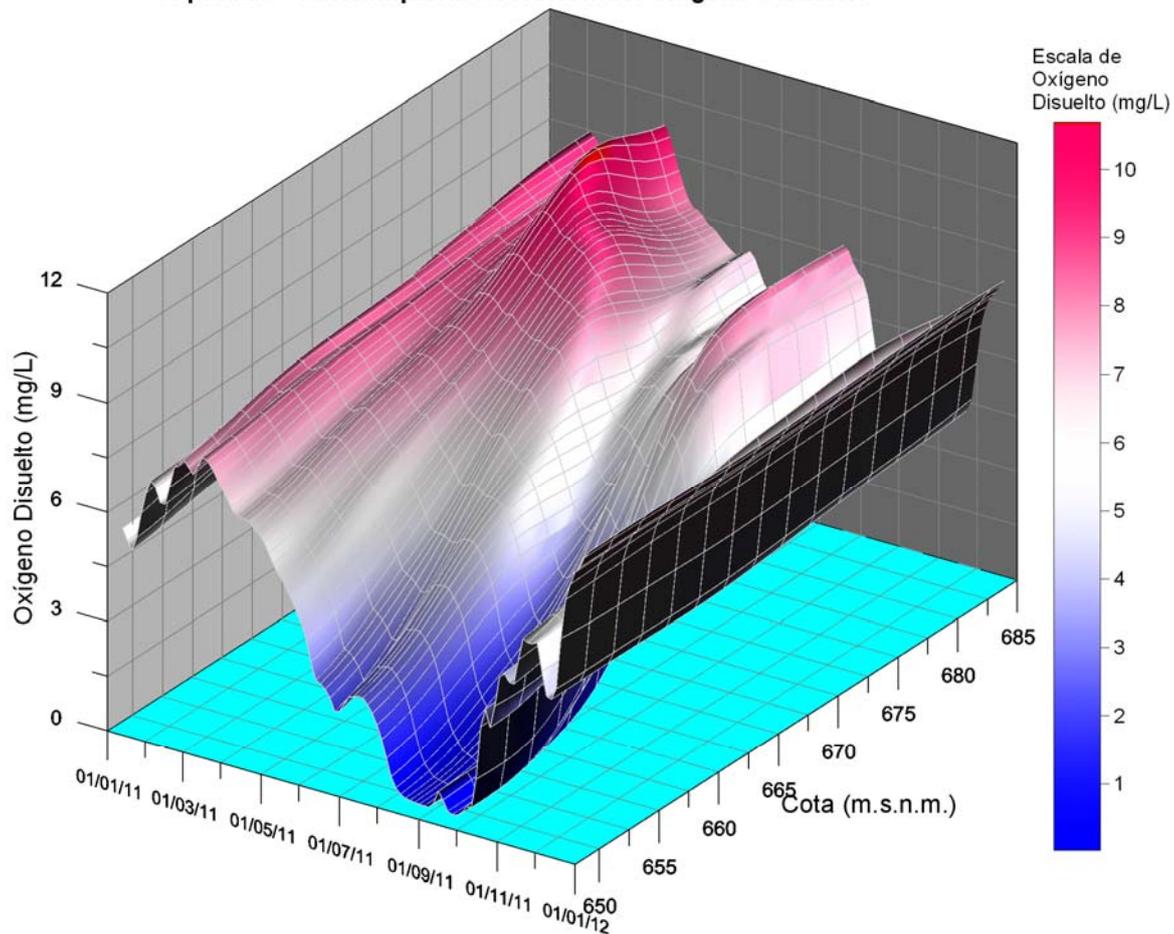
Aquadam - La Tranquera. Evolución de la Temperatura del Agua.



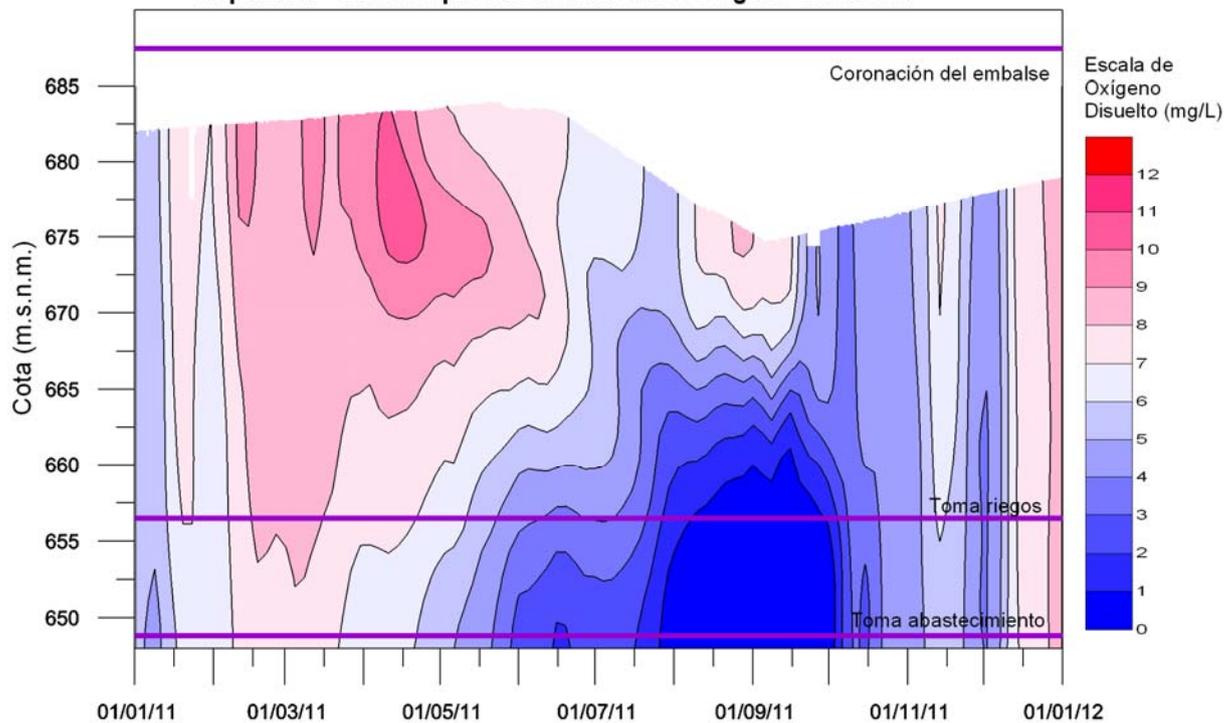
Aquadam - La Tranquera. Evolución de la Temperatura del Agua.



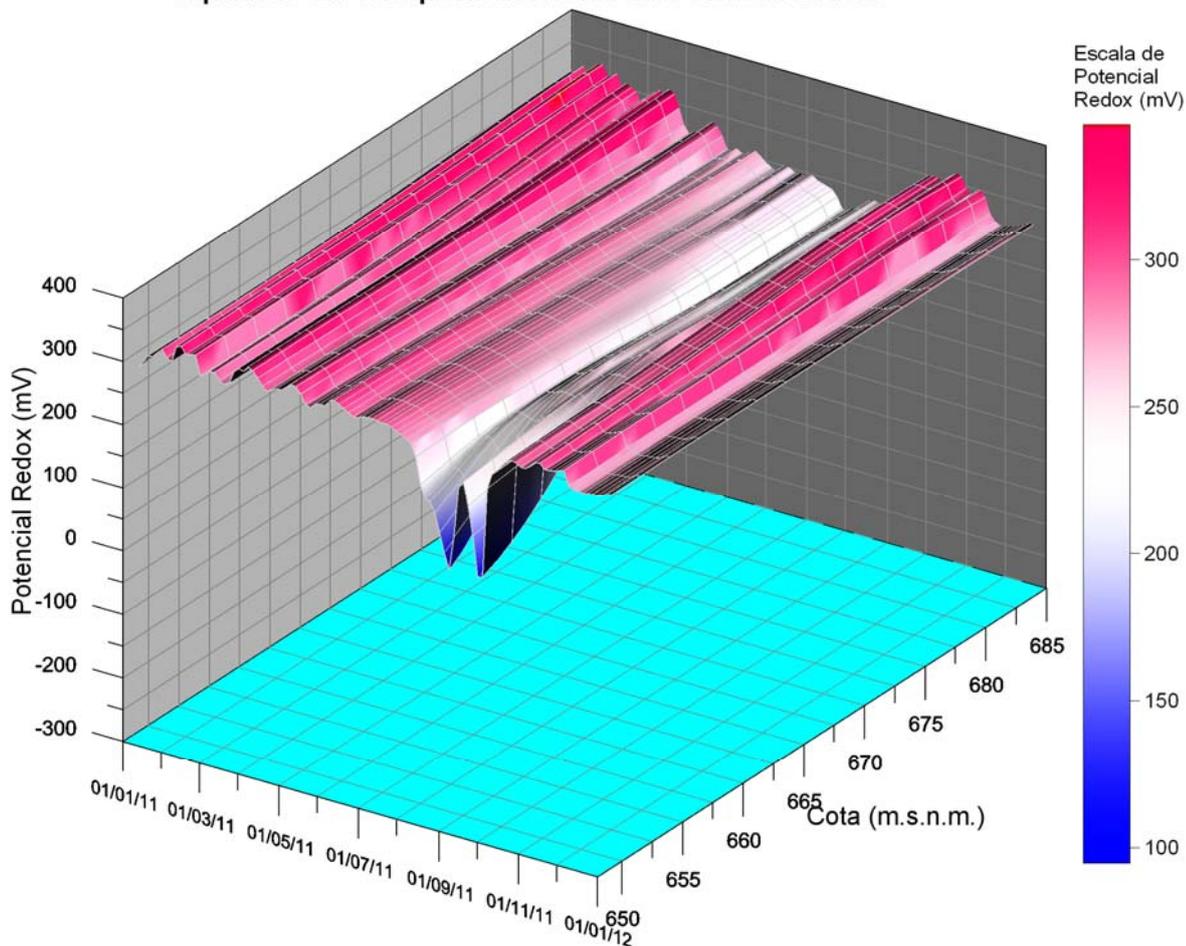
Aquadam - La Tranquera. Evolución del Oxígeno Disuelto.



Aquadam - La Tranquera. Evolución del Oxígeno Disuelto.



Aquadam - La Tranquera. Evolución del Potencial Redox.



Aquadam - La Tranquera. Evolución del Potencial Redox.

