

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA LIMPIEZA DE EMBALSES DE ABASTECIMIENTO HUMANO Y DE AGUA DE RIEGO

Abstract

In the last decades, the problems of water supply as much for cattle human consumption as for consumptions agricultural, have been increased due to the long periods of drought. For this reason deposits are being constructed to numerous rafts of water storage and also that are used for the purification as these. Another factor that influences in the proliferation of these rafts is the necessity to have the water at the suitable moment.

Due to the conditions of temperature and calm in these deposits there is sedimentation of particles in suspension (at the rate of 5 cm. year) as well as the proliferation of animal and vegetables. All this contributes to the diminution of the capacity of storage and the quality of the dammed water, being necessary to come to a cleaning and annual maintenance.

To date from today, it is only possible to be come with manual methods, methods that squander great amounts of water and eliminate the alive beings that are inside the rafts.

The clean machine rafts that are being developed try to clean these deposits are the necessity to have to drain them.

It is tried to make an application of the machines to clean the bottoms of swimming pools, that is to say, a brush that will be sweeping the surfaces and behind a pump that is inhaling the water. This water will ascend through a tube until a cyclonal filter where muds will be eliminated. Once clean the water, by means of another pipe that will leave the filter will spill again to the deposit.

In addition this machine will have the capacity to develop with high accuracy by the surfaces if these deposits are as it is the type of material that covers it. It will be able to be manoeuvred by means of radio it is necessary.

Resumen.

En las últimas décadas, los problemas de abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para consumos agrícola- ganadero, se han ido incrementando debido a los largos periodos de sequía. Por este motivo se están construyendo numerosas balsas de almacenamiento de agua y también depósitos que sirvan para la depuración de éstas. Otro factor que influye en la proliferación de estas balsas es la necesidad de disponer del agua en el momento adecuado.

Debido a las condiciones de temperatura y calma en éstos depósitos hay una sedimentación de las partículas en suspensión (a razón de 5 cm. año) así como la proliferación de fauna y flora. Todo esto contribuye a la disminución de la capacidad de almacenamiento y de la calidad del agua embalsada, siendo necesario proceder a una limpieza y mantenimiento anual.

Hasta la fecha de hoy, sólo se puede proceder con métodos manuales, métodos que malgastan grandes cantidades de agua y eliminan los seres vivos que se encuentran en el interior de las balsas.

La máquina limpia balsas que se está desarrollando pretende limpiar estos depósitos sin la necesidad de tener que vaciarlos.

Se pretende hacer una aplicación mejorada y adaptada de las máquinas para limpiar los fondos de piscinas, es decir, un cepillo que irá barriendo las superficies y por detrás una bomba que vaya aspirando el agua. Esta agua ascenderá a través de un tubo hasta un filtro ciclónico donde se eliminarán los lodos. Una vez limpia el agua, mediante otra tubería que saldrá del filtro se verterá de nuevo al depósito.

Además esta máquina tendrá la capacidad de desenvolverse con gran precisión por las superficies de estos depósitos sea cual sea el tipo de material que lo recubre. Se guiará desde el exterior mediante una aplicación del sistema GPS, pero también se podrá maniobrar mediante radio control en caso de que sea necesario.

Palabras clave: balsa, sedimentación, láminas plásticas

1. Introducción

El cambio climático y la contaminación ambiental que se está produciendo en las últimas décadas, está provocando que la disponibilidad de agua sea cada vez más escasa, existiendo, por lo tanto periodos cada vez más prolongados de sequía. Los mayores perjudicados de esta problemática son los agricultores que ven como sus cultivos se secan cuando llegan los meses estivales, suponiendo grandes pérdidas económicas a éstos.

Es por ello, que existe una necesidad de almacenar agua en mayor o menor medida durante el periodo de lluvias, que puede ser aprovechada para el riego durante el verano. El sistema actual de almacenamiento son depósitos semienterrados de diferentes formas que permiten acumular cantidades de agua considerables. Dichos depósitos están recubiertos mayoritariamente por láminas de PE y PVC, aunque también los podemos encontrar sin esta lámina plástica.

Las condiciones que alcanzamos en estos depósitos tanto de calidad como de uniformidad, temperatura y quietud del agua favorece la proliferación de fauna y flora acuática y también la sedimentación de los limos que son arrastrados por el agua a través de los canales de distribución hasta la balsa o aquellas partículas que arrastra el viento. Esto hace que sea necesaria la limpieza periódica de los depósitos.

Por lo tanto, el objetivo del proyecto que estamos desarrollando en estos momentos junto con la Universidad de La Rioja, la empresa alicantina PS-POOL y WEDA, es desarrollar una máquina que permita una limpieza cómoda y barata de estas balsas.

La máquina que se quiere desarrollar pretende limpiar los depósitos sin la necesidad de vaciarlos, como se ha venido realizando hasta ahora, o dejando una pequeña cantidad de agua para poder manejar pequeñas máquinas.

2. Antecedentes

No existe una fecha exacta de cuando comenzó en España la limpieza de las balsas de almacenamiento, aunque sabemos que en el año 1.975, en una Comunidad de Regantes de Huesca (Lasesa, Sariñena) se detectaron fugas en una de sus balsas debido a una fisura que se encontraba en la lámina del fondo del depósito. Debido a la necesidad de reparación

de esta balsa, se procedió a vaciar ésta descubriendo que había una capa de aproximadamente 20 cm. de espesor de sedimentos, algas y restos fósiles.

Por lo tanto, lo primero que debían hacer era limpiar la superficie para así poder reparar la lámina de PVC, surgiendo uno de los primeros sistemas de limpieza.

Este método consistía en que, una vez vacía la balsa, antes de que se secase el lodo depositado, acumularlo entorno al desagüe de fondo de la balsa en sucesivas etapas, empleando un cepillo de barrendero, de manera que en cada una de ellas hubiera una cantidad de lodo suficiente para ser evacuado por el desagüe sin obturar éste.

A continuación, se introducía agua en la balsa en cantidades suficientes como para arrastrar los lodos amontonados, pero sin exceso para no generar problemas a los trabajadores que se encontraban en el interior de la balsa, ayudando a arrastrar los lodos hacia el exterior de la balsa.

Resulta evidente que este sistema de limpieza tiene varios inconvenientes:

- Es un trabajo muy pesado, debido a que es necesario barrer miles de metros cuadrados de superficie cubierta de un importante espesor de lodo, con unos medios manuales que resultan lentos.
- El trabajo se realiza en condiciones poco dignas, ya que las operaciones de limpieza se realizan durante el invierno, momento éste en el que las balsas se encuentran fuera de servicio
- Se desaprovechan gran cantidad de agua, debido a que las cantidades de lodo se arrastran con agua en mayor o menor cantidad.
- Se destruye la fauna existente en la balsa previamente a su vaciado inicial para poder proceder a la limpieza, ya que al vaciarla, toda la gran cantidad de peces que allí viven son arrastrados por el agua. Provocando la mortandad de los mismos.

Con el paso del tiempo se creyó más conveniente limpiar la balsa con los sedimentos secos. De esta manera, se barrería la superficie con unos cepillos amontonando los sedimentos en la periferia. Después con la ayuda de una máquina provista de un brazo y con un recipiente en el extremo se saca el lodo del fondo hasta la superficie y desde allí se transporta a vertedero.

Con este segundo método hay una clara ventaja, el ahorro del agua para la limpieza, pero seguían teniendo grandes complicaciones, además de ser una tarea muy ingrata para el personal encargado de llevarlas a cabo y el aumento de la probabilidad de rotura de la lámina por el denominado efecto bandera.

También se probó utilizar pistolas de agua para arrastrar los lodos antes de que se secan y desaguarlos de igual manera que en el primer caso.

Finalmente en el año 2.001, la empresa WEDA conocedora de la problemática de esta Comunidad de Regantes, se pone en contacto con el fin de desarrollar una máquina semejante a un limpia fondos de piscinas, la máquina que se desarrolló entonces es muy similar a la que se está desarrollando en estos momentos.

Los problemas que entonces se detectaron fueron los siguientes:

1. Paradas en la bomba de aspiración, ya que el robot desarrollado no contaba con un triturador de algas y se producía un atasco casi continuo de ésta. Además no tenía la potencia adecuada

2. Debido a que la máquina se movía muy rápido había un enturbiamiento entorno a ésta y puesto que no se contaba con iluminación no eran capaces de ver los que ocurría alrededor de ésta
3. Además, el material de la manguera no mantenía su flotabilidad dificultando el manejo
4. Dificultad de manejo de la máquina a la hora de introducirla y sacarla de la balsa debido al peso y a no contar con un sistema de tracción adecuado, que se adapte a las pendientes de las paredes de éstas.
5. La manguera de impulsión era de una sección muy pequeña para impulsar el caudal adecuado
6. Las dimensiones de la máquina eran pequeñas, por lo que había que hacer muchísimas pasadas para limpiar totalmente la balsa
7. Complejidad de localización del limpia balsas.

3. Objetivos

Aunque el objetivo principal es desarrollar una máquina eficaz, rentable y que no dañe a la lámina plástica que recubre la superficie de las balsas, existen otros objetivos a alcanzar. Estos son:

1. Aplicar el sistema GPS al guiado de la máquina acuática. Se pretende dotar al "cepillo" de un sistema de localización por satélite para que con la ayuda de la cartografía de la balsa y del software pertinente se pueda programar la limpieza del fondo
2. Estudiar la flotabilidad de materiales y su aplicación para conductos de agua. Las dimensiones de los depósitos son mucho mayores que las piscinas y por lo tanto, habrá que estudiar de manera minuciosa el material que se empleará para las conducciones para evitar que la tubería se hunda dificultando las tareas de maniobra.
3. Estudiar el sistema de tracción en máquinas limpia balsas compaginando con la necesidad de transmitir poca presión a la lámina impermeabilizante. El PVC y el PE son muy frágiles a la rotura y el coste de reparación es alto, no sólo por la técnica a emplear, sino porque es necesario vaciar los depósitos, limpiarlos, repararlos y volver a llenarlos. Uno de los problemas de los prototipos de las máquinas que se han diseñado hasta este momento, es que el sistema de tracción ejerce una elevada presión sobre la lámina debido a que los materiales no son los más adecuados.
4. Facilitar la limpieza de los lodos en los fondos de los depósitos. Anteriormente ya hemos visto las condiciones de trabajo de los encargados de la limpieza de los depósitos, con la máquina la limpieza se podría realizar en cualquier época del año, por lo tanto se puede escoger el momento climatológico más adecuado
5. Proteger la fauna acuícola existente. La legislación existente tanto en España como en la Unión Europea obligan a proteger a la fauna que se haya podido proliferar en estas balsas. En los métodos de vaciado de la balsa es necesario capturar a los peces antes de proceder a la tarea de vaciado para que una vez restituida el agua en la balsa, depositar de nuevo éstos. Con esta máquina no sería necesario proceder a la captura porque se limpiará la balsa sin vaciarla.

6. Economizar agua: el año 2.005 al igual que el 2.006, son un claro ejemplo de agua en la Península Ibérica. El volumen de almacenamiento de estos depósitos ya hemos comentado que es muy variable, pero cada una de las gotas almacenada es muy valorada sobre todo en los años de estiaje. Es por ello, que la construcción de esta máquina contribuirá a ahorrar agua al no tener que vaciar las balsas
7. Conservar el material que recubre los depósitos: la cantidad de sedimentos que deben soportar las láminas de PVC y de PE provoca una deformación de dicha lámina, alcanzándose antes el límite de rotura que una lámina que no está sometida a estas condiciones.

4. Descripción de la máquina prototipo

La máquina limpia balsas será un robot sumergible que constará de dos partes claramente diferenciadas.

La primera de ellas será la unidad que se sumergirá dentro del depósito o de la balsa donde estarán ubicados los siguientes elementos:

- Trituradora de algas: debido a que en los fondos de los depósitos se desarrollan una gran vegetación será necesario un sistema de trituración que se anteponga a toda la maquinaria de limpieza para mejorar la efectividad de ésta en materia de limpieza. Los restos de las algas serán aspirados juntos con los sedimentos por la unidad de bombeo.
- Cepillo con unas púas flexibles pero que sean capaces de ir levantando la costra de lodos que se han depositado con el paso del tiempo sobre la superficie del depósito.
- Unidad de bombeo que dispondrá de una o dos toberas de succión y con una boca de apertura por donde entrará el agua con las partículas en suspensión.
- Sistema de tracción: En un principio, a la espera de las pruebas de los prototipos, se están barajando dos posibles sistemas de tracción.

El primero de ellos será con el empleo de tres ruedas que describan un triángulo rectángulo. De estas tres ruedas, dos estarán en contacto con el suelo mientras que la otra estará sujeta mediante un eje al equipo de limpieza.

Las tres ruedas estarán unidas mediante una cadena de PVC que estará dentada para facilitar el desplazamiento de toda la máquina, estos dientes serán flexibles para evitar que se rompa la lámina por el roce.

Además las dos ruedas en contacto con el suelo llevarán unos engranajes, en el caso de la rueda posterior para realizar el movimiento motriz de la cadena, mientras que en el caso de la rueda delantera para evitar que la máquina patine o resbale.

Finalmente, y con el fin de evitar que se destense la cadena y que ésta deje de estar en contacto con el suelo se pondrán otras ruedas más pequeñas y lisas que se unirán a la máquina mediante unos "muelles".

A modo de ejemplo mostramos el siguiente esquema donde se puede observar como sería la tracción a cada lado de la máquina limpia balsas (figura 1):

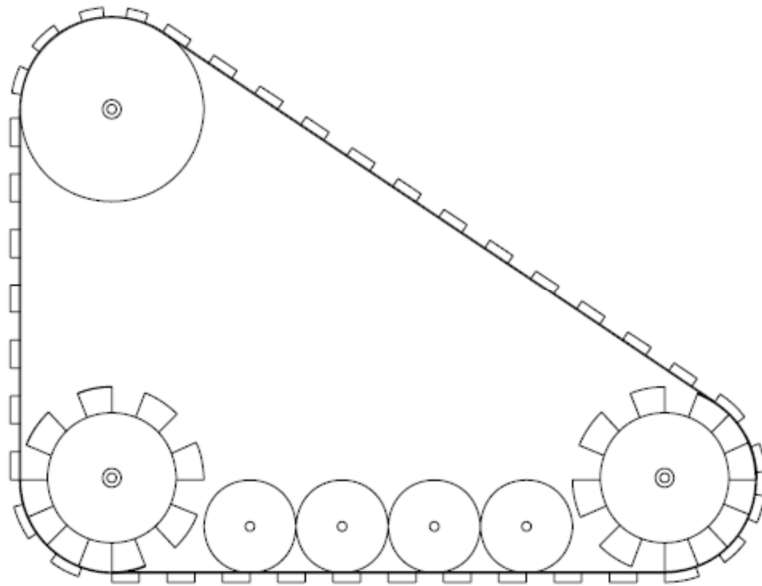


Figura 1. Ejemplo de sistema de tracción

El segundo tipo de tracción pensado, debido a su sencillez, serán tres ejes con ruedas gemelas cada una de ellas, por cada lado de la máquina independientes entre sí, de manera que cada una de ellas lleve su propio sistema de amortiguación. Esto permitirá que la máquina se adapte mucho mejor a la superficie y también se desplace con mayor agilidad, sobre estas ruedas se montaría toda el limpia balsas.

- Cámara: el aparato irá provisto de una cámara con varios proyectores subacuáticos para que el operario pueda inspeccionar el fondo de la balsa y facilitar así las labores de éste. La imagen de la cámara se verá en un monitor instalado en la unidad móvil.
- Sistema de localización GPS: se colocarán un emisor de señal de GPS en la máquina para su localización y que será reflejada en el panel de control ubicada en la unidad móvil.
- Caja de control. El aparato se suministra con una caja de control con un esquema de conexiones completa. El mando se diseñará para una máxima facilidad de manejo mediante botones o un joystick
- Cable: será especial auto flotante con protecciones internas para evitar interferencias y distorsiones en la imagen de la cámara. Las conexiones serán de tipo estándar militar para poder conectar y desconectar incluso dentro del agua.

La segunda parte de la máquina será la que se encuentre en el exterior. Estará dotada de:

- Hidro- ciclones que permitirán la limpieza del agua que llega desde el fondo. La capa de suciedad removida que llega desde el fondo pasa por dicho ciclón donde se separará las arenas, algas y demás material adsorbido, una vez, que el agua esté depurada a través de una manguera se verterá de nuevo al depósito.
- Unidad Móvil: será un vehículo que estará dotado de un panel donde se ubicarán las pantallas para visualizar las imágenes captadas por las cámaras submarinas. Además se contará con un ordenador con el software de guiado del robot donde se programarán gracias a la cartografía de la balsa los barridos necesarios realizar para una completa limpieza.

Además se dotará de cuantos mandos sean necesarios para conectar y desconectar la máquina en caso de necesidad y todo aquello que con la experiencia se pueda ver necesario incorporar.

5. Conclusiones

Aunque todavía no podemos llegar a ninguna conclusión porque el proyecto todavía se está desarrollando en estos momentos, diremos que la máquina limpia balsas diseñada una vez mejoradas las deficiencias de las máquinas que se encuentra en el mercado, será un prototipo eficaz, rentable y que contribuirá de manera considerable a facilitar las tareas de limpieza de las balsas de almacenamiento de agua tanto agrícola como de otro tipo de depósitos.

Además, contribuiremos a cumplir la Directiva Marco en Materias de Agua, que impone una serie de medidas de gran importancia en relación con la gestión y el manejo del agua, así como toda la legislación vigente respecto a la limpieza y vaciado de las balsas

Agradecimientos

Queremos agradecer al proyecto CEUTIC que con la aportación de los fondos FEDER han hecho posible poder comenzar el estudio y el diseño de esta máquina, facilitando el desarrollo de la misma.

Correspondencia

Jesús Guillén Torres: Escuela Politécnica de Huesca, Carretera Cuarte s/n, 22071 Huesca, España.

Teléfono: 974 23 93 31, Fax 974 23 93 31, E- mail: jguitor@unizar.es