

FEI-02-2020

## MÉTODO LIMPIABALSAS® PARA EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS EN BALSAS DE AGUA BRUTA

*Guillen Torres J. (1)*

<sup>1</sup> Dr. Ingeniero Agrónomo, profesor titular de la Universidad de Zaragoza. Expresidente Comunidad de Regantes Lasesa. Vicepresidente de la Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos. Certificado Nivel B como Director de Proyectos del sistema 4LC de IPMA. E-mail: [jguitar@unizar.es](mailto:jguitar@unizar.es)

### Resumen

El **Método Limpiabalsas®** toma el nombre de la mercantil de idéntica nominación, y viene a resolver un problema hasta ahora difícil, oscuro (no precisamente por el color del producto recién extraído), y gravoso, como es la extracción de sedimentos del fondo de medianas y grandes balsas de agua bruta; sin desembalsarlas, sin dañar la infraestructura, de forma mecanizada, y con amplias garantías. Todo ello aporta una importante **creación de valor para el concesionario del agua**; asegurando una estabilidad de precios, con los que es posible prever el gasto corriente por este concepto en el largo plazo, dentro de un sector primario, donde la rentabilidad solo se logra céntimo a céntimo, y con mucho esfuerzo.

### 1. Evolución de la metodología en la extracción de sedimentos

En las balsas impermeabilizadas con arcillas, o con PVC, **hasta finales del siglo XX**, la extracción de sedimentos solía hacerse en el primer caso cuando la balsa se colmataba; y en el segundo también, o cuando pasados unos 10-15 años se cambiaba la lámina. Para ello se utilizaba **maquinaria de obras públicas**, refinando la subbase de fondo y taludes, reponiendo drenajes (en caso de impermeabilización plástica) y colocando nueva geomembrana.

A **finales del siglo XX**, se generalizó el uso de geomembranas de PEAD y en contados casos de caucho-butilo (por su mayor exigencia de refino de la subbase, dificultad de instalación correcta, y de explotación, para garantizar su vida). Comenzaron a limpiarse periódicamente los sedimentos del fondo. En balsas pequeñas, desembalsando y retirándolo a mano en seco. En otras mayores, con poco espesor y sin plantas acuáticas, empujando los sedimentos húmedos hasta una esquina de la balsa para ser extraídos con una chupona, o directamente vertidos por el desagüe de fondo (Fig. 1). Después, en ambos casos, debían lavar la lámina para encontrar las roturas que se habían producido durante la limpieza, y proceder a su reparación.

**Figura 1.** Detalle extracción de sedimentos empujándolos manualmente hasta desagüe fondo.



A finales de la **primera década de este siglo XXI**, aparecen las primeras técnicas de extracción sin desembalsar, si bien durante 10 años limitadas a balsas con poco espesor de sedimentos, sin plantas acuáticas, trabajando con nimia cota de agua, y en balsas no grandes, por las limitaciones inherentes a la concepción de las propias máquinas; y precio global más caro, respecto a los otros métodos antes citados, e igual de agresivos para la lámina.



**Figura 2.** Detalle tractor equipado con ruedas especiales para acarrear los sedimentos a una esquina de la balsa

Durante todos estos periodos, en aquellos casos que se han extraído los sedimentos, con los procedimientos existentes (Fig. 2 y 3), los daños a las láminas han sido significativos. Quizá por ello, todo propietario u operador se siente resignado a ese mal menor. Pero el problema no es lo que ha quedado a la vista, y ya reparado, si no lo que se ha envejecido la geomembrana, acortando drásticamente su vida útil.



**Figura 3.** Detalle tractor a la espera de acarrear sedimento y operarios con lanzas de agua, bajándolo de la parte inferior de los taludes

**En estos últimos años**, la sensibilidad ambiental, y, paralelamente, la prevención profesional a cometer infracciones contra el Medio Natural, unido a una mayor y necesaria protección a los trabajadores, así como a la asumida elevación de los costes de la mano de obra menos cualificada (de un 29%, solo en 13 meses), sin que los precios del producto obtenido lo hayan podido repercutir, parece apuntar a que **la limpieza solo es viable mecánicamente, y con un método que no rompa, ni envejezca prematuramente la lámina.**

Dentro de esas actuaciones de limpieza, **cuando el espesor sobrepasa los 20-30 cm, solo se practica por dos vías, una que es la de realizarlo sin desembalsar**, tal como se presenta en el capítulo siguiente, **o hacerlo con maquinaria de obras públicas**, llegándose a ver actuaciones como la de la figura 4, en que se ha abierto un pasillo en el dique o banqueta o de contención.



**Figura 4.** Detalle limpieza de balsa con portillo en el dique, y maquinaria de obras públicas trabajando, en julio de 2018.

## 2. Evolución de la técnica de extracción de sedimentos sin desembalsar

En 2006 aparece una comunicación, en un congreso internacional de proyectos de ingeniería, con las primeras ideas para construir un robot, que fuera capaz de extraer el sedimento de las balsas sin desembalsarlas, pues ya existían indicios de que la geomembrana de PEAD podría dar un magnífico resultado, como así está ocurriendo, siempre que no se la someta a esfuerzos inadmisibles que la envejezcan prematuramente.



**Figura 5.** Detalle sedimentos en balsa vacía, y obra de toma recrecida para aplazar durante unos años la colmatación.

Esa idea fue desarrollada comercialmente por la emblemática empresa sueca **Weda**, con su serie de máquinas YT-800 autotraccionadas (Fig. 6). El éxito técnico de Weda fue sustancial, pero económicamente limitado, al plantear el negocio como fabricación de equipos en serie para su comercialización; pues sus robots de 6.5 kWe, eran muy eficientes en balsas pequeñas, con sedimentos pulverulentos y sin plantas acuáticas. Hoy continúa sirviendo al mercado internacional con la misma serie y potencias algo mayores, que le permiten abarcar un mayor número de infraestructuras.



**Figura 6.** Robot Weda YT-840 que forma parte del equipamiento para pequeñas actuaciones de Limpiabalsas®

En aquellas fechas de primeros de siglo, también fue desarrollada la misma idea (Fig. 7) por la empresa española **Anortec**, mercantil tecnológica de referencia en su rubro, dentro del Ministerio de Defensa. Su éxito fue notable, al ofrecer tanto el servicio como la venta de su robot submarino; aun cuando requería trabajar bajando la cota de agua a unos dos metros, no podía con balsas grandes, y tenía graves dificultades cuando aparecían plantas acuáticas. No obstante, unos años después desistió del proyecto, por la falta de interesados en prestar el servicio.



**Figura 7.** Robot submarino comercializado por Anortec, y también prestando el servicio completo, hasta finales de 2008.

Uno de los equipos de Anortec (Fig. 8) fue adquirido por una **Comunidad General de Riegos**, que ofrece aún hoy los servicios, con las limitaciones y condicionantes citados, a algunas de sus propias comunidades de regantes de base. Factura por horas de trabajo, a precio subsidiado sin repercutir amortización, y con independencia de su eficacia y eficiencia.



**Figura 8.** Robot submarino Anortec, que continúa en servicio

En 2013, la empresa **Embex Empresarial**, con una importante ayuda del Gobierno Vasco, desarrolló y puso en el mercado un robot submarino auto-traccionado, de unas 3.5 Tm, que se manejaba desde superficie y que publicitaba un desplazamiento de unos 40 m/min (Fig. 9). No pudo comercializarse, debido a que desde las primeras pruebas (gratuitas) siempre rompía las láminas impermeables. Luego la máquina pasó a otra mercantil, que tampoco pudo mejorarla; intentó hacer alguna actuación hasta 2016, pero los resultados le obligaron a cerrar.



**Figura 9.** Desarrollo de Embex Empresarial, que nunca cumplió sus expectativas de negocio.

A finales de 2014 **Limpiabalsas**<sup>®</sup> inició su actividad mercantil, recogiendo el conocimiento, necesidades de los propietarios, experiencias de algunos investigadores, y el análisis de los descalabros técnicos acaecidos hasta entonces. Lo enfocó como la **prestación de un servicio** (Fig. 10), nunca como fabricación de equipos; en un entorno de concesionarios de agua que no creía, y menos interiorizaba, que las láminas de PEAD debían durar no menos de 50 años (hoy los principales fabricantes hablan ya de 100 años de vida útil, si se montan y mantienen adecuadamente)

**Figura 10.** Equipo Duplo, desarrollado por Limpiabalsas<sup>®</sup>, con una potencia de 40 kW



En paralelo, durante esta segunda década del siglo XXI, no han faltado ingenios esporádicos de distintas compañías; para, desde plataformas flotantes tipo **Seablock** o asimiladas (Fig. 11), extraer sedimentos, utilizando técnicas de la obra civil, dragado, limpieza de dársenas, e incluso de arqueología científica. Eso sí, para balsas pequeñas, con una baja cota de agua y teniendo que terminar la mayor parte de las veces desembalsando para conseguir terminarlas.



**Figura 11.** Detalle de un desarrollo ingenieril para extracción singular de sedimentos y plantas acuáticas en una pequeña balsa, desde una plataforma flotante tipo Seablock, en 2018

### 3. Soluciones aportadas por el Método Limpiabalsas<sup>®</sup>

El **Método Limpiabalsas**<sup>®</sup> da solución a la extracción de sedimentos, respetando una serie de **principios**, que se consideran básicos e imprescindibles, y que lo distinguen de todos los que existieron (o existen), puesto que, ninguno ha podido ofrecer, y después cumplir, la siguiente panoplia de **requerimientos básicos**:

- a. Cumplimiento estricto de la normativa ambiental y laboral vigente
- b. No interacción con la operación cotidiana de la balsa (se realiza sin desembalsar)
- c. Presiones verticales sobre lámina nunca superiores al de una bota de operario.
- d. Ningún esfuerzo horizontal sobre lámina impermeable (no tracción con ruedas motrices)
- e. No arrastre, ni acumulación del sedimento, a una parte de la balsa
- f. No contaminación del vaso, ni del agua, con hidrocarburos, plantas o fauna exógena
- g. Procedimiento altamente tecnificado, poco dependiente de costes laborales
- h. Aplicabilidad a grandes balsas (desde 1 hasta 17 H<sup>a</sup>)
- i. Servicio completo, sin necesidad de aportaciones de terceros, ni de la Propiedad
- j. Precio unitario competitivo, frente a otros Métodos que no cumplen estos principios
- k. Mantenimiento de precios unitarios fijos, para contratos quinquenales.

Para lograrlo, se han configurado los equipos con una **concepción de proceso** simple, en abstracto (Fig. 12 en pág. Siguiente); pero, robusta y compleja en su implementación, para garantizar así no solo eficacia y eficiencia, sino también una elevada disponibilidad, en las duras condiciones de trabajo a que son sometidos, y que puede resumirse como sigue:

- a. Central de energía propia, con autonomía para una semana.
- b. Robots submarinos sobre oruga protegida, o sobre ruedas giratorias locas, sin tracción
- c. Cepillos que fragmentan y mezclan los sedimentos con agua, sin llegar a tocar la lámina
- d. Sistema que trocea las plantas acuáticas, con tallos no leñosos, y después las succiona
- e. Línea de absorción homogénea, distribuida a la anchura del robot.
- f. Impulsión reforzada para cubrir distancias significativas, desde extracción hasta descarga
- g. Sacas de hasta 125 m<sup>3</sup> de tejido filtrante, para retención de los áridos más gruesos.
- h. Control y supervisión, con CCTV y accesibilidad a todos los componentes de potencia



**Figura 12.** Arriba esquema Método Limpiabalsas<sup>®</sup>, con robot submarino, traccionado desde pista perimetral; sobre él, armario de distribución de potencia, control y protecciones. En esquina derecha carpa de control, y al fondo a la derecha, sacas recogida de áridos gruesos. **A la derecha**, foto con sacas filtrantes



#### 4. Confianza depositada en el Método Limpiabalsas<sup>®</sup>

La confianza en los resultados del Método Limpiabalsas<sup>®</sup> se evidencia en la **plasmación contractual de una serie de garantías, técnicas y estándares de calidad**, además de las administrativo-jurídicas tipo de cualquier contrato de servicios, en concreto,

- Garantía de **cumplimiento normativas básicas**.
- Garantía de **exoneración de responsabilidad al Cliente**.
- Garantía de **no incremento turbidez, ni obturación conductos toma y desagüe**
- Garantía de **no entorpecer el uso cotidiano** de la balsa.
- Garantía de **eficiencia** (no despilfarro).
- Garantía de **sostenibilidad de la biodiversidad faunística** existente.
- Garantía de **mantenimiento de la biodiversidad en las acequias de desagüe**
- Garantía de **no contaminación por residuos exógenos**.
- Garantía de **no introducción de fauna o flora exógena**.
- Garantía de **no congelación ni efecto “vela”** de la lámina plástica.

- Garantía de **no perforación de lámina plástica**.
- Garantía de **no sometimiento a presiones ascendentes** a la lámina plástica.
- Garantía de **operatividad**.
- Garantía de **trazabilidad**.
- Garantía de las **reparaciones realizadas**.
- Garantía de **continuidad**
- Garantía de **cumplimiento de plazos**
- Garantía de **mejor precio**
- Garantía de **transparencia y precio completo** (ausencia de otros costes)
- Garantía de **desistimiento** del contrato (5 días desde la fecha de la firma)
- Garantía de **calidad de acabado** (6 meses mínimo, y mayor plazo en plurianuales)

La **verificación externa** del cumplimiento de esas garantías se pone de manifiesto en que la prima del **seguro RC** suscrito por Limpiabalsas®, desde el año de su constitución, y que cubre todas sus actuaciones de más de un lustro, nunca ha tenido que atender siniestro alguno, ni tampoco ha recibido reclamación de tercero perjudicado. Y así lo certifica la aseguradora anualmente por escrito.

Respecto a la **solvencia técnica** de los profesionales, en cuanto a su propia **autoprotección**, queda evidenciado en que, incluso trabajando a turnos, desde la creación de la empresa no se ha perdido ni una sola hora por accidente laboral. Esta circunstancia es certificada anualmente por la Mutua patronal.

En cuanto al **respeto ambiental**, desde el inicio del servicio en 2014 para todo el territorio español, en ninguna actuación, se ha abierto expediente administrativo alguno; siendo habituales las visitas e inspecciones de la guardería de los gobiernos autónomos, del Seprona, y de los organismos de cuenca, con sus tomas de datos y muestras.

## 5. Oferta tipo de extracción de sedimentos y plantas acuáticas de Limpiabalsas®

La oferta estándar de Limpiabalsas® se formaliza, desde el primer contacto, en un **borrador de contrato**, negociable en cuanto a sus condiciones. En él se consideran todas las casuísticas que han acaecido desde 2014, incluyendo la definición detallada de la actuación ofertada, todos sus condicionantes, y un precio total estimado, a resultados de aplicar en la certificación final las cantidades del trabajo realmente ejecutado, a precios unitarios fijos. Las distintas partidas, se identifican de la siguiente forma:

|    |   |
|----|---|
| PA | Estudio técnico de la actuación, para cuantificación y solicitud autorizaciones     |
| PA | Gestión de permisos a la Confederación y a la Comunidad Autónoma                    |
| PA | Medición espesor de sedimentos y analítica de aguas                                 |
| PA | Desplazamiento e instalaciones de apoyo local                                       |
| m2 | Preparación del terreno para ubicación de sedimentos y/o accesos                    |
| m3 | Extracción de sedimentos del fondo a perímetro, y rebaje limos hasta 1-3 cm         |
| Ud | Suplemento extracción de sedimentos, por cada subcapa superior a 20 cm              |
| m3 | Extracción barro de laterales (talud) y/o Retirada vegetación subacuática del fondo |
| m3 | Barrido sedimentos del fondo hasta 1 cm, y Extracción a perímetro exterior          |
| m3 | Almacenamiento de sedimentos, filtraje y desecado natural                           |
| m3 | Retirada sedimentos desecados hasta ubicación permanente                            |
| PA | Vídeo fondo, y geo-referencia de elementos  |
| PA | Establecimiento de fechas concretas de ejecución (coste o abono)                    |
| Ud | Reparación provisional de desgarres en lámina preexistentes, hasta 50 cm/ud         |

PA Otras actuaciones.

**Figura 13.** Fotogramas con plantas acuáticas vivas (izda.), y acarreadas a superficie (dcha.)



## 6. Precio del Método Limpiabalsas®

Como se ha indicado antes, el servicios se ofrece a precios unitarios y a resultas de lo realmente ejecutado, por lo que, el precio final o **promedio del m3 extraído** es función de: (i) los ítems que se contratan, (ii) del emplazamiento de la balsa, (iii) de su forma constructiva, (iv) del sobre-espesor de sedimentos, a partir de 20 cm, (v) de la presencia de plantas acuáticas vivas o muertas, (vi) de los elementos extraños que aparezcan en el fondo, y (vii) de que se hubiera, o no, dejado resecar los sedimentos por un desembalse previo.

En base a ello, para balsas de más de 0.8 H<sup>a</sup> de superficie, el **precio promedio global** de la actuación suele estar comprendido entre 1 y 2 c€/ kg de sedimento húmedo extraído.

## 7. Confidencialidad de las actuaciones realizadas

Históricamente todos los **clientes** de Limpiabalsas® han **exigido confidencialidad** acerca de la actuación a realizar en sus instalaciones, sin perjuicio de que Limpiabalsas® pueda tomar algunas fotos donde no se identifique nítidamente la Propiedad o el emplazamiento. Así se ha interiorizado y se recoge en contrato con un carácter de reciprocidad.

Este planteamiento parece lógico y razonable, debido a varias razones: (i) que se trata de mercados del sector primario muy competitivos, y consideran esta operativa como estratégica, desde un punto de vista de aportarles valor sin merma de tiempo; (ii) Por otro lado, escasas veces la balsa tiene los parámetros constructivos que estimaba el propietario u operador; en general los taludes suelen tener más pendiente y la profundidad menor, lo que hace que la superficie del fondo también sea algo mayor; (iii) En cuanto al espesor de sedimentos, cuando se mide, se reconoce lo que sale, sin embargo para el contrato suelen facilitar un espesor menor; y (iv) por último, en el fondo de las balsas se ha encontrado de todo lo imaginable (excepto cadáveres humanos), y luego nadie explica cómo pudo llegar hasta ese lugar.

Por otro lado, Limpiabalsas® también cuida la **difusión de su saber hacer**; de forma que, según aparece en la declaración RSC de su Web, facilita gratuitamente segundas opiniones sobre temas relacionados con la operación y mantenimiento de balsas, participa en foros divulgativos sobre temas de su rubro, explica muy bien “qué hace”, aunque se reserva el “como lo logra”; aspecto que se ha intentado respetar en esta comunicación, con el fin de salvaguardar los derechos y secretos de su propiedad industrial.

## 8. Plazos para realizar la extracción de sedimentos con el Método Limpiabalsas®.

En el caso de balsas para agua de boca, que deben limpiarse inmediatamente por exigencias sanitarias, la extracción se inicia no más tarde de tres meses de la fecha de contrato; explicando la circunstancia y logrando la aquiescencia previa de todos los interlocutores con fechas programadas de limpieza.

|             |  | Planning de actuación por semanas |      |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|-------------|--|-----------------------------------|------|------|------|------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| Cap.        | Actividad  | 0                                 | 1    | 2    | n    | n+10 | n+12  | Ejec.            | Ejec. | n+40  |       |
| Preparación | a Firma de contrato  | xxxx                              |      |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | b Presentación de avales   |                                   | xxxx |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | c Facturación primer hito a la contratación                                |                                   | xxxx |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | d Lanzamiento del contrato   |                                   | xxxx |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | e Aprobación planes de ejecución   |                                   |      | xxxx |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | f Solicitud autorizaciones administrativas                                 |                                   |      | xxxx |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | g Aprobación Plan de Seguridad y Salud Laboral                             |                                   |      | xxxx |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | h Aprobación Plan de Calidad   |                                   |      | xxxx |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | i Solicitud apertura Centro de Trabajo                                     |                                   |      | xxxx |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | j Comunicación fechas ejecución del trabajo                                |                                   |      |      | xxxx | xxxx |       |                  |       |       |       |
| Ejecución   | 1 Estudio técnico actuación para cuantificación y solicitud autorizaciones | xxxx                              |      |      |      |      |       |                  |       |       |       |
|             | 2 Gestión de permisos a la Confederación y Comunidad Autónoma              |                                   |      |      | xxx  |      |       |                  |       |       |       |
|             | 3 Memoria tras visitas a Servicios comunidad autónoma                      |                                   |      |      | xxx  |      |       |                  |       |       |       |
|             | 4 Desplazamiento e instalaciones de apoyo local                            |                                   |      |      |      |      |       | xxxxxxxxxxxxxxxx |       |       |       |
|             | 5 Preparación terreno para ubicación sedimentos y/o accesos                |                                   |      |      |      |      |       | xxxxx            |       |       |       |
|             | 6 Extracción sedimentos fondo a perímetro y rebaje limos hasta 1-3 cm      |                                   |      |      |      |      |       | xxxxxxxxxxxx     |       |       |       |
|             | 7 Suplemento extrac sedimentos por cada subcapa superior a 20 cm           |                                   |      |      |      |      |       | xxxxxxxxxxxx     |       |       |       |
|             | 8 Extracción barro laterales y/o Retirada vegetación subacuática fondo     |                                   |      |      |      |      | xxxxx |                  |       |       |       |
|             | 9 Barrido sedimentos del fondo hasta 1 cm y Extracción a perímetro ext     |                                   |      |      |      |      |       | xxxxx            |       |       |       |
|             | 10 Almacenamiento sedimentos, filtraje y desecado natural                  |                                   |      |      |      |      |       | xxxxxxxxxxxx     |       |       |       |
|             | 11 Retirada sedimentos desecados hasta ubicación permanente                |                                   |      |      |      |      |       |                  | xxxxx |       |       |
|             | 12 Video fondo y geo-referencia elementos                                  |                                   |      |      |      |      |       |                  | xxxxx |       |       |
|             | 13 Establecimiento de fechas concretas de ejecución (coste o abono)        |                                   |      |      | xxx  |      |       |                  |       | xxxxx |       |
|             | 14 Reparación provisional desgarras en lámina, hasta 50 cm                 |                                   |      |      |      |      |       |                  | xxxxx |       |       |
|             | 15 Otras actuaciones.  |                                   |      |      |      |      |       | xxxx             | xxxx  | xxxx  |       |
| Recepción   | k Desmontaje campamento y limpieza   |                                   |      |      |      |      |       |                  |       | xxxxx |       |
|             | l Documentación trazabilidad trabajo realizado                             |                                   |      |      |      |      |       |                  |       | xxxxx |       |
|             | m Recepción  |                                   |      |      |      |      |       |                  | xxxxx |       |       |
|             | n Facturación liquidación  |                                   |      |      |      |      |       |                  |       | xxxxx |       |
|             | o Recuperación avales  |                                   |      |      |      |      |       |                  |       | xxxxx |       |
|             | p Garantía   |                                   |      |      |      |      |       |                  |       | xxxxx | xxxxx |

Figura 14. Cronograma tipo de una actuación

En los demás casos, se trata de una operación, que, al **no condicionar la operación cotidiana del uso del agua concesionada**, no suele ser perentoria una determinada fecha; salvo en aquellos casos de propietarios u operadores que han resultado desilusionados e insatisfechos anteriormente, con otros métodos, y ahora quieren ver y palpar directamente el resultado, para lo que necesitan vaciar la balsa. En todos estos casos el plazo de inicio de ejecución suele ser antes de que termine el año hidráulico entrante (unos 18 meses)

## 9. Resultados, capacidades y limitaciones del Método Limpiabalsas®

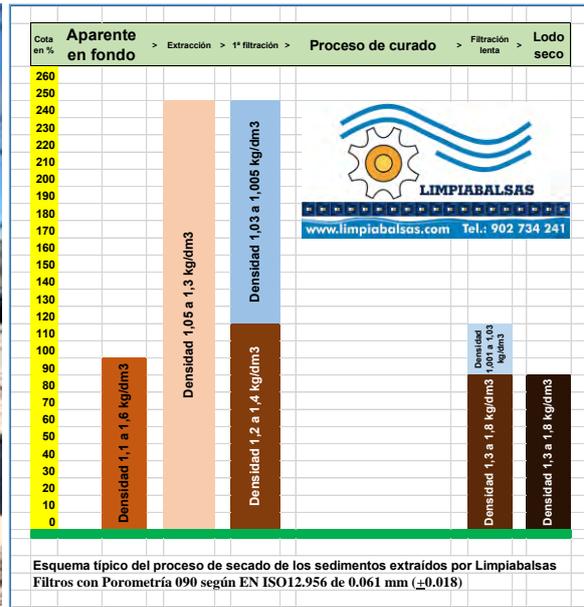
En cuanto al **éxito** del Método, a la vista está. Se trata del **único método del mercado actual**, capaz de realizar la extracción de sedimentos y plantas acuáticas, sin desembalsar y con ese amplio porfolio de garantías concretas y transcritas a contrato.

Las **capacidades probadas** son la muestra de actuaciones durante 5 años en balsas de hasta 17 H<sup>a</sup> de superficie impermeabilizada, y sedimentos de hasta algo más de 2 m de espesor, siendo varias las que sobrepasaban los 0.6 m. La verificación de no daños se hace como prueba objetiva adicional con el control diario de las arquetas de drenaje (Fig. 15).

Figura 15. Detalle arqueta concentradora de 6 líneas de drenes sectoriales que cubren la impermeabilización de una balsa



El fluido extraído estándar (Fig. 16) (varía con el tamaño de balsa y tipo de sedimento); contiene alrededor del 40% en volumen de sedimento húmedo en reposo y el 60% de agua. La capacidad de extracción en condiciones óptimas es de unos 90 m<sup>3</sup>/h de fluido, de los que 36 m<sup>3</sup> serían de sedimentos en reposo antes de iniciar la operación.



**Figura 16.** Detalle muestra de fluido extraído sedimentado y gráfica con el estándar del proceso de extracción de sedimentos

En cuanto a las **limitaciones de carácter económico**, se manifiestan en balsas de menos de 0.5 H<sup>a</sup>, y también para “*balsas de autor*”, entendiéndose aquellas que se han construido con unos principios o parámetros alejados de los estándares y comúnmente aceptados.

Las **limitaciones de carácter técnico** se dan exclusivamente en las “*balsas de autor*”, en las que, en el mejor de los casos, quizá se haya podido ahorrar algo en la inversión; pero que si se analiza desde un punto de vista de Valor actual neto (VAN) de inversión + coste explotación, a solo 30 años y con una tasa de descuento de IPC+200 puntos básicos, muchas de estas serían catalogadas directamente como **errores graves de diseño**, del estudio de viabilidad, sino de despilfarro. A título de ejemplo, se pueden citar algunas **circunstancias que las representan**: (i) banquetas o diques de sección casi triangular y escasamente compactadas; (ii) balsas sin pista perimetral o inferior a 3 m de ancho; (iii) banquetas o diques alabeados, sin 50 m rectos; (iv) balsas sin superficie cuasiplana de fondo (cucurucho); (v) tomas fuera del perímetro, como son en fondo flotantes y centradas; (vi) bermas innecesarias a 2 m de cota; (vii) rampas hormigonadas para acceder al fondo; (viii) riostras empotradas y solados embebidos en la lámina impermeable; (ix) muertos de hormigón distribuidos por el fondo; (x) balsas cubiertas de módulos fotovoltaicos en más de 2/3 de la superficie del fondo, (xi) balsas con carrizos y juncos en las esquinas, (xii) balsas en las que se ha intentado taponar las fugas de la geomembrana rasgada con pegotes de mortero, (xiii) balsas con aireadores que no se pueden retirar sin romper la geomembrana, y (xiv) casi siempre, la combinación de más de una de las circunstancias citadas.

Debe reseñarse también una limitación económica a tener en cuenta, que es la **limpieza de taludes**. Si bien es un servicio que ofrece el Método Limpiabalsas® en su portfolio y borrador de contrato, suele recomendar que lo haga el propietario u operador en un momento previo, bajo las directrices de Limpiabalsas® y con personal de la Propiedad o del operador. Ello es debido a que resulta sustancialmente más barato llevarse a cabo con la balsa a baja cota de agua y por medios manuales (escobones protegidos con cantoneras de goma y lanzas de agua de gran caudal y baja presión), para desplazar el barro pegado desde la parte baja de taludes hasta el fondo del vaso, donde después será recogido por el robot al precio unitario estándar del fondo.

Por último, en el **caso del mundo agrario**, los propietarios suelen estar acostumbrados al endeudamiento a largo plazo para inversiones y tienen aversión hacerlo para el gasto corriente. De tal forma que la primera actuación de extracción de sedimentos se pone cuesta arriba porque nunca antes previeron la correspondiente partida o provisión para llegado el momento. Esto hace que, desde que toman conciencia de contratación del servicio hasta que acopian los recursos, suele aplazarse la contratación entre uno y cuatro años.

## 10. Modelo de negocio, escalabilidad y Mercado

El Método Limpiabalsas® es un negocio **intensivo en capital** (unos 150.000 € de inversión material por puesto de trabajo), concebido de forma modular, con equipos de 4 personas para cada unidad, y que contabiliza como gasto corriente, el desarrollo en ingeniería, los ensayos y la formación de empleados.

El modelo es **escalable**, en bloques definidos por equipos de trabajo completos, con su respectiva inversión para el Mercado de las infraestructuras medianas (a partir de 0.8 Hª de superficie impermeabilizada) y grandes (Hasta unas 17 Hª). Se entiende para aquellas infraestructuras que no se encuadran en lo conocido como balsas de autor.

En cuanto al desarrollo de producto, para hacer extensivo el servicio de extracción de sedimentos también al Mercado **de las balsas de autor**, cuya densidad o frecuencia varía en función de la Comunidad Autónoma donde se considere, resulta **poco atractivo desde un punto de vista exclusivo de negocio**. Y también oneroso en cuanto a la viabilidad económica para los propietarios de las citadas infraestructuras, al objeto de acceder a poder limpiarlas sin desembalsar y de una forma abierta y respetuosa con el Medio Natural, en territorios donde algunos funcionarios de las propias administraciones autónomas prefieren no conocer formalmente la actuación y que **se ejecute en silencio**.

Para acometer este segmento de mercado, que afecta fundamentalmente a pequeñas comunidades de regantes y a muchos concesionarios particulares, deberían tomar la **iniciativa las administraciones de las comunidades autónomas** que viven esta circunstancia, o al menos participar en la búsqueda de una solución que dé luz a ese mundo de silencio.

## 11. Conclusiones

El Método Limpiabalsas® es un **caso de éxito** para la extracción de sedimentos sin desembalsar, con más de 20 garantías contractuales distintas, que encaja bien en todas aquellas infraestructuras que se han construido con rigor, sin ocurrencias, y que sus actuales gestores comprometidos con el Medio natural, quieran entregarlas a la siguiente generación, sin que ésta última tenga que aportar fuertes aportaciones dinerarias para recuperar o mantener la funcionalidad primigenia.

A la vez, permite la **estabilidad de precio y previsión de gasto corriente** en el largo plazo, para este servicio de extracción de sedimentos; dentro de un mundo cada vez más informado y competitivo, en cuanto a la permanente exigencia de más calidad y a menor precio, requerida para cualquier producto que deba salir al mercado.



**Figura 17.** Fotograma de la logística externa de un trabajo por el Método Limpiabalsas®. Carpa de control en primer plano, y central de energía en el centro.

## 12. Bibliografía

Existe en el mercado abundante documentación técnico-comercial y de imagen, correspondiente a varias empresas que prestan, o han prestado, servicios de extracción de sedimentos en balsas de agua bruta, bien por vía seca, por vía húmeda, y alguna sin desembalsar. Se puede acceder a sus páginas Web, o vídeos en YouTube, a través de cualquier buscador, utilizando, entre otras, las **palabras clave**: “limpiar balsa”; “limpieza balsa”; “extracción sedimentos balsas” y evitando las palabras “fango” o “lodo” que derivan siempre a sedimentos que son clasificados como residuos, procedentes de otros procesos que nada tienen que ver con el que nos ha ocupado.

En la Web [www.limpiabalsas.com](http://www.limpiabalsas.com), en su versión para PC, abriendo la pestaña “Bibliografía” aparece información propia de conferencias y cursos impartidos, así como de distintas fuentes sobre extracción de sedimentos y de otras actuaciones colaterales. En otras pestañas se ofrece información más detallada, que la aquí reflejada, sobre sus equipos y procesos.

También puede encontrarse alguna comunicación, de carácter monográfico, más técnica que la presente, recogida en las bases bibliográficas o en los libros que recopilan las comunicaciones a congresos anuales de Aeryd, [www.aeryd.es](http://www.aeryd.es)