

Cloud Computing aplicada a la gestión de infraestructuras hidráulicas: REM-SYS.

Carlos Barbero Lartigau

Agència Catalana de l'Aigua

cbarberol@gencat.cat

Carlos Aguilar Moreno

PGR Consultores, S.L.

caguilar@pgrconsultores.es

Javier Gras Treviño

PGR Consultores, S.L.

jgras@pgrconsultores.es

1 Antecedentes

Durante la revolución industrial, las empresas se implantaban cerca de alguna fuente de energía para poder utilizarla tanto en su proceso productivo directamente como para generar energía eléctrica que se usaba para multitud de usos (iluminación, motores, etc...)

Poco a poco, con el desarrollo de la red de distribución de energía (tanto eléctrica como combustibles), la implantación estratégica comentada empezó a perder peso y la incorporación de generadores de energía eléctrica fue desapareciendo poco a poco a medida que la red ganaba en disponibilidad y fiabilidad.

Hoy en día, pocas empresas disponen de generadores de energía eléctrica en sus propias instalaciones para uso cotidiano, quedando relegados a pequeños grupos destinados a mantener los sistemas de emergencia en casos puntuales.

Este proceso de desligar la generación eléctrica de su uso, es el mismo que están experimentando hoy en día los centros de datos y sistemas de computación.

En la actualidad, la mayoría de las empresas disponen de sus servidores dedicados en sus propias instalaciones y si se impone el paradigma del *Cloud Computing* esta situación cambiará poco a poco. Los servidores de hoy, acabarán como los generadores de energía del pasado.

Durante estos años, con la mejora de las redes de comunicaciones, han ido apareciendo empresas dedicadas exclusivamente a montar grandes centros de proceso y almacenamiento de datos, todos ellos con las últimas tecnologías tanto a nivel de capacidad de proceso como de seguridad de esos datos.

En qué consiste este nuevo paradigma y cómo puede afectar a los sistemas de computación aplicados a la gestión de infraestructuras hidráulicas es el objeto de esta comunicación.

2 Cloud Computing

Cloud Computing, es la última gran revolución en los sistemas de información. Este nuevo paradigma consiste fundamentalmente en externalizar los servicios de almacenamiento y proceso de datos a la enorme infraestructura disponible en la red.

Este hecho genera las siguientes ventajas: En primer lugar permite que el usuario se despreocupe de la gestión de los sistemas para así poder volcarse en la propia lógica de su negocio. Se eliminan los costes de inversión y en cuestión de minutos, el usuario puede disponer de una ingente capacidad de almacenamiento y proceso.

El planteamiento de disponer de la lógica de negocio en la nube, implica el poder acceder a ésta desde cualquier ubicación del mundo y en todo momento. Así mismo, el propio hecho de trabajar en un nuevo modelo computacional en base a software e infraestructura que utilizan y desarrollan millones de usuarios implican beneficios indirectos de estar en constante evolución y mejora.

El planteamiento de ubicar los datos en la nube, también deriva en que cualquier empresa tiene al alcance de su mano complejos sistemas de replicación de datos y seguridad que en el modelo tradicional requerirían de grandes inversiones inasumibles para pequeñas empresas o pequeños grupos de desarrollo.

2.1 Tipos de Cloud Computing

El NIST (Instituto Americano de Estándares y Tecnología) define “Cloud Computing como un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurable (como por ejemplo red, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio”.

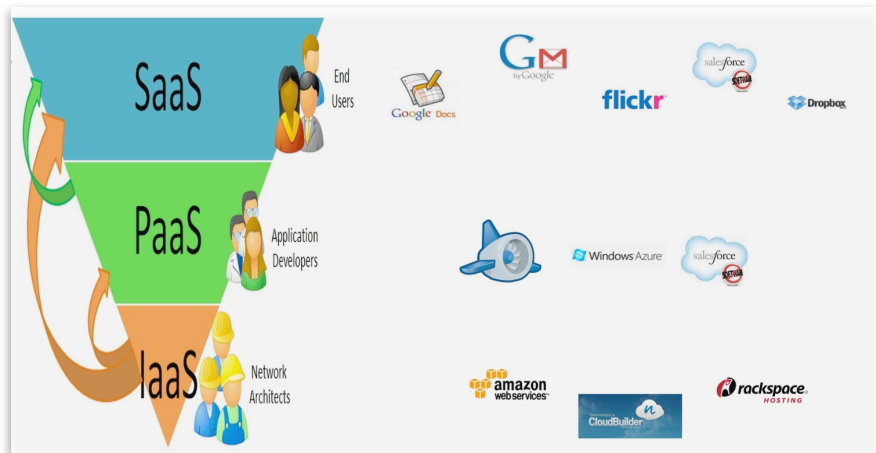


Figura 1 Tipos de Cloud Computing

También introduce diferentes niveles de servicio, siendo los más habituales tres:

- Infraestructura como Servicio (IaaS)
- Plataforma como Servicio (PaaS)
- Software como Servicio (SaaS)

2.1.1 Infraestructura como Servicio

Este tipo de Cloud Computing consiste en poder alquilar unilateralmente recursos de computación (servidores configurados al gusto) y capacidad de almacenamiento por internet de manera prácticamente instantánea.

Los destinatarios de este tipo de servicio, por tanto, suelen ser técnicos de sistemas que en cuestión de minutos pueden poner en marcha capacidades computacionales que antes requerían de grandes cantidades de inversión y de tiempo.

Estos nuevos recursos están ahora situados en los grandes proveedores de infraestructuras, que utilizan técnicas de virtualización para segmentar sus enormes Centros de Proceso de Datos (CPD) y poder dar así servicio personalizado a cada uno de sus clientes sin que estos perciban que comparten infraestructura.

Seguramente el ejemplo paradigmático, es el servicio Amazon Web Service (AWS) que con su Elastic Computing Cloud se ha convertido en la fecha de redacción de esta comunicación en uno de los principales proveedores de este tipo de servicio.

2.1.2 Software como Servicio

Este tipo de Cloud Computing seguramente es el más popular ya que diariamente lo hacemos servir en servicios como Gmail, Hotmail, Facebook, Twitter, Dropbox, Flickr, y un largo etcétera.

Ya no compramos licencias de software que instalamos en un ordenador y utilizamos, sino que directamente utilizamos servicios que ponen a nuestro alcance los proveedores de aplicaciones (ASP).

Las principales ventajas son de dos tipos: económicos y de simplificación en la disposición de servicio.

Las ventajas económicas derivan, por una parte por no tener que comprar licencias para cada uno de los usuarios, independientemente de si luego se infrutilizan, pasando a un modelo en el que prima el pago por uso, siendo en muchas ocasiones este pago reducido ya que las empresas que ofrecen el servicio en muchas ocasiones pueden utilizar otras vías para rentabilizar su inversión (como por ejemplo la publicidad).

El software pasa a ejecutarse mediante el navegador y por lo tanto no requiere de ningún tipo de instalación, encontrando siempre la última versión del software sin que tengamos que ir usuario por usuario realizando nuevas instalaciones.

2.1.3 Plataforma como Servicio

Entre la IaaS y el SaaS, encontramos otro tipo de servicio en el que no se pone a disposición infraestructura básica como IaaS, ni software para que lo puedan utilizar directamente el usuario final, sino que lo que se pone es un entorno para que los desarrolladores de software construyan nuevos servicios basados en la nube. De esta forma, el desarrollador no tiene que preocuparse por la infraestructura, ya que es algo que gestiona la plataforma, sino dedicarse a la funcionalidad que quiera implementar.

Estas plataformas otorgan adicionalmente dos características que son claves para el desarrollo de aplicaciones en la nube: seguridad y escalabilidad.

Actualmente a este nivel existen dos grandes contendientes. Por un lado Google, con su plataforma Google App Engine y por otro Microsoft con Windows Azure Platform.

2.2 Seguridad y privacidad de los datos

Sin duda, el asunto que más reticencias suscita este nuevo modelo es la seguridad y pérdida de control de los datos. Sin embargo nos encontramos más ante una barrera psicológica que ante una realidad.

Las grandes empresas proveedoras disponen de unas medidas de seguridad (físicas y lógicas) que la gran mayoría de las empresas y equipos de desarrollo no pueden costearse (ya bien sea por el coste de los equipos o por la necesidad de personal especializado en seguridad).

Para tratar el asunto con propiedad, debemos realizar distinciones entre diferentes tipos de seguridad.

En primer lugar podemos estar refiriéndonos a seguridad entendida como perdurabilidad de los datos. En ese sentido, ya a nivel privado podemos disponer de diferentes soluciones que ordenadas de menor a mayor coste serían: copias de seguridad, replicación entre servidores, control de acceso a los servidores y replicación entre CPDs. Todas estas medidas, los grandes proveedores las aportan de manera inherente dentro de sus servicios, mientras que hasta ahora las más exigentes sólo estaban disponibles para grandes corporaciones.

También podemos referirnos a seguridad como privacidad de los datos. Sin duda, este nuevo modelo implícitamente conlleva que la información esté en la red y esto implica inevitablemente el riesgo de que terceras personas se apoderen de la información por la propia red. No obstante, este riesgo no es mayor en el nuevo paradigma que en aquellos CPD que ya de por sí están conectados a red, siendo éstos cada vez más numerosos.

No obstante, los CPD autónomos no están exentos de riesgo, ya que en muchas ocasiones las pérdidas de información se deben a personas con acceso directo sobre las instalaciones, existiendo casos con consecuencias graves que han conllevado por ejemplo revelación de datos bancarios o la parada de una planta nuclear producida por un virus informático (Stuxnet en Irán).

Es por lo tanto crucial la elección del proveedor de servicios (las garantías de seguridad que ofrece) y la barrera de la seguridad es fundamentalmente una cuestión de confianza. Se trata de una barrera que ya hemos aceptado en buena cantidad de servicios que disponen de nuestros datos: bancos, servidores de email, empresas consultoras, etc...

2.3 Dimensionamiento y capacidad de cálculo vs. Escalabilidad

En el modelo actual, cuando una empresa o equipo de desarrollo se dispone a poner en marcha un nuevo servicio, en primer lugar lo que debe realizar es un dimensionamiento de los equipos que necesita para satisfacer

la demanda de computación de su sistema. La tendencia es por lo tanto a sobredimensionar los equipos para no tener problemas, con el consecuente incremento de coste.

Sin embargo, si un servicio se populariza, podemos tener un problema que no es trivial de solucionar, originando una percepción del usuario de que el servicio no es bueno y por lo tanto perdiendo credibilidad.

El *Cloud Computing*, resuelve estos asuntos. Por una parte, si adoptamos un modelo IaaS, podemos contratar exactamente la infraestructura que necesitan los usuarios. Pero incluso más interesante que lo anterior, la Plataformas en la nube, requieren que la programación esté pensada en la posible escalabilidad.

De esta manera, la Plataforma, asegura que no existe interferencia entre los usuarios, encendiendo y apagando la infraestructura necesaria para abordar la demanda.

3 CASO PRÁCTICO: GESTIÓN DE EMBALSES (REM-SYS)

Dentro de los trabajos relacionados con la revisión integral de las Normas de Explotación de las presas de titularidad de la *Agencia Catalana del Agua*, surgió la necesidad de procedimentar la operación de las presas en tiempo real ante la situación o previsión de avenidas utilizando toda la información que a día de hoy dispone el equipo de explotación de las presas.

Se trataba, por una parte, de implementar un *Sistema de Ayuda a la Decisión (SAD)*, tanto durante la gestión de las avenidas, como sobretodo antes de la propia gestión de la avenida, dado que en la actualidad se dispone de previsiones hidro-meteorológicas de bastante fiabilidad con ocho días de antelación.

En la Agencia Catalana del Agua se suelen gestionar los embalses con unos niveles de resguardo por laminación de avenidas asociados a un periodo de recurrencia 10 años, con objeto de no restar recursos a su sistema de embalses (que ya resulta deficitario en situaciones de sequía). Es por ello importante hacer uso de estas previsiones con la suficiente antelación como para generar “*resguardos activos*” adicionales a los “*pasivos*” disponibles con objeto de limitar al máximo los daños producidos aguas abajo, habida cuenta de que esta información está disponible en tiempo real a través del SICAT y las previsiones hidrológicas desarrolladas por el Servicio de Hidrología.

Debido a que toda esta información podía adquirirse de manera (más o menos) automática en internet, se planteó la posibilidad de desarrollar una aplicación ubicada “*en la nube*” que solucionara el problema y permitiera aportar mejoras en este ámbito de la explotación. A este sistema lo hemos llamado REM-SYS (Reservoir Management System).

3.1 La Plataforma: App Engine

Tras un proceso de análisis de las diferentes tecnologías y plataformas, se decidió utilizar la plataforma de Google fundamentalmente por las siguientes razones:

- Herramientas: Google ofrece toda la documentación necesaria para poder desarrollar sus sistemas sin coste alguno para el desarrollador ofreciendo un entorno abierto.
- Portabilidad: debido a sus características, la plataforma de Google garantiza la portabilidad a otras plataformas en el momento que el usuario lo decida. Una característica fundamental es la posibilidad de utilizar Java (lenguaje universal y estándar)
- Seguridad: Google como empresa líder en internet, puede ofrecer unos servicios utilizando su probada infraestructura donde utiliza los estándares de calidad más altos del mercado.

3.1.1 Herramientas de desarrollo

Para desarrollar en la plataforma de Google, en la actualidad hay que usar el lenguaje Java o Python.

El entorno de Java provee al desarrollador de una máquina virtual de Java 6 en un entorno seguro e independizado del resto de usuarios. Está basada en tecnología web estándar de Java, incluyendo “*servlets*”, WARs, JDO, JPA, java.net, Java Mail y JCache.

Google además aporta un plugin para el entorno de desarrollo Eclipse (de código abierto y disponible para los sistemas operativos Windows, Mac OS X y Linux) de manera que facilita y automatiza la creación de proyectos, el testeó y la implantación.

La plataforma Java, aporta además diversas API, que facilitan la creación de aplicaciones como por ejemplo (de manera no exhaustiva):

- High Replication Datastore API: que permite el almacenamiento de datos en la Base de Datos utilizada por Google (Big Table).
- Blobstore: para almacenar gran cantidad de datos
- Task Queues: que permite gestionar tareas
- User API: que permite el uso de autenticación proporcionada por Google Accounts.
- Images API: que permite gestionar y modificar imágenes.
- Mail API: para gestionar emails.

3.1.2 Portabilidad

El realizar el desarrollo utilizando tecnología estándar de Java, permite portar sin grandes esfuerzos las aplicaciones a otros entornos o plataformas siempre que también respeten los estándares de Java.

El uso por ejemplo de JDO , que es el estándar en Java para acceder a los datos, permite migrar los datos a plataformas con otros sistemas de gestión de base de datos siendo la práctica totalidad de los sistemas de Base de Datos actuales compatibles con JDO.

Probablemente la característica más relevante del sistema de Google es que su Base de Datos es no-relacional. Sin embargo, esto que implica una cierta complejidad adicional a la hora de desarrollar, supone una ventaja al migrar los datos ya que es más fácil pasar de un modelo no-relacional a uno relacional que al revés.

3.1.3 Seguridad

Los datos estarán ubicados en los CPD de Google y por lo tanto podemos aprovecharnos de los mayores estándares de seguridad que existen hoy en día.

Adicionalmente, como hemos visto podemos utilizar la autenticación de usuarios proporcionada por Google Accounts, por lo que no tendremos que almacenar contraseñas, delegando esa gestión a Google.

3.1.4 Limitaciones

Las limitaciones de AppEngine vienen casi siempre derivadas de una obsesión de Google: garantizar la escalabilidad y por ende garantizar una calidad de servicio de las aplicaciones que funcionen en su plataforma. Se trata de una plataforma viva y por lo tanto lo que hoy son limitaciones, pueden dejar de serlo en breve, pero citaremos aquí un par de ejemplos de las actuales limitaciones:

Seguramente la limitación más importante para aplicaciones empresariales es la utilización de una Base de Datos no-relacional. Esto es poco común en las aplicaciones empresariales donde normalmente se utilizan sistemas de Base de Datos relacionales. Sin embargo, las BBDD no-relaciones se muestran más escalables y por lo tanto Google las adopta como el estándar.

Otro ejemplo, es la limitación del tiempo de cálculo de las tareas. Para garantizar que no se producen bucles infinitos, Google limita el tiempo de ejecución de aquellos procesos iniciados como consecuencia de una acción directa del usuario.

3.2 Características de REM-SYS

Una vez escogida la plataforma, se desarrolló un sistema de gestión de datos basado en las especificaciones del ODM del CUAHSI¹ adaptándolo a las características propias de la Base de Datos de Google y el lenguaje Java. De esta manera se garantizaba una fácil integración con los sistemas de la *Agència Catalana del Agua*.

¹ *Objet Data Model de la plataforma CUAHSI (Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science), sistema adoptado por la Agencia Catalana del Agua.*

El usuario, puede acceder a la aplicación mediante cualquier navegador disponiendo de:

- Una ficha técnica de la presa: con toda la información necesaria para su gestión
- Una aplicación que estima los periodos de retorno asociados a los caudales previstos en los próximos 8 días, calcula el resguardo necesario para laminar estas avenidas con seguridad y propone desembalses preventivos para alcanzar dicho nivel.
- Un simulador de laminación de avenidas que permite analizar la gestión del embalse si se aplica el método estándar de laminación de avenidas contemplado en las Normas de Explotación (el SGA-D).
- Una aplicación para registrar manualmente e intervalo a intervalo, los datos del embalse, sincronizado con los datos adquiridos automáticamente.
- Posibilidad de descargarse los datos en un hoja Excel en local para el análisis más flexible por parte del gestor de la avenida, que permite modificar los parámetros utilizados por el procedimiento de laminación.

Esta aplicación ubicada en los servidores de Google está disponible las 24 h por parte del equipo de explotación desde cualquier ordenador con conexión a internet sin la necesidad de ningún tipo de inversión en equipos adicionales por parte del explotador.

3.3 Captura de datos del sistema automático de información hidrológica

El desarrollo de aplicaciones en la nube permite en organizaciones grandes y complejas como la Agencia Catalana del Agua, la creación de proyectos colaborativos con equipos externos, como ha sido REM-SYS sin entrar en la complejidad de los sistemas propios.

No obstante, en muchas ocasiones se requiere de intercambio de datos y por lo tanto, es necesario de interfaces de captación de datos.

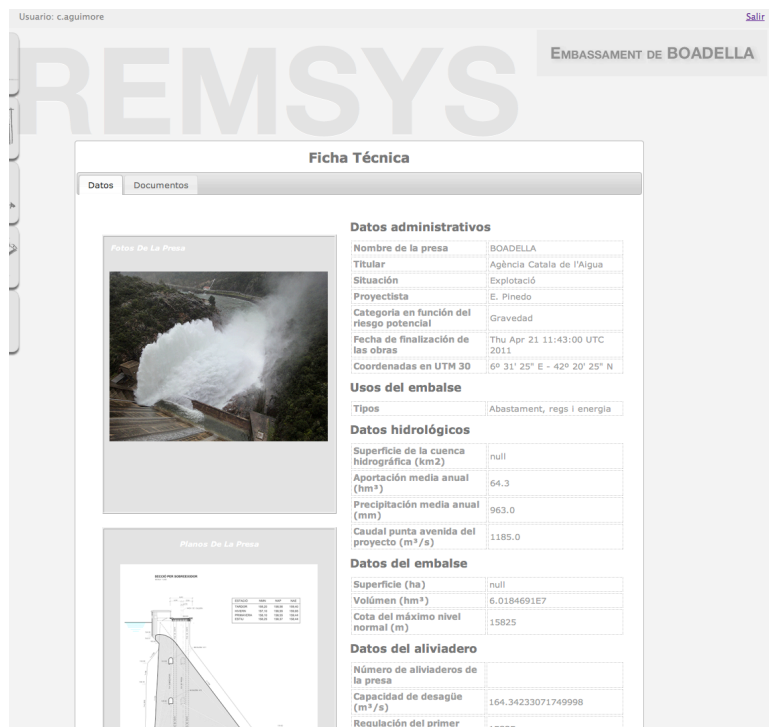


Figura 2 Pantalla con la Ficha de un embalse

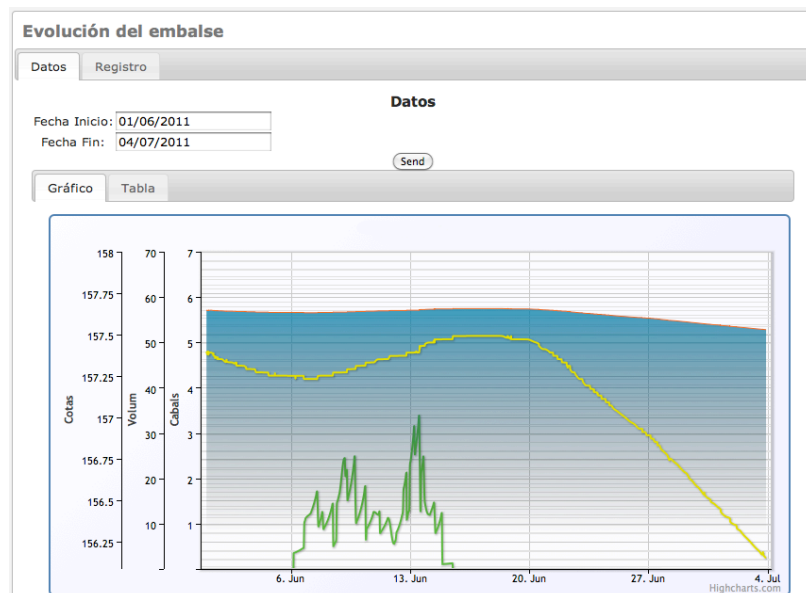


Figura 3 Visualización de los datos del embalse

En el caso de REM-SYS un dato que es importante para poder realizar las simulaciones mediante la metodología SGA-D y por ende el cálculo de resguardos activos, es el nivel del embalse.

La ACA dispone de un SAIH (denominado SICAT) y un sistema de gestión de datos (SIX) que se ha configurado para enviar email a la aplicación REM-SYS con los datos de manera automatizada. Éstos cuando llegan se incorporan a la BBDD y se realizan los cálculos correspondientes para determinar la gestión a medio plazo del embalse.

3.4 Metodología de laminación (SGA-D)

El procedimiento utilizado (SGA-D) trata de compatibilizar la protección de los bienes situados aguas abajo de la presa con la seguridad de la misma como estructura y las garantías de suministro de las demandas asociadas al embalse. Los desembalses admisibles se han dimensionado, conjuntamente con los resguardos, de acuerdo a las limitaciones existentes en el cauce y la importancia de las avenidas esperables en la toma. El planteamiento metodológico es el siguiente:

Por debajo de un cierto nivel del embalse, denominado Nivel de Laminación de Dordogne (ND), se considera inexistente el riesgo para la seguridad de la presa y, en consecuencia, es posible limitar los caudales vertidos atendiendo a los valores de caudal máximo admisible, de modo que no pongan en peligro los bienes situados aguas abajo. Para ello se definen hasta un máximo de cuatro niveles característicos que delimitan cuatro zonas en las que se vierten unos caudales de gestión fijos correspondientes a diferentes caudales de daños. Los niveles característicos y las operaciones que se realizan en alcanzar son:

1. Nivel N1 o nivel de resguardo: por debajo de él se encuentra la zona de explotación normal. Cuando se alcanza, se vierte el valor Q1 (límite de desbordamiento del cauce), o el caudal entrante (Qe) (en caso de que éste sea menor que Q1).
2. Nivel N2: se vierte el caudal Q2 (con el que se produce la inundación de algunas parcelas rústicas / centrales) o el caudal entrante (Qe) (en caso de que éste sea menor que Q2).
3. Nivel N3: se vierte el caudal Q3 (con el que se produce la inundación generalizada de parcelas rústicas o centrales hidroeléctricas o el caudal entrante (Qe) (en caso de que éste sea menor que Q3).
4. Nivel ND o nivel de maniobra Dordogne: se vierte el caudal estimado por el método original de Dordogne.
5. NMN: entra en la zona de seguridad, en la que debe permitirse vertido libre, siempre que no se supere el caudal entrante cuando aumenta el caudal. Si el caudal entrante disminuye, se tiende a vaciar antes posible para volver al nivel de explotación normal.

El método Dordogne calcula el caudal que debe verter en cada momento en función del nivel del embalse y de su velocidad de subida, en la hipótesis de que el personal de explotación se encuentre aislado y sólo puede medir la cota de agua en el embalse. Su objetivo es evitar la superación del nivel de seguridad (NMN) donde se produce el vertido libre, para ello, estima el incremento que se aplicará al caudal que se está vertiendo de forma que, en la hipótesis de que el caudal entrante se mantuviera constante, se reserve un volumen de embalse bajo el NMN que permita almacenar la diferencia entre el caudal entrante y saliente si éste creciera linealmente hasta igualar a aquel en el momento de llegar al NMN. Con estas hipótesis, el incremento de caudal a aplicar al vertido en cada instante es el siguiente:

$$\Delta S = \left(\frac{A \times \Delta H^2}{2\Delta T \times (NMN - H)} \right)$$

siendo A la superficie del embalse en m² a cota H, AH la subida de nivel desde la última lectura y Ma el intervalo de tiempo entre lecturas, o bien, en función del volumen del embalse V:

$$\Delta S = \left(\frac{V \times \Delta H}{2\Delta T \times (NMN - H)} \right)$$

El método de Dordogne no se especifica la forma de operación cuando el embalse baja. El organigrama de la figura adjunta indica la operación a realizar en cada caso, en función de que el embalse o el hidrograma estén subiendo o bajando y de la posición del nivel de agua.

En este organigrama aparece el caudal de daños propiamente dicho, Q_4 , - con el que se producen afecciones a edificaciones aisladas o carreteras, sin constituir un fenómeno catastrófico -, que se procura no superar siempre que no se ponga en peligro la seguridad de la presa

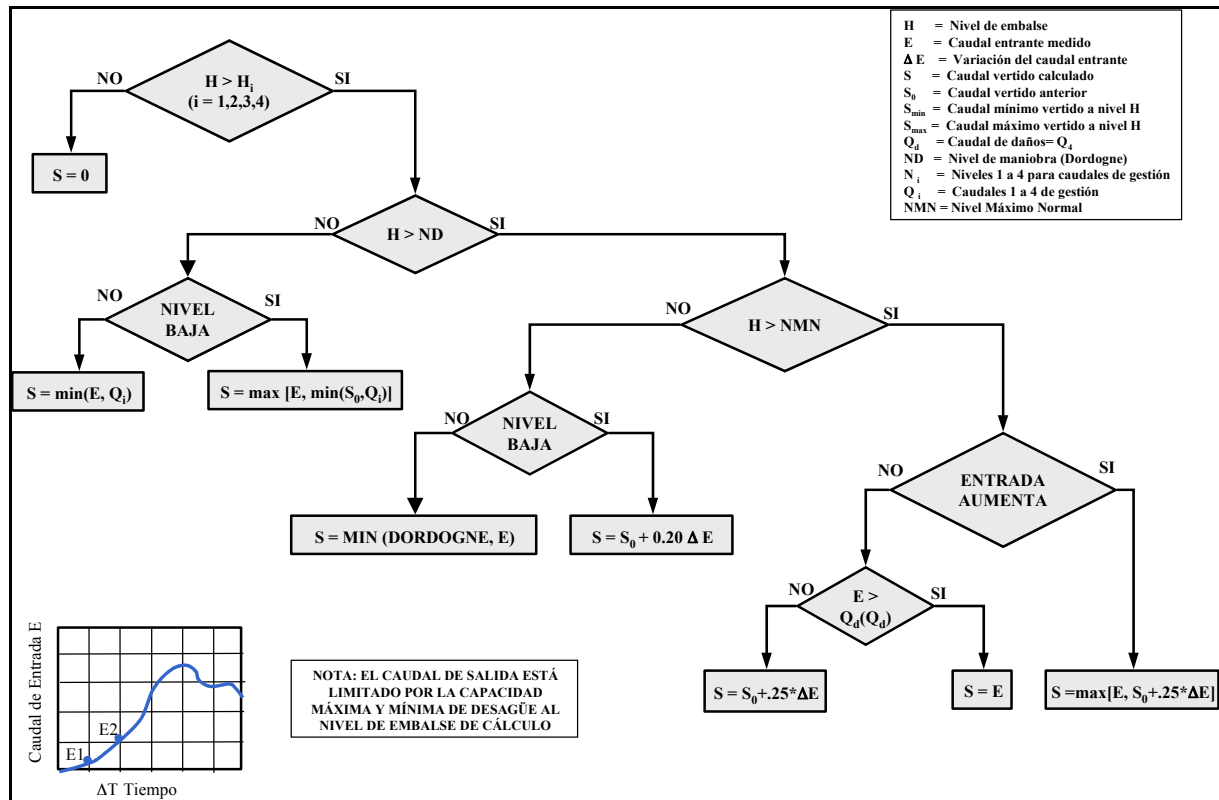


Figura 4 Algoritmo de determinación de sueltas (SGA-D)

3.5 Actuaciones preventivas de desembalse para laminación de avenidas

En la actualidad, la Agencia Catalana del Agua recibe información hidrológica en tiempo real, tanto proveniente de la red del SICAT como de las previsiones meteorológicas del Servicio Meteorológico de Cataluña, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y otros organismos .

Por otra parte, dispone de previsiones de caudales medios de entrada para cada uno de los embalses gestionados por la ACA con un horizonte temporal de 8 días, basadas en las predicciones meteorológicas y el estado hidrológico de la cuenca.

Todos esos datos son captados por REM-SYS y a partir de ellos calcula la estrategia a seguir en los próximos 8 días en base a las predicciones más desfavorables.

El sistema tiene introducidas unas avenidas de diseño calculadas durante los trabajos de redacción de las Normas de Explotación, asociadas, por una lado a una duración y a un periodo de retorno.

En primer lugar, REM-SYS realiza para cada uno de los próximos 8 días una integración de los caudales de entrada de duración igual a las avenidas de diseño y con el volumen resultante para cada día calcula el periodo de retorno de la posible avenida asociada a cada día.

Así pues, encadena las posibles avenidas y calcula realizando las simulaciones con el método SGA-D para establecer la estrategia desembalse, define mediante iteraciones, cual debería ser el nivel del embalse al inicio de cada día para no tener que desembalsar un caudal superior al caudal de daños.

Como resultado de este proceso de cálculo se obtienen los niveles máximos a los que deberíamos mantener el embalse en los próximos 8 días para no tener problemas.

Si el nivel actual es superior a esos niveles, o en previsión de las entradas máximas, el nivel se puede situar por encima del nivel máximo determinado en el proceso anterior, REM-SYS recomendará los caudales a desaguar en los próximos días para evitar esa situación.

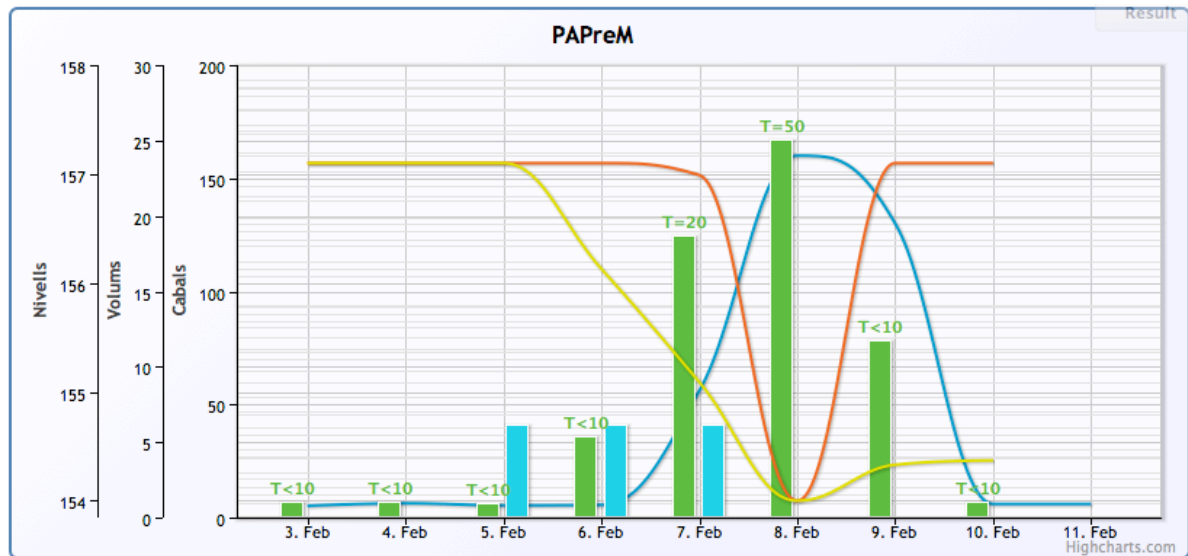


Figura 5 Resultado del cálculo de resguardos activos

3.6 Futuro de REM-SYS

Otra de las ventajas del Cloud Computing aplicadas a REM-SYS reside en que los usuarios actuales se pueden beneficiar sin necesidad de realizar ninguna instalación o migración de futuros desarrollos.

La hoja de ruta de REM-SYS prevé incorporar las siguientes funcionalidades en el futuro:

- Avisos automáticos a los gestores cuando haya cambios sustanciales
- Gestión del archivo técnico de la presa
- Incorporación de modelos hidrológicos y predicción
- Apoyo a la Gestión Ordinaria
- Integración con Sistemas de Gestión del Mantenimiento
- Gestión de la Auscultación
- Gestión del Plan de Emergencia
- Gestión de los Informes anuales
- Cuadro de Mando Integral de la Gestión de la Presa.

4 CONCLUSIONES

El paradigma del Cloud Computing puede ser de utilidad en aplicaciones dedicadas a la gestión de infraestructuras y en especial a las infraestructuras hidráulicas donde se requiera de una alta conectividad.

Sin grandes requisitos de inversión pueden ponerse en marcha servicios de alta disponibilidad ubicados en los servidores de los grandes proveedores de sistemas de información en internet de manera que los desarrolladores de estas aplicaciones se centren únicamente en las funcionalidades sin importar su ubicación o las capacidades técnicas de la infraestructura.

REM-SYS, es una aplicación desarrollada en la plataforma de Google para la gestión de embalses que permite determinar resguardos activos de laminación de avenidas y por lo tanto disfruta de las grandes ventajas que aporta la computación en la nube:

- Alta disponibilidad
- Alta escalabilidad
- Seguridad
- Sencillez de acceso
- Ubicuidad