



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària
i de Biosistemes de Barcelona

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA LÍNEA
BIOLOGICA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN EL
CENTRO DE LA FUNDACIÓN PARA LA
CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ANIMALES
MARINOS (FUNDACIÓN CRAM)**

Trabajo de final de grado
Ingeniería de sistemas biológicos

Autor: Maria Roldán Tadeo

Tutor: Lourdes Reig Puig i Ingrid Masaló Llorca

5 / setiembre / 2022

Agradecimientos

A la primera persona que se lo quiero agradecer es a Guillem que me ha enseñado con humor y paciencia, y a mis tutoras, Ingrid Masaló y Lourdes Reig, sin todos ellos este proyecto no hubiera sido posible.

A todo el equipo de profesionales del CRAM, Mone, Lucía, Silvia, Anna y sobre todo a Roberto que me han escuchado, ayudado en todo momento y por dejarme formar parte del increíble equipo que son y poder aprender de ellos. También a los supervoluntarios Toño y Frederich que me ayudaron en todo el proceso de construcción y realización.

A nivel personal quiero hacer especial mención a esos amigos que me ayudaron en todas mi subidas y bajadas, y que me ayudan cada día a mejorar: Laia, Nuria, Maria, Esther, Andreu y en especial a Gerard. También a mi madre, que ha hecho posible todo esto y lo ha vivido tanto como yo.

Finalmente quiero darle las gracias a 4X4, por transmitirme tanto y saludarme cada día.

Resumen

La contaminación, el cambio climático y la pesca accidental han llevado a diferentes especies marinas al borde de la extinción. Para poder mitigar las consecuencias de esas amenazas existen diferentes entidades dedicadas a la preservación, investigación y cuidado de las especies marinas que se vean afectadas. Una de esas especies es la tortuga marina.

La fundación CRAM, el centro de rehabilitación de animales marinos de Cataluña, busca una sensibilización ecológica y hace diferentes investigaciones para mitigar las amenazas de las tortugas y frenar su declive. En esta fundación cuentan también con unas instalaciones y unos profesionales especializados en el cuidado de diferentes especies marinas. Algunas de esas instalaciones están preparadas para el especial cuidado de las tortugas marinas.

El presente proyecto tiene como objetivo prevenir posibles acumulaciones de componentes tóxicos y mejorar la calidad del agua. Para ello se añade a las instalaciones una línea biológica del sistema de filtración, o Life Support System (LSS), para el tratamiento de los residuos biológicos, especialmente la materia orgánica (MO) y la acumulación de los compuestos nitrogenados disueltos (amonio NH_3 y nitritos NO_2).

Asimismo, se definen unos protocolos de control de diferentes parámetros del agua con la intención de poder conocer la evolución y la calidad del agua.

Resum

La contaminació, el canvi climàtic i la pesca accidental han portat a diferents espècies marines a la vora de l'extinció. Per a poder mitigar les conseqüències d'aquestes amenaces existeixen diferents entitats dedicades a la preservació, recerca i cura de les espècies marines que es vegin afectades. Una d'aquestes espècies és la tortuga marina.

La fundació CRAM, el centre de rehabilitació d'animals marins de Catalunya, cerca una sensibilització ecològica i fa diferents recerques per a mitigar les amenaces de les tortugues i frenar el seu declivi. En aquesta fundació compten també amb unes instal·lacions i uns professionals especialitzats en la cura de diferents espècies marines. Algunes d'aquestes instal·lacions estan preparades per a l'especial cura de les tortugues marines.

El present projecte té com a objectiu prevenir possibles acumulacions de components tòxics i millorar la qualitat de l'aigua. Per a això s'afegeix a les instal·lacions una línia biològica del sistema de filtració, o Life Support System (LSS), per al tractament dels residus biològics, especialment la matèria orgànica (MO) i l'acumulació dels compostos nitrogenats dissolts (amoni NH₃ i nitrits NO₂).

Així mateix, es defineixen uns protocols de control de diferents paràmetres de l'aigua amb la intenció de poder conèixer l'evolució i la qualitat de l'aigua.

Abstract

Pollution, climate change and accidental fishing have brought different marine species to the edge of extinction. In order to mitigate the consequences of these threats, there are different entities dedicated to the preservation, research and care of marine species that are affected. One of these species is the sea turtle.

The CRAM foundation, the rehabilitation centre for marine animals in Catalonia, seeks to raise ecological awareness and carries out research to mitigate the threats to turtles and halt their decline. This foundation also has facilities and professionals specialised in the care of different marine species. Some of these facilities are prepared for the special care of sea turtles.

The present project aims to prevent possible accumulations of toxic components and to improve the quality of the water. To accomplish this end, a biological line of the filtration system, or Life Support System (LSS), is added to the installations for the treatment of biological waste, especially organic matter (OM) and the accumulation of dissolved nitrogenous compounds (ammonium NH_3 and nitrites NO_2).

In addition, protocols are defined for monitoring different water parameters in order to be able to know the evolution and quality of the water.

Contenido

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	2
1. Introducción.....	8
2. Objetivos.....	9
3. Bases del proyecto	10
3.1. Antecedentes	10
3.1.1. Sistema general de aguas.....	10
3.1.2. Tanques de recuperación	11
3.2. Condicionantes del proyecto	13
3.2.1. Condicionantes del promotor.....	13
3.2.2. Parámetros de la especie	14
4. Propuesta de mejora	15
4.1. Propuesta	15
4.2. Definición y caracterización	16
4.2.1. Biofiltro.....	16
4.2.2. Protein Skimmer	17
4.2.3. Bombas.....	18
4.2.4. Tuberías.....	18
5. Ejecución del proyecto	19
5.1. Diagnóstico previo.....	19
5.2. Metodología.....	20
5.3. Protocolos	23
6. Resultados	25
7. Conclusiones.....	27
8. Bibliografía.....	28
Anejo 1. Protocolos de analíticas.....	31
Anejo 2. Resultados analíticos.....	48

ÍNDICE DE ESQUEMA

Esquema 1. Sistema de aguas general del CRAM.....	10
Esquema 2 Sistema de aguas de la zona de recuperación del CRAM.....	12
Esquema 3 Sistema de funcionamiento de la línea biológica.	15
Esquema 4 Proceso nitrificación.....	16
Esquema 5 Funcionamiento de un biofiltro percolador.	17
Esquema 6 Funcionamiento de un protein skimmer.....	17
Esquema 7 Distribución del material y forma del biofiltro.	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología del esquema de sistema de aguas general del CRAM	10
Tabla 2. Simbología del esquema del sistema de aguas de la zona de recuperación del CRAM.	12
Tabla 3. Resultados de los análisis de la zona de recuperación	20

1. Introducción

En los últimos años se ha experimentado una fuerte disminución en la abundancia de numerosas especies animales, tal es la magnitud, que los expertos alertan de una posible sexta extinción masiva (Mazaris et al. 2017). En el caso específico de las tortugas marinas es un conjunto de motivos lo que las ha llevado a estar en esta situación, entre los cuales se encuentran la pesca accidental, el cambio climático o la contaminación.

España es especialmente importante para la conservación de tortugas marinas dada su ubicación entre el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico, su diversidad de especies de tortugas marinas y las amenazas a las que están expuestas. Aun así en el Mediterráneo se estima que son cerca de unas 150.000 las que se capturan por pesca accidental en el Mediterráneo por año (Casale et al. 2018).

La fundación CRAM (Centro de Recuperación de Animales Marinos) inaugurada el 12 de julio de 1994 es una entidad, ubicada en el Prat de Llobregat (Barcelona). Se dedica a la conservación del medio y las especies marinas. Para ello se esfuerza en generar una sensibilización ecológica mediante educación e investigación además del cuidado de todos esos animales marinos que necesiten recuperarse. La mayoría son tortugas que llegan a la fundación debido a la pesca accidental.

Para poder cuidar debidamente a las tortugas, disponen de unas instalaciones preparadas para poder atenderlas durante el tiempo que sea necesario. Acondicionan y mantienen el agua de mar para que esté en el rango óptimo para su recuperación, además de contar con un equipo de profesionales especializados en sus cuidados.

2. Objetivos

El presente trabajo de final de grado se enmarca en el proyecto de remodelación de las instalaciones de recuperación de tortugas de la Fundación CRAM. Las primeras fases de dicha remodelación se iniciaron en el 2020, quedando pendiente la última de ellas que es la creación de una segunda línea del sistema de filtración.

El objeto principal de este trabajo es la finalización de esta fase del proyecto, siendo los objetivos específicos los siguientes:

1. Construcción e instalación de un filtro biológico de percolación en la línea biológica de tratamiento de aguas.
2. Redacción de los protocolos de operación del sistema, así como del control de los parámetros del agua.
3. Puesta en marcha de la 2ª línea de filtración.

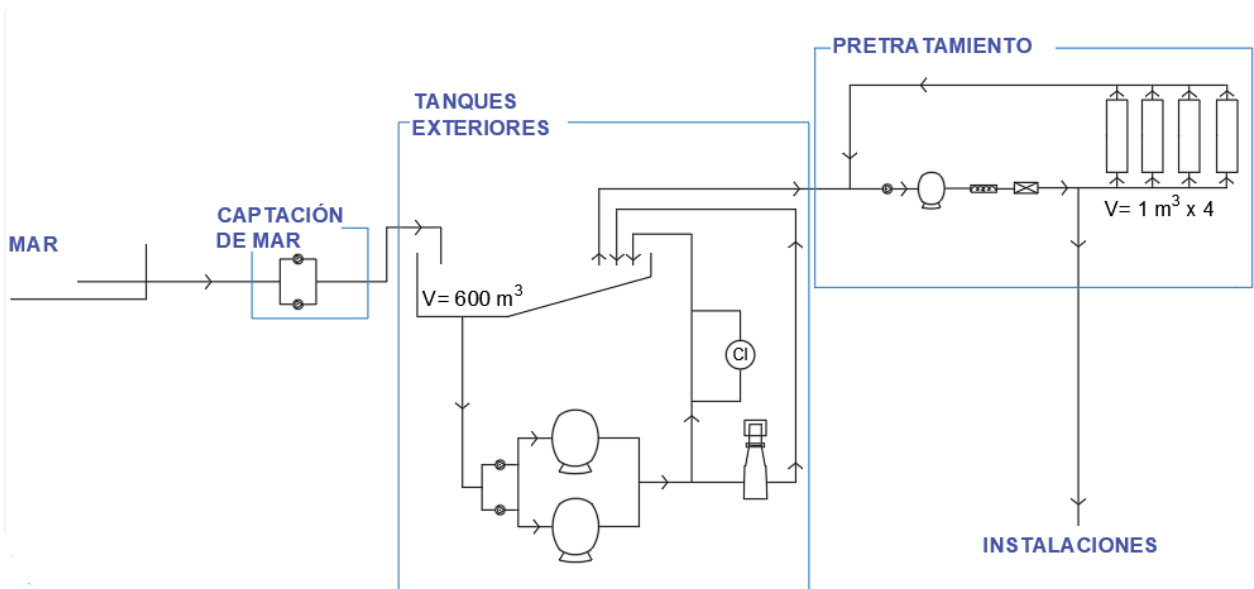
3. Bases del proyecto

3.1. Antecedentes

3.1.1. Sistema general de aguas



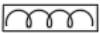


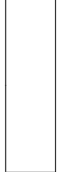

Para el correcto cuidado de las tortugas marinas, las instalaciones requieren de un flujo constante de agua en correctas condiciones (J. E. Bluvias and Eckert 2010). Particularmente en el caso del CRAM la captación es directa del mar y todas las áreas son cubiertas por esa agua.

Para poder alcanzar esas condiciones, el agua se almacena, filtra y regula en un gran tanque exterior de aproximadamente 600.000 litros.



ESQUEMA 1. Esquema 1 Sistema de aguas general del CRAM

Tabla 1. Simbología del esquema de sistema de aguas general del CRAM

SIMBOLOGÍA			
	Bombas		Cloradora
	Resistencia		Filtro de arena
	Protein Skimmer		Tanque
	Bomba de calor		

La temperatura es un parámetro que condiciona en gran medida el uso de esa agua. Controlar la temperatura de un tanque de esas características no es necesario ni efectivo, es por eso que existe la zona de pretratamiento.

Como se puede observar en el **esquema 1**, la zona de pretratamiento está compuesta por 4 tanques de 1000 m³; en ellos es donde se ejerce un control sobre la temperatura y se vuelve a filtrar. A partir de ahí el agua es distribuida por las instalaciones según su necesidad.

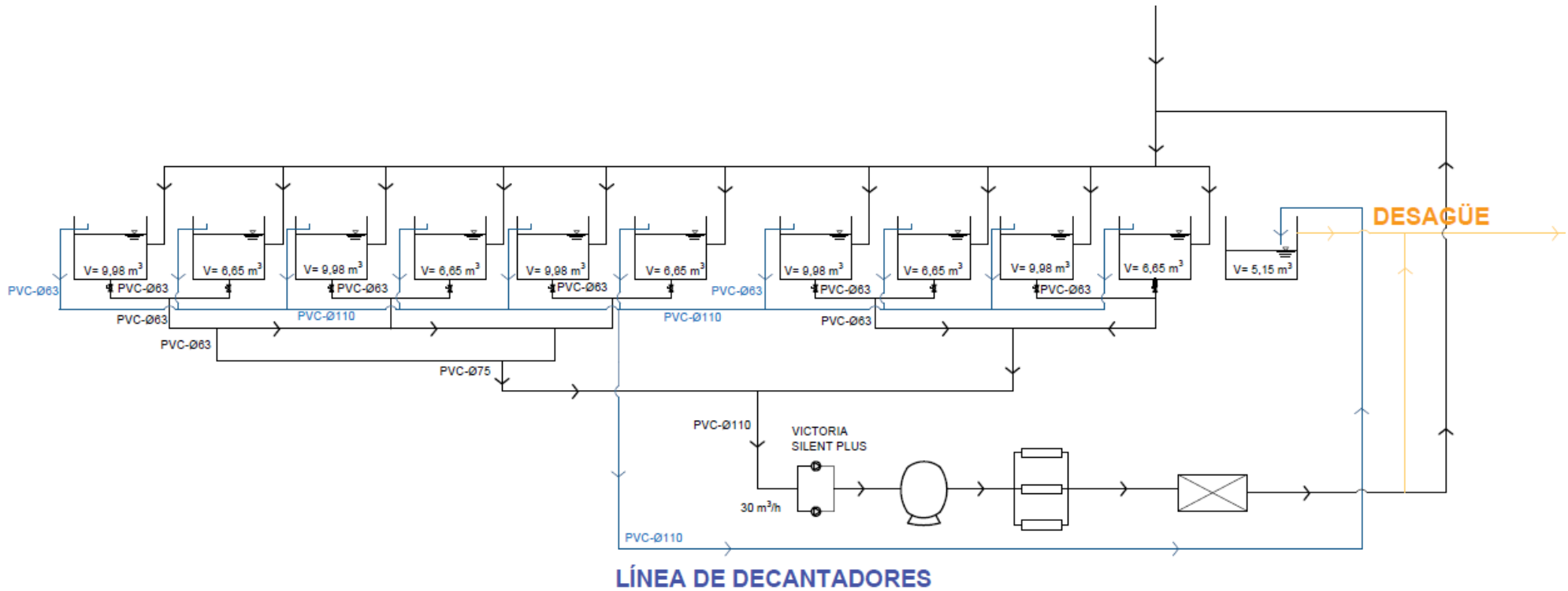
Para todas las instalaciones los requerimientos de agua son similares, es por eso que todas se alimentan del mismo sistema. Aun así, hay 3 zonas diferenciadas según las necesidades de las tortugas: la UCI, neonatos y recuperación. Este trabajo se centrará en recuperación.

3.1.2. Tanques de recuperación

Recuperación es la zona donde las tortugas que ya han superado la UCI esperan a que las condiciones del mar sean seguras para ser liberadas, además se cuida a las que tienen enfermedades no contagiosas y permanecen las residentes durante los meses de frío.






Los tanques de recuperación tienen un volumen total de 60m³.

El sistema es el siguiente:



Esquema 2 Sistema de aguas de la zona de recuperación del CRAM

Tabla 2. Simbología del esquema del sistema de aguas de la zona de recuperación del CRAM

SIMBOLOGIA			
	Lampara UVA		Bombas
	Filtro de arena		Bomba de calor
	Bálvula manual de bola de PVC		

Como se puede observar en el **esquema 2**, existe una distribución en árbol, idónea para este tipo de instalaciones ya que permite aislar uno o diversos tanques para que puedan ser vaciados y limpiados o simplemente para que el agua no se comunique con el resto del sistema.

Por otro lado, se encuentra un sistema de filtración propio de la zona, donde el agua está circulando constantemente. Los cambios de aguas se hacen junto al mantenimiento del equipo, es decir, con el enjuague y aclarado del filtro de arena.

Finalmente, los decantadores protegen el sistema de posibles inundaciones. Para ello, en caso de que recojan el agua esta se redirigiría hacia el último tanque. Ahí se acumularía todo el sobrenadante sin la posibilidad de desbordarse, ya que llegado cierto nivel el agua sería redirigida al desagüe.

Los cambios de agua se hacen durante la limpieza de filtro, con una frecuencia de 3 a 5 veces a la semana. Se llenan los tanques desde el sistema de pretratamiento.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Condicionantes del promotor

Además de los objetivos generales, la fundación marcó unos requisitos para la instalación de una nueva línea biológica de tratamiento de agua para la zona de recuperación. Estos eran los siguientes:

- La construcción del biofiltro se debe hacer mayoritariamente con materiales reciclados. Puede usarse todo lo que este en desuso en la fundación.
- La instalación debe funcionar sobre el último tanque y teniendo en cuenta que ninguna instalación previa podía ser modificada.
- El funcionamiento y la instalación del sistema no debe poner en peligro ni estresar las tortugas de esa zona.
- Los componentes del sistema tienen que poderse mantener con facilidad.
- La redacción de los protocolos debe ser simple y entendedora para todo el mundo.

3.2.2. Parámetros de la especie

Dado que la calidad del agua tiene una relación directa con la rehabilitación de las tortugas marinas tiene que estar dentro de unos rangos óptimos.

Las tortugas marinas son reptiles que se pueden cuidar con relativa facilidad. Aunque viven dentro del agua, estas respiran mediante pulmones, esta manera de interactuar con el agua les da unos rangos óptimos más amplios. Por otro lado, hay que tener en cuenta que, como todos los reptiles, son poiquilotermos, es decir, no son capaces de regular su temperatura corporal, y en caso de estar fuera de su rango óptimo, su metabolismo puede ralentizarse (Bluvias, 1998).

Los parámetros generales del agua se deben acercar a estos estándares(Bluvias, 1998):

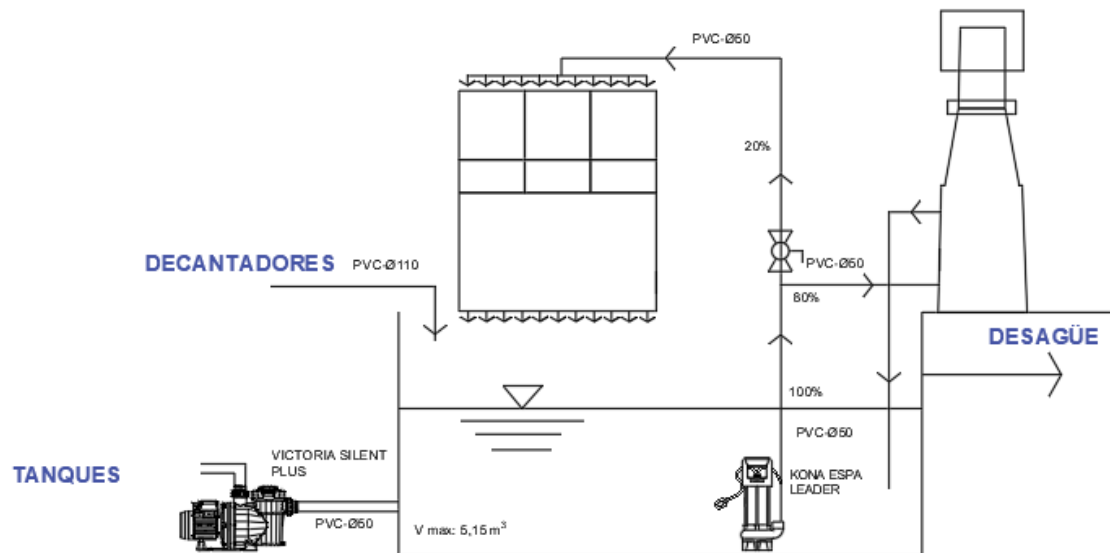
- Salinidad entre 20-35 ppt.
- pH entre 7,2-8,5
- Temperatura entre 22-26°C, siendo 24 la temperatura óptima.
- Los niveles de cloro libre entre 0,5-1 ppm, superar este rango podría irritar los ojos y las mucosas.
- Agua clara, sin turbidez.

4. Propuesta de mejora

4.1. Propuesta

Para cumplir con el principal objetivo de este trabajo se pretende: instalar un biofiltro encima del último tanque, habilitando un soporte y también se considera la instalación de un protein skimmer al lado.

Para el correcto funcionamiento de los equipos mencionados en el apartado anterior, se elevaría el nivel de agua, de forma que los decantadores recojan el agua del sobrenadante, y una vez en el último tanque se eleve hacia el equipo de filtración biológica, se trataría el agua que posteriormente se recircularía al sistema con el resto de tanques.



Esquema 3 Sistema de funcionamiento de la línea biológica.

Tal y como observa en el **esquema 3**, una vez recogida, el caudal del agua de los decantadores se divide en aproximadamente 20% al biofiltro y 80% protein skimmer. El agua tratada finalmente cae de nuevo en el tanque y se distribuye en el sistema.

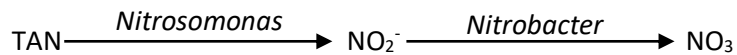
4.2. Definición y caracterización

4.2.1. Biofiltro

Las tortugas marinas generan amoníaco como residuo final del proceso de nutrición y también para conseguir un balance interno entre sales y líquidos (Porsmoguer, 2009). En un ambiente normal, el amonio se disolvería en el ambiente y no causaría problemas. En caso de agua recirculante se puede producir una acumulación de compuestos nitrogenados y provocar consecuencias no deseadas dada su alta toxicidad.

Un biofiltro es esencialmente un espacio idóneo para que bacterias nitrificantes degraden los compuestos nitrogenados hasta una forma menos tóxica. Para ello, en su interior encontramos diferentes materiales que proporcionan mucha superficie para que se adhieran los microorganismos formando un biofilm. Cuanta más superficie tengan disponible, más bacterias crecerán y en consecuencia el equipo tendrá más capacidad de nitrificación.

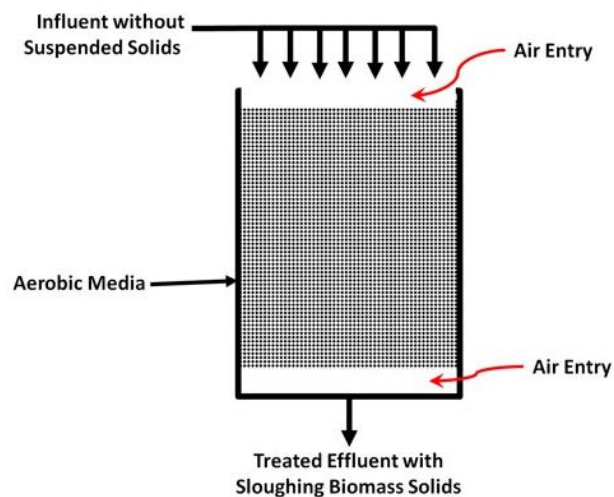
El proceso de la nitrificación se puede resumir en el siguiente esquema:



Esquema 4 Proceso nitrificación.

Como se representa en el **esquema 4**, el amoníaco se oxida a nitrito mediante la acción de una bacteria llamada *Nitrosomonas*. Este proceso es aeróbico, por lo tanto, necesita oxígeno. Tanto amoníaco como nitrito son compuestos tóxicos. Finalmente, la bacteria *Nitrobacter* metaboliza el nitrito y genera nitrato. El nitrato se puede acumular en el sistema porque, aunque es un componente tóxico, necesita concentraciones mucho más elevadas para ser dañino.

En este proyecto se ha construido e instalado un biofiltro percolador como el del **esquema 5**. Este tipo de biofiltros se caracterizan por no ser sumergidos, y tener el lecho fijo, usando de soporte para las colonias rocas o, en este caso, piezas de plástico (Vayenas, 2011). Además de esto, los biofiltros percoladores consiguen ser aeróbicos mediante aireación forzada o natural, como en este caso, por el intercambio de gases entre el aire y el agua (Ahammad & Sreekrishnan, 2016).



Esquema 5 Funcionamiento de un biofiltro percolador.

Como se puede observar en el **esquema 5**, el agua a tratar entra de forma homogénea por la parte superior del biofiltro y cae por gravedad, impregnando todo el material filtrante y manteniéndolo húmedo. Los organismos absorben la carga orgánica del agua en cuestión y la estabilizan mediante un metabolismo aeróbico que da como productos agua y dióxido de carbono (Rezai & Allahkarami, 2021).

4.2.2. Protein Skimmer

Un protein skimmer es un filtro químico y mecánico que separa materia orgánica e inorgánica (Bluvias, 1998). Se emplean normalmente en acuicultura para separar la materia orgánica disuelta (como por ejemplo lípidos, carbohidratos o aminoácidos) del agua salada mediante microburbujas de aire creadas mediante una bomba. Estas microburbujas hacen de



Esquema 6 Funcionamiento de un protein skimmer

superficie para la absorción de la materia orgánica formando una espuma (Roselet et al., 2019).

Una vez se ha formado la espuma, esta se acumula en la zona superior del protein skimmer (el vaso colector) y debe ser retirada con regularidad.

4.2.3. Bombas

Las bombas son el equipamiento básico para el movimiento del agua. Como se puede observar en el **esquema 3**, del apartado anterior, este circuito cuenta con dos tipos de bombas diferentes, una sumergida y una atmosférica.

4.2.4. Tuberías

Las tuberías utilizadas para llevar a cabo el presente proyecto son de Polivinilo de Cloruro (PVC). Este material no se daña con la salinidad, es ligero, barato y versátil.

5. Ejecución del proyecto

5.1. Diagnóstico previo

Para saber el estado inicial a nivel químico del agua se utilizaron diferentes kits y métodos para poder analizar el agua. Los parámetros a analizar fueron los siguientes:

- Oxígeno disuelto
- TAN ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$)
- Nitrato
- Nitrito
- Ph
- Alcalinidad
- Temperatura

Para realizar las diferentes analíticas se usaron kits de colorimetría (oxígeno disuelto, TAN, nitrito, nitrato y alcalinidad), un fotómetro (para el pH) y un termómetro (para la temperatura). Para su uso se redactaron unos protocolos, los cuales se detallan en el Anejo I.



Imagen 1. Kits de colorimetría.



Imagen 2. Fotómetro

Los datos recogidos los primeros días fueron los siguientes:

Tabla 3. Resultados de los análisis de la zona de recuperación

	04/04/2022	05/04/2022	06/04/2022
pH	7,7	7,4	7,4
T(°C)	22,5	23,2	22,8
DO (mg/l)	6	6	6
Alk (mEq/l)	4,4	5	4,4
NO ₂ (mg/l)	0	0	0
NO ₃ (mg/l)	100	50	60
NH ₄ ⁺ +NH ₃ (mg/l)	0	0,25	<0,15

Los resultados de la **tabla 3** muestran el ejemplo de las analíticas de tres días. Se hicieron analíticas periódicamente y se observó que no había grandes acumulaciones de compuestos nitrogenados a niveles tóxicos, el oxígeno disuelto se encontraba en un rango normal, el pH es un poco ácido, pero dentro de los rangos óptimos para la especie.

En los anejos se pueden encontrar los registros de los resultados de las diferentes analíticas realizadas durante el proyecto.

Cabe destacar que, aunque en los resultados no se pueda observar grandes fluctuaciones, en la historia de las instalaciones, sí que han observado alguna vez valores fuera de los rangos deseados.

5.2. Metodología

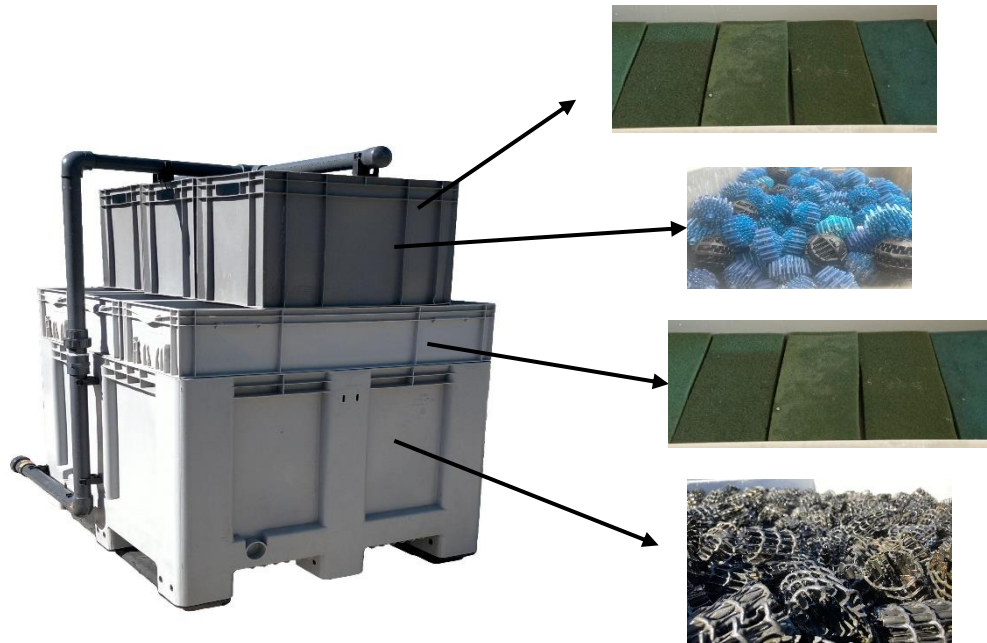
5.2.1. Biofiltro

El biofiltro del presente proyecto está constituido por los siguientes materiales:

- **Espumas:** este material tiene como funciones generales, efectuar el primer filtro del agua donde se separa la materia sólida del agua, además también ayuda a que se distribuya correctamente el agua por toda la superficie del biofiltro. Por otro lado, también acoge colonias bacterianas.
- **Bio-bolas:** cómo se puede observar en el **esquema 7** es un material con forma esférica no compacta, que generan mucha superficie para que se adhieran las colonias bacterianas.

- **Bio-cilindros:** al igual que en el caso anterior, los bio-cilindros son un material con una forma cilíndrica que permite aumentar la superficie útil.

La distribución que se decidió fue la que se representa en el siguiente esquema:



Esquema 7 Distribución del material y forma del biofiltro.

Como se puede observar en el esquema anterior, el biofiltro está constituido por 3 tipos de caja distintos donde se distribuyen los materiales nombrados anteriormente.

En las primeras cajas, que tiene unas medidas exteriores de 600x400x410 mm y una capacidad de 80 l, se situaron unas bio-bolas precedidas de unas espumas. En la siguiente caja con un tamaño de 1000x400x214 mm y con una capacidad de 63 l solamente con espumas, y finalmente, en la última caja con unas medidas de 1200x1000x760 mm con una capacidad de 610 l donde se añadieron los bio-cilindros. (Losetas - Congost Plastic | Contenedores, palets y vallas de plástico n.d.)

Todas las cajas son de PVC y para que cumplieran su función, se le hicieron agujeros en la base. También se hicieron en la tubería superior, como se puede observar en la siguiente **imagen 3**.



Imagen 3. Caída de agua en el biofiltro

Para que el biofiltro pudiera estar encima del tanque se dispuso una placa de poliéster reforzado con fibra de vidrio (Rejilla 20x20 | Tadipol n.d.). Además, para que al caer el

agua no quedaran gotas dispersas en el aire y se respirarán, se añadió en la caída de agua unos faldones impermeables.

5.2.2. Protein Skimmer

El protein skimmer que se utiliza es el modelo Blau Aquaristic- Gegant 6000 que tiene un consumo de 220 W, sirve para sistemas de hasta 30000 litros y tiene un flujo máximo de entrada de 12.5 m³/h.

Este protein skimmer tiene un diámetro de 600 mm, un largo de 680 mm, un ancho de 600 mm y un alto de 1660 mm.



Imagen 4. Protein Skimmer

5.2.2.1. Bomba atmosférica

Una bomba atmosférica es aquella que trabaja fuera del flujo del agua. La función de esta es transportar el agua desde el tanque donde cae el agua de los decantadores hasta el resto del sistema. Esta bomba ya estaba instalada antes de la ejecución del proyecto.

La bomba atmosférica del presente trabajo es el modelo AstralPool- Victoria Plus silent. Con una potencia de 2,21 kW, un voltaje de 230/400 V, un cabal nominal de 34 m³/h con una carga máxima de 21 m.



Imagen 5. Bomba modelo AstralPool- Victoria Plus silent

5.2.2.2. Bomba sumergida

La bomba sumergida es aquella que trabaja debajo del flujo de agua. En este caso en particular, la bomba se encuentra dentro del tanque y conduce un 80% del agua hacia el protein skimmer y un 20% hacia filtro biológico.

La bomba de este proyecto es la V750P M Kona Espa Leader sus características son las siguientes: un caudal máximo de 13m³/h, una potencia de 750W y una altura máxima de bombeo de 8m (Bomba de agua para drenaje V 750P M Kona Espa Leader 210137 - Comprar n.d.). Teniendo en cuenta que el flujo máximo de entrada del protein skimmer es de 12,5 m³/h se considera que esta bomba entra dentro del rango que se necesita, teniendo en cuenta que parte de su caudal va hacia el filtro biológico.



Imagen 6. Bomba modelo V750P M Kona Espa Leader

5.3. Protocolos

Como se puede observar en los anejos I, se han escrito diversos protocolos dependiendo de la metodología. Con la intención de que cualquier persona pueda realizar el procedimiento. Un resumen general de lo que se encuentra en ellos es:

- Título general: clarifica los parámetros que se van a analizar.

- Recuadros amarillos: son pequeñas explicaciones o consejos a tener en cuenta.
- Materiales.
- Funcionamiento paso a paso de la analítica.
- Como guardar y lavar el material al final del proceso.
- Diferentes imágenes explicativas.
- Reloj que indica cuánto tiempo de espera tiene la prueba.

6. Resultados

Al encender el sistema tanto el filtro biológico como el protein skimmer funcionaban correctamente: el agua se distribuía correctamente por todo el filtro biológico y el protein skimmer generaba espuma. Sin embargo, se presentaron los siguientes problemas:

- Al subir el nivel del agua se observó que ponía en peligro a las tortugas, al tener las aletas fuera del agua mientras nadaban podían sacarlas fuera del tanque. Como hemos mencionado anteriormente, el funcionamiento del sistema no podía poner en peligro ni estresar a los animales. En consecuencia, no se podía poner el agua al nivel para el apropiado funcionamiento de los decantadores.
- Como no se subió suficiente el nivel por el problema anterior, no entraba suficiente agua al último tanque, y como resultado este se vaciaba y no permitía una entrada de agua en continuo a la línea de filtración biológica. Además, el caudal de la bomba para la recirculación del agua tratada al sistema era demasiado alto para poder mantener agua en el tanque suficiente tiempo.

Para solucionar este problema se propone bajar el nivel de los decantadores.

A raíz de todo esto, no se ha podido comprobar la descomposición de compuestos nitrogenados, de cara a futuros proyectos propongo: seguir con las analíticas rutinarias para ver las fluctuaciones de los parámetros y, una vez hecha la obra necesaria para bajar el nivel de los decantadores, encender la línea biológica de tratamiento de agua y ver las líneas de oxidación y metabolización del amoníaco y del nitrato respectivamente.

Esos resultados permitirán a la fundación hacer menos cambios de aguas, ya que costaría mucho más llegar a concentraciones tóxicas de nitritos, además de mejorar la oxigenación del agua (gracias a las caídas de agua de la línea biológica al sistema de recuperación). Es decir, se conseguiría una mejor calidad general del agua que será beneficiosa tanto para la seguridad de los animales que viven ahí como para la fundación.

Teniendo en cuenta que un cambio de agua son aproximadamente 10 minutos, que la bomba con la que se hace tiene un caudal de 30 m³/h y que se hace entre 3 y 5 veces

por semana, si con este sistema se pudiera reducir a como 1 sola vez a la semana el ahorro de agua al cabo de un año sería el siguiente:

$$10 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{30 \text{ m}^3}{1 \text{ h}} \times 52 \text{ semanas} = 260 \text{ m}^3 \text{ de agua}$$

A través de las analíticas no se pudo observar una variación de valores importante. Pero se ha establecido un sistema de control periódico de diferentes parámetros del agua en diferentes instalaciones además de un control trimestral periódico por un laboratorio externo. Establecer estas analíticas es importante para poder observar problemas en los sistemas de filtración de la fundación y poder actuar con tiempo en frente a situaciones problemáticas.

En relación con los protocolos, se pusieron a prueba con diferentes voluntarios, y han resultado ser de ayuda para que la fundación pueda hacer un registro periódico de diversos parámetros del agua de la zona que se desee.



Imagen 7. Resultado final del proyecto.

7. Conclusiones

El presente proyecto de instalación de una línea biológica de aguas de la fundación CRAM nos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se ha conseguido construir e instalar un biofiltro percolador para la línea biológica de tratamiento de aguas, para poder prevenir aumentos de determinados parámetros.
2. Se han redactado unos protocolos de operación y control de los parámetros del agua y se ha establecido un plan de trabajo que consiste en analizar semanalmente los dichos parámetros y registrarlos.
3. Aunque la construcción e instalación de la línea biológica ha sido exitosa, para poder poner en marcha la línea hace falta una modificación de la línea, relativa a los decantadores. Para poder solucionar eso hace falta una obra de modificación la cual no se pudo realizar durante el desarrollo de este trabajo.

Después de la realización de este proyecto, la mayoría de los objetivos han sido cumplidos, sin embargo, hubiera sido beneficioso poder hacer la modificación y valorar la efectividad de la línea biológica, para así poder ver su evolución y modificarlo con el fin de conseguir los objetivos deseados, eso puede quedar para próximos proyectos.

8. Bibliografía

- Ahammad, S. Z., and T. R. Sreekrishnan. 2016. "Energy from Wastewater Treatment." *Bioremediation and Bioeconomy*. 523–36.
- Bluvias, Jessie. 1998. "Marine Turtle Trauma Response Procedures: A Husbandry Manual Prepared by the Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST)."
- Bluvias, Jessie E, and Karen L Eckert. 2010. "Marine Turtle Trauma Response Procedures: A Husbandry Manual Prepared by the Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST)." www.widecast.org (May 26, 2022).
- "Bomba de Agua Para Drenaje V 750P M Kona Espa Leader 210137 - Comprar Barato." <https://materialesdefabrica.com/bombas-de-agua/bomba-de-agua-para-drenaje-v-750p-m-kona-espa-leader.html> (June 16, 2022).
- Casale, Paolo et al. 2018. "Mediterranean Sea Turtles: Current Knowledge and Priorities for Conservation and Research." *Endangered Species Research* 36: 229–67.
- "Loquetas - Congost Plastic | Contenedores, Palets y Vallas de Plástico." https://www.congost.com/ES/fm/loquetas.html?gclid=Cj0KCQjwzLCVBhD3ARIsAPKYTcSZEYG7TFZ-GEi7njFI2Hitb2obEKVLPi5Fru0BI1YFJu-a8tXccSQaAkh6EALw_wcB (June 16, 2022).
- Mazaris, Antonios D et al. 2017. "Global Sea Turtle Conservation Successes." <https://www.science.org> (May 11, 2022).
- Porsmoguer Bitón, Sebastián. 2009. "Biología de Las Tortugas Marinas e Incidencia de La Pesca de Arrastre." <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/16365/BiologiaTortugas.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (May 19, 2022).
- "Rejilla 20x20 | Tadipol." <https://www.tadipol.com/es/p1/rejilla-20x20> (June 16, 2022).
- Rezai, Bahram, and Ebrahim Allahkarami. 2021. "Wastewater Treatment Processes—Techniques, Technologies, Challenges Faced, and Alternative Solutions." *Soft*

Computing Techniques in Solid Waste and Wastewater Management. 35–53.

Roselet, Milene, Fabio Roselet, and Paulo Cesar Abreu. “Foam Fractionator as a Tool to Remove Dissolved Organic Matter and Improve the Flocculation of the Marine Microalga *Nannochloropsis Oceanica*.” <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01801-0>.

Vayenas, D. V. 2011. “Attached Growth Biological Systems in the Treatment of Potable Water and Wastewater.” *Comprehensive Biotechnology*. 323–35.

ANEJOS

Anejo 1. Protocolos de analíticas

Protocolo de análisis de aguas – Cloro libre

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ No ingerir las pastillas, son reactivos químicos.
- ✓ Al hacer estas pruebas, si apreciamos un cambio de color debe ser morado o rojizo, en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.
- ✓ Si no estas usando la máquina y esta fuera de la caja, mantén puesta la tapa.

1. MATERIALES

- Contenedores para todas las muestras
- Cubetas Palintest para todas las muestras
- Jeringas de 10 mL para todas las muestras
 - Si no hay suficientes, lavarlas por cada cambio de muestra.
- Espátulas para todas las muestras
 - Si no hay suficientes, lavarlas por cada cambio de muestra.
- Pastillas DPD 1
- Agua destilada

IMPORTANTE:

- ✓ Comprobar que el material de laboratorio no tenga manchas de cal, en caso de que las tenga rociar con agua destilada.


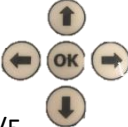

2. PRIMERA MUESTRA (BLANCO)

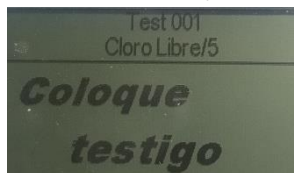
- 2.1. Poner agua destilada en uno de los contenedores.
- 2.2. Con la ayuda de una jeringa coger 10 mL.
- 2.3. Verter los 10 mL en la cubeta Palintest
- 2.4. Poner la tapa al fotómetro.


IMPORTANTE:

- ✓ Si al añadir la pastilla en el blanco apreciamos un cambio de color debemos repetirlo cambiando de pastilla.
- ✓ Si al cambiar la pastilla seguimos apreciando un cambio de color, avisar a un responsable.

3. ENCENDER LA MÁQUINA

- 3.1. Apretamos el botón 
- 3.2. Usando las flechas buscamos el Test 001 Cloro Libre/5 
- 3.3. Presionamos 
- 3.4. Aparecerá en pantalla lo siguiente




- 3.5. Cogemos la cubeta con el Blanco
- 3.6. Movemos la cubeta hasta que el contenido se vea homogéneo.
- 3.7. Introducimos la cubeta en la máquina.
- 3.8. Ponemos la tapa
- 3.9. Apretamos 

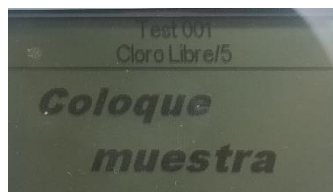
IMPORTANTE:

- ✓ Antes de introducir la cubeta asegúrate de que esta seca por el exterior y de que no tiene burbujas, en caso de tener mueve la cubeta como se muestra a continuación.



4. TEST DE MUESTRAS

- 4.1. Debe aparecer la siguiente imagen en pantalla.
- 4.2. Coger 10 mL de muestra con la ayuda de una Jeringa de 10 mL.
- 4.3. Verter los 10 mL en la cubeta Palintest
- 4.4. Añadir pastilla DPD 1.
- 4.5. Esperar a que se disuelva la pastilla ayudando con la espátula.
- 4.6. Poner la tapa a la cubeta.
- 4.7. Movemos la cubeta hasta que el contenido se vea homogéneo.
- 4.8. Introducimos la cubeta en la máquina.
- 4.9. Ponemos la tapa y apretamos 



IMPORTANTE:

- ✓ Al insertar la cubeta posicónala de forma que el rombo quede mirando a la pantalla.

Repetir procedimiento para todas las muestras, anotando los resultados. Para leer otra muestra, con las flechas busca leer y luego presiona OK.



IMPORTANTE:

- ✓ Si el resultado final está fuera de rango (0-5.00 mg/l) repite todo el procedimiento cambiando la pastilla por la DPD XF
- ✓ Si tienes que hacer la prueba de Cloro total no hagas el paso 5.

5. GUARDAR EL MATERIAL

- 5.1. Lavar todo el material con agua del grifo y jabón.
- 5.2. Aclarar con agua del grifo.
- 5.3. Volver a aclarar con agua destilada.
- 5.4. Dejar que se seque al aire.

Protocolo de análisis de aguas – Cloro total

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ No ingerir las pastillas, son reactivos químicos.
- ✓ Al hacer estas pruebas, si apreciamos un cambio de color debe ser un incremento de la intensidad de morado o rojo, en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.
- ✓ Si no estas usando la máquina y esta fuera de la caja, mantén puesta la tapa.

1. PRIMERA MUESTRA (BLANCO)

1.1. Cogemos el blanco de la prueba anterior (Cloro libre).

2. PREPARAMOS LA MÁQUINA


2.1. Usando las flechas buscamos “Seleccione otra prueba”

2.2. Presionamos 

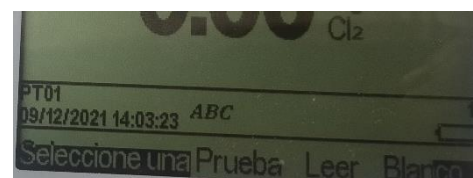
2.3. Usando las flechas buscamos el Test 002 Cloro Total/5

2.4. Presionamos 

2.5. Aparecerá en pantalla lo siguiente:



Coloque
testigo



3. TEST DE MUESTRAS (mientras pasan los 2 minutos)

3.1. Cogemos las muestras de la prueba anterior (Cloro libre)

3.2. Añadimos la pastilla DPD 3.

3.3. Ayudamos a que se disuelva con la espátula.

3.4. Ponemos la tapa y esperamos 2 minutos

3.4.1. Ponemos un temporizador para cada prueba

4. OBTENCIÓN DE RESULTADOS (después de los dos minutos del blanco)

4.1. Cogemos el blanco.

4.2. Movemos la cubeta hasta que el contenido se vea homogéneo.

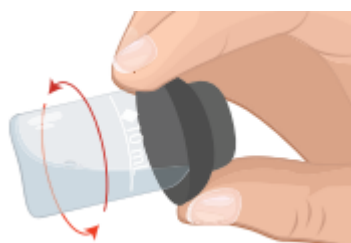
4.3. Introducimos la cubeta en la máquina.

4.4. Ponemos la tapa


4.5. Apretamos 

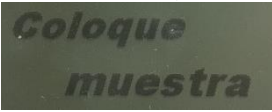
IMPORTANTE:

- ✓ Antes de introducir la cubeta asegúrate de que esta seca por el exterior y de que no tiene burbujas, en caso de tener mueve la cubeta como se muestra a continuación.



5. RESULTADOS (pasados los 2 minutos para el resto de muestras)

- 5.1. Aparecerá en la pantalla lo siguiente:
- 5.2. Introducimos la cubeta en la máquina.
- 5.3. Ponemos la tapa.
- 5.4. Usando las flechas buscamos "Leer"
- 5.5. Presionamos 



Coloque
muestra

Repetir los pasos anteriores tantas veces como muestras tengamos y anotamos los resultados.

IMPORTANTE:

- ✓ **Al insertar la cubeta posicónala de forma que el rombo quede mirando a la pantalla.**

6. GUARDAR EL MATERIAL

- 6.1. Lavar todo el material con agua del grifo y jabón.
- 6.2. Aclarar con agua del grifo.
- 6.3. Volver a aclarar con agua destilada.
- 6.4. Dejar que se seque al aire.

Protocolo de análisis de aguas – pH

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ No ingerir las pastillas, son reactivos químicos.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color de amarillo a rojizo , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.
- ✓ Si no estas usando la máquina y esta fuera de la caja, mantén puesta la tapa.

1. MATERIALES

- Contenedores para todas las muestras
- Cubetas Palintest para todas las muestras
- Jeringas de 10 mL para todas las muestras
 - Si no hay suficientes, lavarlas por cada cambio de muestra.
- Espátulas para todas las muestras
 - Si no hay suficientes, lavarlas por cada cambio de muestra.
- Pastillas PHENOL RED
- Agua destilada





IMPORTANTE:

- ✓ Comprobar que el material de laboratorio no tenga manchas de cal, en caso de que las tenga rociar con agua destilada.

2. PRIMERA MUESTRA (BLANCO)

- a. Poner agua destilada en uno de los contenedores.
- b. Con la ayuda de una jeringa coger 10 mL.
- c. Verter los 10 mL en la cubeta Palintest
- d. Poner la tapa al fotómetro

2. ENCENDER LA MÁQUINA

- 2.1. Apretamos el botón 
- 2.2. Usando las flechas buscamos el Test 006 pH-Rojo Fenol
- 2.3. Presionamos 
- 2.4. Aparecerá en pantalla lo siguiente 
- 2.5. Cogemos la cubeta con el Blanco
- 2.6. Movemos la cubeta hasta que el contenido se vea homogéneo.
- 2.7. Introducimos la cubeta en la máquina.
- 2.8. Ponemos la tapa
- 2.9. Apretamos 


IMPORTANTE:

- ✓ Antes de introducir la cubeta asegúrate de que esta seca por el exterior y de que no tiene burbujas, en caso de tener mueve la cubeta como se muestra a continuación.



3. TEST DE MUESTRAS

*Coloque
muestra*

- 3.1. Aparecerá en la pantalla lo siguiente:
- 3.2. Introducimos la cubeta en la máquina.
- 3.3. Ponemos la tapa.
- 3.4. Apretamos 
- 3.5. Anotamos los resultados aparecidos en pantalla.
- 3.6. Repetimos los pasos anteriores para el resto de muestras.

IMPORTANTE:

- ✓ Al insertar la cubeta posicónala de forma que el rombo quede mirando a la pantalla.

4. GUARDAR EL MATERIAL

- 4.1. Lavar todo el material con agua del grifo y jabón.
- 4.2. Aclarar con agua del grifo.
- 4.3. Volver a aclarar con agua destilada.
- 4.4. Dejar que se seque al aire.

Protocolo de análisis de aguas- Mantenimiento Palintest (Inglés)

The Pooltest 25 contains no user-serviceable parts internally. User maintenance is only recommended for cleaning of the optical chamber, changing batteries and validating performance using the Check Standard Mode.

Cleaning the Optical Chamber

The optical chamber has been designed to support removal and cleaning with a lint-free cloth as required by removal of the access cover.

Do not use any of the following agents when cleaning this optical chamber:

- Abrasive cloths
- Corrosive chemicals
- Any organic solvents

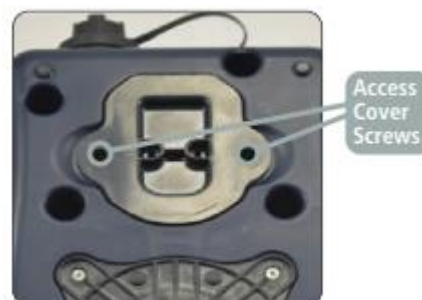
Do not overtighten the screws on re-assembly to avoid damaging the access cover.

Replacing the Batteries

Remove the four retaining screws from the battery cover and gently prise the cover free.

Replace all batteries at the same time.

Ensure on replacing the battery cover that the gasket is correctly located to prevent any water ingress. Tighten the screws carefully but do not overtighten.



Protocolo de análisis de aguas- Mantenimiento Palintest (Castellano)

El Pooltest 25 no contiene ninguna pieza interna que pueda ser reparada por el usuario. El mantenimiento por parte del usuario sólo se recomienda para la limpieza de la cámara óptica, el cambio de pilas y la validación del rendimiento mediante el modo Check Standard.

Limpieza de la cámara óptica

La cámara óptica ha sido diseñada para que pueda extraerse y limpiarse con un paño sin pelusas, según sea necesario, al retirar la tapa de acceso.

No utilice ninguno de los siguientes productos para limpiar la cámara óptica:

- Paños abrasivos
- Productos químicos corrosivos
- Cualquier disolvente orgánico

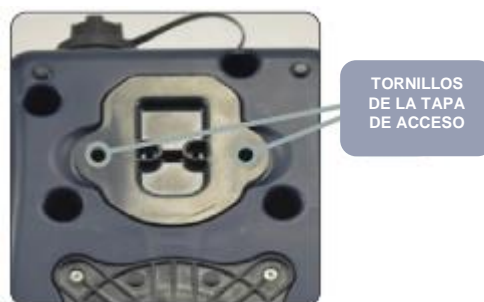
No apriete demasiado los tornillos al volver a montar la cámara para no dañar la tapa de acceso.

Sustitución de las pilas

Retire los cuatro tornillos de sujeción de la tapa de las pilas y libere la tapa con cuidado.

Sustituya todas las pilas al mismo tiempo.

Al volver a colocar la tapa de las pilas, asegúrese de que la junta esté bien colocada para evitar la entrada de agua. Apriete los tornillos con cuidado, pero no lo haga en exceso.



Protocolo análisis de aguas - Fallos Palinstest (Inglés)

Optical Errors

I have an Error 9 message

Error 9 is caused by the blank cuvette being too dark to allow the blanking step to be carried out.

Check that the correct cuvette is being used i.e. ensure the sample cuvette is not being used for blanking.

If the sample is too highly coloured or contains significant solids, dilute and repeat the blanking step.

If the problem persists and the blank cuvette is not the issue, clean the optical chamber by removing the access cover and cleaning with a soft cloth. Do not use corrosive or abrasive chemicals.

I have an Error 7 message

Error 7 is caused by too much ambient light reaching the detector. Use the light cover provided with the instrument.

Protocolo análisis de aguas - Fallos Palinstest (Castellano)

Errores ópticos

Tengo un mensaje de error 9

El error 9 se debe a que la cubeta de blanco es demasiado oscura para permitir que se lleve a cabo el paso de blanqueo.

Compruebe que se utiliza la cubeta correcta, es decir, asegúrese de que no se emplea la cubeta de muestra para el borrado.

Si la muestra es demasiado colorida o contiene sólidos significativos, dilúyala y repita el paso de supresión.

Si el problema persiste y la cubeta de muestra no es el problema, limpie la cámara óptica retirando la tapa de acceso y limpiando con un paño suave. No utilice productos químicos corrosivos o abrasivos.

Tengo un mensaje de error 7

El error 7 se debe a que llega demasiada luz ambiental al detector. Utilice la cubierta de luz suministrada con el instrumento.

Protocolo de análisis de aguas – Amonio (Salifert)

IMPORTANTE:

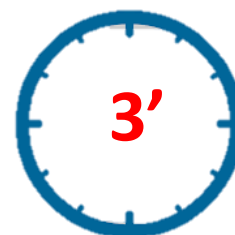
- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ Ponte guantes, el reactivo causa irritación cutánea. Si llega a tocar la piel, lávate las manos con agua y jabón.
- ✓ Ponte gafas de protección, el reactivo causa irritación ocular grave. Si llega a tocar los ojos lavalos durante unos minutos con agua y quítate las lentes de contacto si llevas.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales

- 1.1. Jeringa de 2mL.
- 1.2. Jeringa de 1mL
- 1.3. Vial del test
- 1.4. Solución para NH_3
- 1.5. Carta de colores.
- 1.6. Vial

2. Coge la muestra que quieres analizar.
3. Coge **2 mL** de esa agua con la jeringa de 2mL
4. Añadela al vial.
5. Coge **0.5 mL** de reactivo NH_3 añadelo al vial con la jeringa de 1mL.
6. Dale vueltas por 30 segundos.
7. Añade otros **0.5 mL** de reactivo NH_3 al vial.
8. Dale vueltas por 10 segundos.
9. Pon un cronómetro y espera 3 minutos.
10. Una vez pasados los 3 minutos, mueve el vial durante 5 segundos.
11. Compara el vial **des del lado** con la carta de colores.
12. Apunta el valor final.

Esta prueba tiene un tiempo de espera de



Protocolo de análisis de aguas – Nitrito (Salifert)

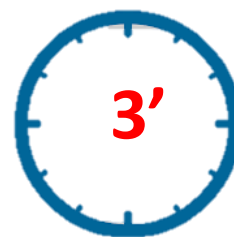
IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ En ningún caso ingerir el reactivo.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales

- a. Jeringa de 2mL
 - b. Vial del test
 - c. Cuchara de reactivo.
 - d. Reactivo para NO₂.
 - e. Carta de colores.
 - f. Vial
2. Coge la muestra que quieres analizar.
 3. Coge **1 mL** de esa agua con la jeringa de 2mL
 4. Añádela al vial.
 5. Coge **1 cucharada** de reactivo NO₂ añádelo al vial.
 6. Dale vueltas por 20 segundos.
 7. Pon un cronómetro y espera 3 minutos.
 8. Compara el vial **poniéndolo en la parte blanca y mirando des de arriba** con la carta de colores.
 9. Apunta el valor final.

Esta prueba tiene un tiempo de espera de



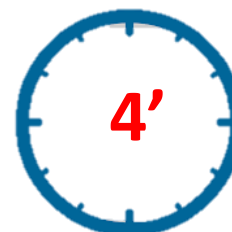
Protocolo de análisis de aguas – Oxígeno (Salifert)

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ Ponte guantes, el reactivo causa irritación cutánea. Si llega a tocar la piel, lávate las manos con agua y jabón.
- ✓ Ponte gafas de protección, el reactivo causa irritación ocular grave. Si llega a tocar los ojos lavalos durante unos minutos con agua y quítate las lentes de contacto si llevas.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales
 - 1.1. Jeringa de 5 mL.
 - 1.2. Vial del test O₂-1
 - 1.3. Vial del test O₂-2
 - 1.4. Vial del test O₂-3
 - 1.5. Solución
 - 1.6. Carta de colores.
 - 1.7. Vial
2. Coge la muestra que quieres analizar.
3. Coge **5 mL** de esa agua con la jeringa de 5mL
4. Añadela al vial
5. Coge el reactivo O₂-1
6. Añade **5 gotas** al vial de la muestra.
7. Dale vueltas por 20 segundos, sin sacudir.
8. Coge el reactivo O₂-2
9. Añade **5 gotas** al vial de la muestra.
10. Dale vueltas por 15 segundos.
11. Pon un cronómetro y espera 3 minutos.
12. Coge el reactivo O₂-3
13. Dale vueltas por 5 segundos.
14. Pon un cronómetro y espera 1 minutos.
15. Compara el vial **mirando des de arriba** con la carta de colores.
16. Apunta el valor final.

Esta prueba tiene un tiempo de espera de



Protocolo de análisis de aguas – pH (Salifert)

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ En ningún caso ingerir el reactivo.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales
 - 1.1. Jeringa de 5mL
 - 1.2. Vial del test
 - 1.3. Reactivo para NO₂.
 - 1.4. Carta de colores.
 - 1.5. Vial
2. Coge la muestra que quieres analizar.
3. Coge **5 mL** de esa agua con la jeringa de 5mL
4. Añádela al vial.
5. Coge el reactivo de pH.
6. Añade 6 gotas del reactivo.
7. Remuévelo por 10 segundos.
8. Compara el vial **mirando des del lado** con la carta de colores.
9. Apunta el valor final.

Protocolo de análisis de aguas – Nitrato (Salifert)

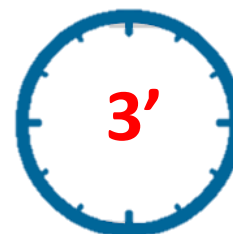
IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ En ningún caso ingerir el reactivo.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla , en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales

- 1.1. Jeringa de 1mL
 - 1.2. Vial del test
 - 1.3. Cuchara de reactivo.
 - 1.4. Reactivo $\text{NO}_3\text{-1}$.
 - 1.5. Reactivo $\text{NO}_3\text{-2}$.
 - 1.6. Cuchara.
 - 1.7. Carta de colores.
 - 1.8. Vial
2. Coge la muestra que quieres analizar.
 3. Coge **1 mL** de esa agua con la jeringa de 1mL
 4. Añádela al vial.
 5. Coge el reactivo de $\text{NO}_3\text{-1}$.
 6. Añade **4 gotas** del reactivo.
 7. Coge el reactivo de $\text{NO}_3\text{-2}$.
 8. Añade **1 cucharada** de $\text{NO}_3\text{-2}$.
 9. Mueve la muestra por 30 segundos.
 10. Espera **3 minutos** para que acabe de reaccionar.
 11. Compara el vial **poniéndolo en la parte blanca y mirando des de arriba** con la carta de colores.
 12. Apunta el valor final.

Esta prueba tiene un tiempo de espera de



Protocolo de análisis de aguas – Alcalinidad (Salifert)

IMPORTANTE:

- ✓ No hacer nada si no se está segura/o. En caso de duda: avisar a un responsable.
- ✓ Lavarte las manos antes y después de hacer el análisis.
- ✓ Desinfectar la zona de trabajo.
- ✓ En ningún caso ingerir el reactivo.
- ✓ El reactivo contiene tinte, ves con cuidado con la ropa.
- ✓ Al hacer estas pruebas, debemos apreciar un cambio de color parecido a los de la tabla, en caso de que el color resultante no sea así debemos descartar la muestra y repetirla.

1. Materiales
 - 1.1. Jeringa de 1mL.
 - 1.2. Jeringa de 5mL.
 - 1.3. Vial del test.
 - 1.4. Reactivo Alk.
 - 1.5. Reactivo KH-ind.
 - 1.6. Vial
2. Coge la muestra que quieres analizar.
3. Coge **2 mL** de esa agua con la jeringa de 2mL
4. Añádela al vial.
5. Coge el reactivo de KH-ind.
6. Sacude el reactivo KH-ind
7. Añade **2 gotas** del reactivo.
8. Pon la **punta roja** en la jeringa de 1 mL
9. Coge el reactivo Alk.
10. Llena la jeringa con la punta hasta la marca de **1 mL**.
11. Añade gota a gota el reactivo en el vial con la muestra mientras mueves la muestra.
12. **PARA** cuando veas un cambio de color de azul/verde a rojo/naranja/rosa.
13. Pon la jeringa con la punta hacia arriba.
14. Anota el valor en el que se ha quedado el pistón de la jeringa.
15. Busca el valor en la siguiente tabla.
16. Multiplica ese valor por 2.
17. Anota el resultado.

0.00	15.7	0.20	12.5	0.40	9.3	0.60	6.1	0.80	2.8
0.02	15.3	0.22	12.1	0.42	8.9	0.62	5.7	0.82	2.5
0.04	15.0	0.24	11.8	0.44	8.6	0.64	5.4	0.84	2.2
0.06	14.7	0.26	11.5	0.46	8.3	0.66	5.1	0.86	1.9
0.08	14.4	0.28	11.2	0.48	8.0	0.68	4.8	0.88	1.6
0.10	14.1	0.30	10.9	0.50	7.7	0.70	4.5	0.90	1.2
0.12	13.7	0.32	10.5	0.52	7.3	0.72	4.1	0.92	0.9
0.14	13.4	0.34	10.2	0.54	7.0	0.74	3.8	0.94	0.6
0.16	13.1	0.36	9.9	0.56	6.7	0.76	3.5	0.96	0.3
0.18	12.8	0.38	9.6	0.58	6.4	0.78	3.2	0.98	0

Anejo 2. Resultados analíticos

Data	Hora	Sistema	pH	T°	O2	NO2	Alk	NO3	NH3
04/04/2022	11:00	Tancs recuperació	7,7	24,3	6	0	4,4	100	0
05/04/2022	11:00	Tancs recuperació	7,4	23,9	6	0	5	50	0,25
06/04/2022	10:30	Tancs recuperació	7,4	24,5	6	0	4,4	60	<0,15
27/04/2022	11:30	Tancs recuperació	7,7	22,9	6	0	0,7	50	0
29/04/2022	11:30	Tancs recuperació	7,4	24,3	6	0	0,45	10	<0,15
02/05/2022	11:30	Tancs recuperació	7,4	23,6	7	0	2,2	30	<0,15
04/05/2022	11:30	Tancs recuperació	7,4	24,9	7	0	0,45	50	0,009
09/05/2022	11:00	Tancs recuperació	7,4	25	6	0	0,75	100	0,02
10/05/2022	10:05	Tancs recuperació	7,4	23,5	6	0	0,6	50	0,02
13/05/2022	9:45	Tancs recuperació	7,4	23,5	6	0	0,6	50	0,02
24/05/2022	10:00	Tancs recuperació	7,4	22,7	6	0,5	0,9	100	0,009
30/05/2022	10:50	Tancs recuperació	7,4	23,8	6	0	1,75	100	0,009
03/06/2022	11:20	Tancs recuperació	7,4	24,5	6	0	2,2	100	0,009
08/06/2022	10:30	Tancs recuperació	7,4	20,2	6	0,1	2,5	100	0